



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Instituto de Arquitectura Diseño y Arte

**Análisis de patrones y caracterización de hábitat de *Trogon spp* y *Euptilotis sp* aplicando sistemas de información geográfica en la Sierra Madre Occidental en el estado de Chihuahua**

Proyecto de titulación que presenta:

**Sergio Vazquez Regalado**

Como requisito parcial para obtener el grado de  
Licenciado en Geoinformática

Cd. Cuauhtémoc, Chih.

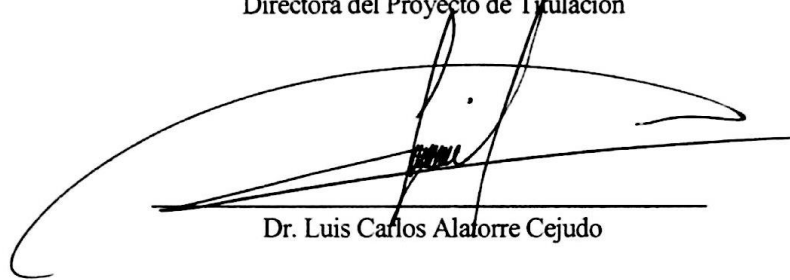
Mayo 2015

Este proyecto de titulación fue aceptado por el comité revisor designado por la academia del programa de Geoinformática de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, como requisito parcial para optar al grado de Licenciado en Geoinformática.



---

María Elena Torres Olave  
Dra. En Ciencia y Tecnología Ambiental  
Directora del Proyecto de Titulación

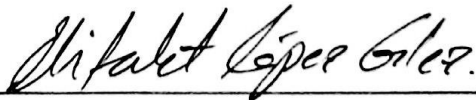


---

Dr. Luis Carlos Alatorre Cejudo

Doctor en Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

Sinodal Titular



---

Dr. Elifalet López Gonzales

Doctor en Matemáticas

Sinodal Titular



---

Lic. Mario Iván Uc  
Sinodal Suplente

## **Dedicatoria**

*Con mucho amor y cariño a mis padres Sergio Vazquez Félix y Esmeralda Regalado Regalado, por haberme guiado en el camino correcto por estos andares de la vida. Gracias a ustedes soy la persona que hoy soy son mis ejemplares y mis héroes, por ustedes he podido lograr una de las metas más importantes de mi vida.*

*A mi esposa Anna Laura Piñón corral y mi hija Annabeth Vazquez Piñón, por siempre estar a mi lado y apoyarme en todas mis decisiones. Fueron mi aliento para poderme superarme en mis estudios las amo con todo mi corazón.*

*A mis hermanos José, Aracely, Jazmin por estar siempre conmigo y apoyarme en mis estudios y en mi vida. Porque por ellos intento día a día ser mejor persona e intentar darles el buen ejemplo.*

*A mis compañeros Adrián, Juan Diego, Luis, David, Amalia y Jessica los cuales no solo son mis amigos, también los considero familia, gracias por su apoyo y sus consejos.*

*A todas las personas que me apoyaron a lo largo de mis estudios, a la familia Trogonide que despertó un interés en mí por conocer más sobre ellos.*

## **Agradecimientos**

*Agradezco primeramente a mi maestra y amiga María Elena Torres Olave por brindarme su apoyo y consejos en mi proyecto de titulación. Por ella he logrado obtener diversos conocimientos en diferentes ámbitos.*

*Agradezco a todos mis profesores que me ayudaron en mi formación académica. Gracias por compartir sus conocimientos y educarme de la mejor manera posible. Por alentarme a sacar lo mejor de mi trabajo de titulación.*

*Agradezco a mis compañeros por ayudarme a resolver las dudas que me surgieron en los aspectos técnicos del proyecto.*

## **Análisis de patrones y caracterización de hábitat de *Trogon spp* y *Euptilotis sp* aplicando sistemas de información geográfica en la Sierra Madre Occidental en el estado de Chihuahua.**

**Resumen.** El análisis de patrones y caracterización de hábitat de especies con estatus especial como *Trogon spp* y *Euptilotis sp*. es de suma importancia ya que con este estudio exploratorio se establecerán estrategias de conservación de estas aves. El objetivo de este trabajo fue generar el análisis de patrones y caracterización de hábitat de *Trogon spp.* y *Euptilotis sp.* La base de datos de las ocurrencias de las especies se obtuvieron de la página de GBIF. Mediante el software ArcMap 10.2™ se obtuvieron los puntos de ocurrencias de estas especies para el estado de Chihuahua, además se obtuvo información de diferentes variables (vegetación, altura, litología etc...), y se cuantificó el área ocupada por las especies. Las variables que son determinantes para definir las condiciones que más influyen en el hábitat fueron la vegetación y altura las cuales son

**Pattern analysis and characterization of habitat for *Trogon sp* and *Euptilotis spp* applying geographic information systems in the Sierra Madre Occidental of Chihuahua.**

**Abstract.** Pattern analysis and characterization of habitat of species with special status as *Euptilotis sp.* and *Trogon spp.* It's of utmost importance because with this exploratory study it allows us to establish conservation strategies for these birds. The objective of this work was to generate pattern analysis and characterization of habitat for *Trogon spp.* and *Euptilotis sp.* The database of the occurrences of the species were obtained from GBIF. Using software ArcMap 10.2™ we were able to obtain the species occurrence points for the state of Chihuahua,

determinantes para la distribución de las especies estudiadas. Se encontró que el *Euptilotis sp.* tiene un patrón de hábitat diferente al del *Trogon sp.*, el primero, ocupa un total de 6,001,836 de hectáreas de bosque y el *Trogon sp* ocupa un total de 277,700 hectáreas de bosque. Conforme a la altura se pudo identificar una diferencia de suma importancia donde el *Trogon spp.* está presente a partir de los 500 msnm. El *Euptilotis sp.* se presenta a partir de los 1,500 msnm. Es relevante encontrar diferencias en el hábitat del *Trogon spp.* y *Euptilotis sp*; ya que demuestra las preferencias de cada especie. Se observa que la condición de hábitat determina el tamaño de territorio de cada una de las especies.

**Palabras clave:** Hábitat, status especial, *Trogon spp.*, *Euptilotis sp.*

further information was obtained from different variables (vegetation, altitude, lithology etc...), and the area occupied by the species was quantified. The most significant variables in this study were altitude and vegetation which are decisive for the distribution of species studied. It was found that *Euptilotis sp.* has a different habitat pattern compared to trogon spp. the first species, occupies a total of 6,001,836 hectares of forest and *Trogon spp.* occupies a total of 277.700 hectares of forest. According to the altitude variable a critical difference was identified where *Trogon spp.*

is present from 500 meters, and *Euptilotis sp.* is present starting from 1500 masl. Finding differences in *Euptilotis sp.* and *Trogon spp.* habitat is relevant because it shows the preferences of each species.

Furthermore habitat condition will determine the size of area of each of the species.

Key words: Habitat, special status, *Trogon spp.*, *Euptilotis sp.*

## Introducción

En el estado de Chihuahua habitan tres especies en la familia *Trogonidae*. *Trogon spp.* y *Euptilotis sp.* : el *Trogon elegans*, *Trogon mexicanus*, *Euptilotis neoxenus*. Las tres especies son conocidos en la región serrana como “koa” mientras que para el sur de México son conocidos como “koa” y “pájaro bandera” respectivamente; el *Euptilotis neoxenus* es monoespecífico del género y considerado endémico del norte de la Sierra Madre Occidental (Williamson, 1992); ambos géneros utilizan las zonas boscosas de Chihuahua para llevar a cabo su fase reproductiva, desde reconocimiento, cortejo y selección del nido hasta la alimentación y el vuelo de los juveniles. Al ser organismos estrictos de bosque, muchas de estas especies forman parte de listados de aves amenazadas (Semarnat, 2010). De las nueve especies distribuidas en México, cinco se encuentran contenidas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Hoy en día, el *Trogon elegans* es considerado una especie amenazada o en peligro (Semarnat, 2010).

El análisis de patrones de hábitat de especies en diferentes variables geográficas, topográficas, climatológicas entre otras, es de suma importancia ya que conociendo el comportamiento ante ellas se puede identificar las variables con mayor importancia para las especies en estudio, conllevando a la ayuda en la toma de

decisiones para la conservación de especies (Carrascal, 2002).

Por otro lado se observa que los sistemas de información geográfica (SIG) ofrecen un medio indispensable en el seguimiento de los animales amenazados para ayudar a prevenir más daños o incluso la extinción (Muñoz, 1996). Dado que el análisis del hábitat es crucial para entender los cambios en la demografía de una especie, la capacidad de la tecnología SIG para manejar los distintos datos de un hábitat y crear representaciones visuales le da al usuario la capacidad de controlar el cambio y descubrir relaciones importantes: la comprensión de las especies amenazadas es importante para prevenir su extinción y para la revitalización de sus poblaciones (ESRI, 2014). Los SIG nos permiten analizar una amplia variedad de datos dependiendo de cuál sea el campo de interés del investigador lo cual es una herramienta muy útil para el análisis de patrones de hábitat de las aves en este estudio.

## Antecedentes

México se localiza en dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. Esta es una de las razones por las que México cuenta con una gran riqueza y diversidad de aves, pudiéndose encontrar alrededor de 1,060 especies de aves de un total de 10,000 especies conocidas en el mundo. Stotz *et al.*, (1996) reportaron a la Sierra Madre Occidental como una importante región zoogeográfica, donde se

distribuye la cotorra serrana occidental y una gran diversidad de especies.

La familia *Trogonidae* sigue siendo poco conocida, gran parte de la información ecológica existente proviene de estudios de algunas especies neotropicales realizados en los años 1930 y 1940 por Alexander Skutch en Costa Rica y Guatemala (Forshaw, 2011). El estudio de campo más reciente en el estado de Chihuahua de la familia *Trogonidae* es el estudio de anidación en el municipio de Madera Chihuahua (Tinoco, 2005). Además de los modelados de nicho ecológico para ambas especies (Torres-Olave, 2014). Además la modelación de la distribución actual y potencial a futuro de las especies en el estado de Chihuahua utilizando algoritmos de nicho ecológico (Ojeda Ramirez, 2014).

### **Justificación**

En la actualidad hay poca información sobre los patrones y preferencia de hábitat del *Euptilotis* sp. y *Trogon* spp.; lo cual es un problema alarmante ya que las tres especies dependen del hábitat de bosque de pino-encino para llevar a cabo sus etapas reproductivas, dicho hábitat está siendo fuertemente presionado por la industria maderera, cambio en el uso del suelo, incendios, sobrepastoreo, degradación entre otros factores que ponen en riesgo la biología de las especies aunado a esto, no existe información alguna sobre estudios de conservación de hábitat para las especies en cuestión. El *Euptilotis neoxenus* se encuentra en la NORMA Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) donde aparece como especie en amenaza que son catalogadas en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. El *Trogon elegans* actualmente se encuentra

en estatus por The Cornell Lab of Ornithology (Birds, 2014), lo cual también es un foco de atención que se debe tener en cuenta para la conservación y manejo de estas especies.

Debido a las condiciones específicas de hábitat en las cuales las especies se desarrollan están sujetas a un status especial tanto en México como en Estados Unidos de Norteamérica. La actividad antropogénica es el factor que más influye en el hábitat específico (bosque de pino - encino maduro) de las especies. Una de las actividades antropogénicas que sufre el hábitat en el cual se desenvuelven estas especies es la tala inmoderada que se lleva a cabo día a día reduciendo cada vez más el hábitat en el cual viven, otro factor de riesgo para la especie son los incendios ya sea por causas naturales o antropogénicas que afectan a su zona de anidación; que por consiguiente lleva a la pérdida de vegetación y posteriormente de las especies que se encuentran dentro de ella. Sin tomar por desapercibido los cambios de uso de suelo que afectan a las especies por la deforestación (Baños, 2009). Entre otros factores que afectan a la conservación de estas especies. El análisis de patrón del hábitat y caracterización de las especies en la Sierra Madre Occidental que se llevó a cabo, es de gran utilidad ya que se puede tener más conocimiento del tipo de vegetación que es preferida por las especies. De tal manera que la información adquirida se puede dar los primeros pasos a un plan de conservación de las especies si es que realmente su hábitat hace que la especie esté sujeta a peligro de extinción.

### **Objetivos**

El objetivo de este estudio fue generar la caracterización y cuantificación del *Trogon* spp. y *Euptilotis* sp. en la Sierra Madre Occidental, esto aplicando técnicas de sistemas de información geográfica.

## Hipótesis

Existe diferencia en los patrones de preferencia de hábitat de *Trogon spp.* y *Euptilotis sp.*

## Materiales y métodos

### Área de estudio

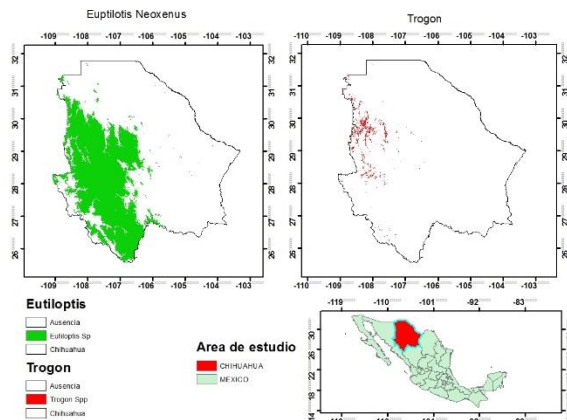


Figura 1. Presencia de *Euptilotis sp.* y *Trogon spp.* en el estado de Chihuahua (Ojeda *et al.*, 2013).

El estado de Chihuahua se encuentra localizado sobre dos regiones fisiográficas de gran importancia, en la parte este se encuentra la zona de serranías y planicies representadas por cubiertas de tipo desértico, estepa, matorrales y pastizales, principalmente; mientras que, la zona oeste del estado está influenciada por la Sierra Madre Occidental donde se encuentra la zona de estudio de las especies en cuestión (Figura.1) (Chihuahua, 2014).

La precipitación media anual varía desde 200 mm anuales en regiones de planicies hasta 1000 mm de lluvia en las regiones altas de la sierra. Una altura promedio entre 450 y 3000 msnm, con cubiertas vegetales de bosque de pino y encino con temperaturas templadas y semifrías; el área de estudio se enfoca en la zona oeste del estado, donde las especies se ubicaron en mayor número, en los municipios de Namiquipa, Madera, Temósachic,

Guadalupe y Calvo, Guachochi, Bocoyna, Casas Grandes, Batopilas, y en menor medida se encuentran en los municipios de Moris, Buenaventura, Janos, Ocampo y Urique (INEGI, 2014). En el estado de Chihuahua predominan los matorrales desérticos que se encuentran distribuidos desde las llanuras y desiertos del noreste (Dunas de Samalayuca). Le siguen los bosques de coníferas y encinos que se desarrollan en la Sierra Madre Occidental, además de los pastizales en las mesetas centrales. También existen áreas naturales protegidas de conservación de flora y fauna silvestre y de reserva forestal. La agricultura se practica en los valles y ocupa 8% de la superficie del estado. En cuanto a fauna, en el estado contamos con Lobo mexicano, carpita de Chihuahua, rana, lagarto alicante, perrito de las praderas y nutria de río. En los matorrales: zorra del desierto, víbora de cascabel, tortuga del desierto y rata canguro. En los bosques de coníferas y encinos: rata y ardilla de tierra y voladora, murciélago, musaraña desértica y de montaña y tecolote. En los pastizales: zorrillo, borrego cimarrón y puma. Animales en peligro de extinción: ratón de campo, oso negro, musaraña de Arizona, cotorra serrana occidental, bisonte americano y coyote (Inegi, 2014).

## Materiales

Para el análisis de patrones y caracterización de hábitat del *Trogon spp.* y *Euptilotis sp.* se utilizaron los puntos de ocurrencia de las especies en cuestión descargaron de la página Gbif (<http://www.gbif.org/>) donde se obtuvieron para el *Trogon elegans* un total de 4594 ocurrencias, para el *Euptilotis neoxenus* un total de 235 ocurrencias y un total de 3767 ocurrencias para el *Trogon mexicanus*. Estas dadas para México.

Además fueron utilizados los grids de distribución de estas especies utilizada en la modelación del nicho ecológico de Ojeda

et al. (2013). De la página de CONABIO (<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>) se descargaron diferentes capas de información a nivel nacional, entre ellas se encuentran la división política municipal y estatal, edafología, hipsometría, clima, precipitación y uso de suelo-vegetación que influyen en gran parte en la preferencia de hábitat. Todas las capas se utilizaron en conjunto para caracterizar el hábitat del *Trogon spp* y *Euptilotis sp* en la Sierra Madre Occidental en el estado de Chihuahua (Lammertink, 1996).

Para observar la preferencia de hábitat de las especies se generaron capas a partir de un modelo digital de elevación (mde) el cual fue descargado de World Clim (<http://www.worldclim.org>). El modelo se utilizó como base para extraer información como la exposición que es una variable que influyen en la distribución de las especies.

## Métodos

Se depuraron los puntos de ocurrencia descargados de gbif para el estado de Chihuahua. Los grids generados por Ojeda et al. (2013), se vectorizaron y se hicieron cortes correspondientes al área de estudio utilizando las herramientas de *Feature to raster* del software ArcMap 10.2™ para la vectorización y el *Clip análisis* para realizar los cortes correspondientes. Igualmente se realizaron los cortes de los shapfiles de edafología, hipsometría, precipitación, vegetación y clima descargados de CONABIO para el área de estudio utilizando al igual herramientas básicas como el *Clip análisis* del software ArcMap 10.2™, esta información adquirida fue útil para el análisis de los patrones y características del hábitat de las especies.

Para complementar el análisis de patrones y caracterización de hábitat de las especies, a partir de un MDE se generó la capa de exposición en el software ArcMap 10.2™

utilizando la herramienta *Aspect* la cual genera la exposición (Franklin, 2010).

Las capas generadas fueron utilizadas para realizar la cuantificación de hábitat ocupado por estas especies mediante herramientas del software ArcMap 10.2™, elaborando una intersección entre los puntos de ocurrencia y el tipo de vegetación que predominó en la preferencia de hábitat de las aves de este estudio. Esta cuantificación se hizo calculando la geometría en la tabla de atributos utilizando el *Calculate geometry* el cual nos arroja el área total ocupada, de tal manera poder contar con una tabla donde se vea el área total de hábitat que ocupa cada especie y poder realizar una comparación entre las especies en cuestión y las diferencias en la utilización de hábitat. Por último se hizo análisis estadístico descriptivo prospectivo para así cuantificar por género y especie el hábitat para cada uno de las aves en cuestión y obtener mapas de salida y estadísticas básicas sobre el uso de hábitat de estas especies (Gis laboratory, 2011; Maya, 2007).

## Desarrollo de métodos

1.- En primera instancia se depuraron los puntos de ocurrencia descargados de la página de gbif para las tres especies en cuestión dejando solo los puntos de interés dentro del área de estudio donde:

El *Trogon mexicanus* cuenta con un total de 89 ocurrencias dentro del estado de Chihuahua de un total de 3776 ocurrencias de todo el país.

El *Trogon elegans* cuenta con un total de 37 ocurrencias dentro del estado de Chihuahua de un total de 4594 ocurrencias dentro de todo el país.

El *Euptilotis Neoxenus* cuenta con un total de 43 ocurrencias dentro del estado de Chihuahua de un total de 235 ocurrencias de todo el país.

## Resultados

La Tabla 1 muestra el número de ocurrencias para cada especie. Presentando un total de 43 para el *Euptilotis sp* con mayor presencia en Madera, Namiquipa y Guadalupe y Calvo; en la especie de *Trogon elegans* se presentaron un total de 37 ocurrencias con mayor presencia en el municipio de Casas Grandes y para el *Trogon mexicanus* se presentaron un total de 89 ocurrencias con mayor presencia en el municipio de Batopilas.

Tabla 1. Distribución de especies en municipios de Chihuahua.

Municipios	<i>Euptilotis sp</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
Batopilas	0	4	42
Bocoyna	3	0	0
Moris	0	0	4
Buenaventura	1	0	0
Casas Grandes	0	16	0
Guachochi	3	0	1
Guadalupe y Calvo	8	2	11
Janos	1	3	0
Madera	11	4	8
Namiquipa	12	4	0
Ocampo	1	1	12
Temósachic	3	2	7
Urique	0	1	4
Total	43	37	89

Las especies en ésta región se encontraron en su mayoría sobre suelo de tipo Litosol, caracterizado por ser pedregoso y con poco desarrollo, con una profundidad menor a los 10 cm, localizados principalmente en sierras, laderas y barrancas, característicos de la Sierra Madre Occidental, además son muy variados porque pueden ser tan fértiles como infértiles, arenosos y arcillosos. El segundo tipo de suelo donde se encontraron más especies son los de Feozem Hapilico, éstos tipos de suelo se distinguen por tener

una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes, el uso que se le da puede ser variado, dependiendo del clima, relieve y condiciones del suelo en que se encuentren. Algunas otras especies se localizaron en menor medida, sobre suelos de Regosol Eutirico que se pueden encontrar en las laderas de las sierras, Xerosol Hapilico que son suelos pobre en humus con baja susceptibilidad a la erosión y por ultimo Luvisol Crómico el cual predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda, como el clima mediterráneo. (Tabla 2).

Tabla 1. Tipo de suelos en el área de estudio.

Edafología	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
FEOZEM HAPLICO	4	16	25
LITOSOL	24	18	57
REGOSOL EUTRICO	5	2	0
XEROSOL HAPLICO	10	1	5
LUVISOL CROMICO	0	0	2
Total	43	37	89

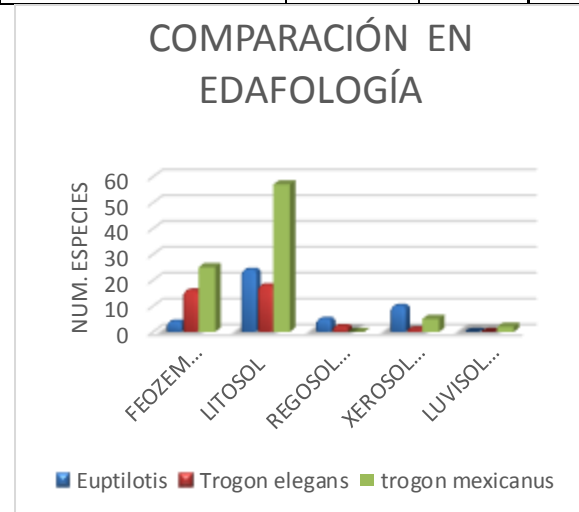


Figura 2. Comparación de especies en edafología.

Al realizar la sobreposición de las especies sobre la capa de hipsometría, se encontró que el *Trogon elegans* puede establecerse desde alturas a 500 msnm hasta alturas de 3000 msnm, presentando una mayor ocurrencia entre 1500 y 2000 msnm. El *Trogon mexicanus* de igual manera que el anterior se puede establecer a partir de 500 msnm, presentando mayor ocurrencia entre 2000 y 2500 msnm, presentándose hasta alturas de 3000 msnm. La especie del *Euptilotis sp.* prefiere desarrollarse en alturas a partir de los 1500 msnm, generando una mayor presencia en alturas que van de los 2000 a 2500 msnm, de igual forma que en alturas cercanas a los 3000 metros (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 3. Rangos de altitud en msnm.

Hipsometría (MTS)	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
500-1000	0	5	5
1000-1500	0	0	25
1500-2000	8	21	5
2000-2500	20	4	38
2500-3000	15	7	16
Total	43	37	89

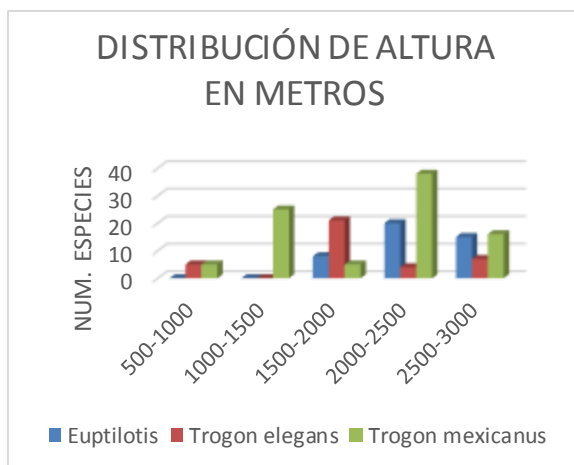
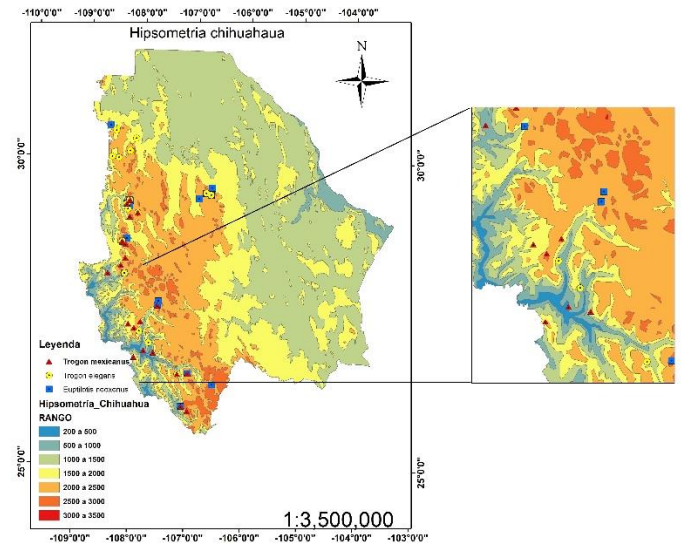


Figura 3. Distribución de la especies en rangos de altura (MSNM).

Figura 4. Distribución de especies en relación a la altitud donde se encontraron.



Respecto a la precipitación anual que se presenta en la región, las especies se desarrollan en lugares con rangos muy variados, desde 200 mm anuales hasta superiores a los 1000 mm anuales. Éste factor es más característico para la Familia *Trogonide*, ya que sus rangos de ocurrencia se localiza mayormente en regiones con una precipitación de 400 a 800 milímetros anuales para el *Trogon elegans*, conforme al *Trogon mexicanus* se presenta en su mayoría de los 800-1000 mm anuales, mientras que el *Euptilotis* varía generalmente desde los 200 hasta los 1000 mm anuales (Figura 5, Tabla 4).

Tabla 4. Precipitación media anual.

Precipitación mm/añual	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
200-400	14	8	0
400-800	11	23	25
800-1000	12	6	55
1000-2000	6	0	9
Total	43	37	89

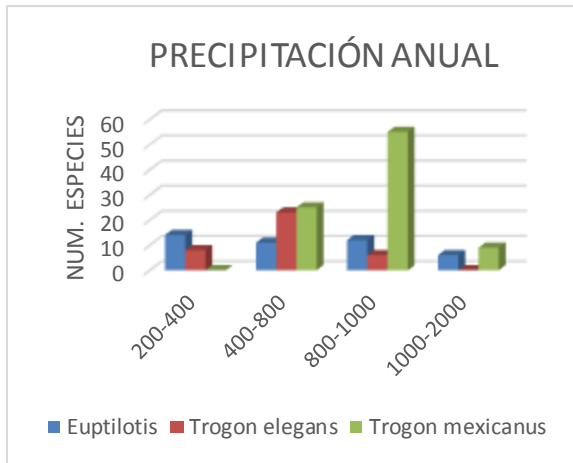


Figura 5. Comparación de especies respecto a la precipitación media anual.

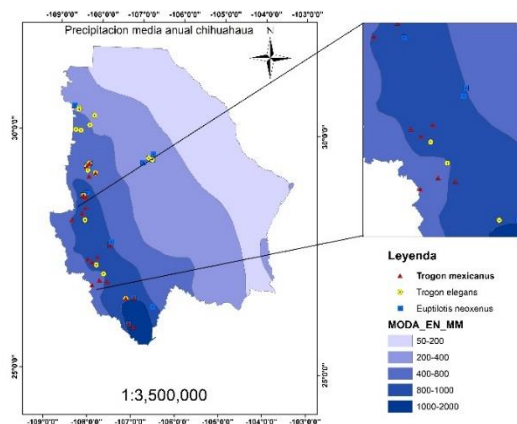


Figura 6. Distribución de especies en relación a la precipitación media anual.

El cuarto factor, y uno de los más importantes, es la vegetación; ya que, es la fuente de alimentación de las especies tratadas en este estudio. La cubierta que influye en gran medida son los bosques de pino y encino. Con una marcada diferencia preferencial entre el *Euptilotis* y el *Trogon elegans* ya que el *Euptilotis* prefiere desarrollarse en zonas de bosque de pino, mientras que el *Trogon elegans* se encuentra en bosque de encino y el *Trogon mexicanus* prefiere ambos tipos de cubierta vegetal, bosque de pino y encino. Las especies utilizan las zonas boscosas de Chihuahua

para llevar a cabo su fase reproductiva, desde reconocimiento, cortejo y selección del nido hasta la alimentación y el vuelo de los juveniles. Existen escasas ocurrencias en regiones de pastizal cultivado, matorral, pastizal natural y selva baja caducifolia (Figura 7).

Tabla 5. Uso de suelo y vegetación.

Vegetación	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
Agricultura de Temporal	10	0	0
Bosque de Encino	9	21	32
Bosque de Pino	23	9	35
Pastizal cultivado	0	0	16
Matorral Subtropical	0	4	0
Pastizal Natural	1	2	1
Selva Baja Caducifolia	0	1	5
Total	43	37	89

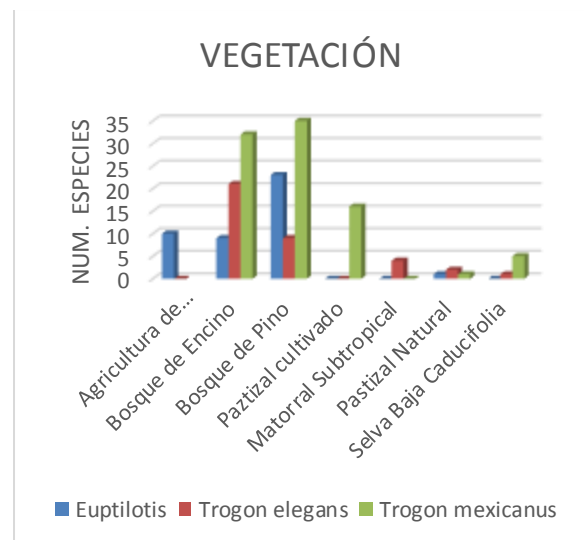


Figura 7. Distribución de especies en los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación.

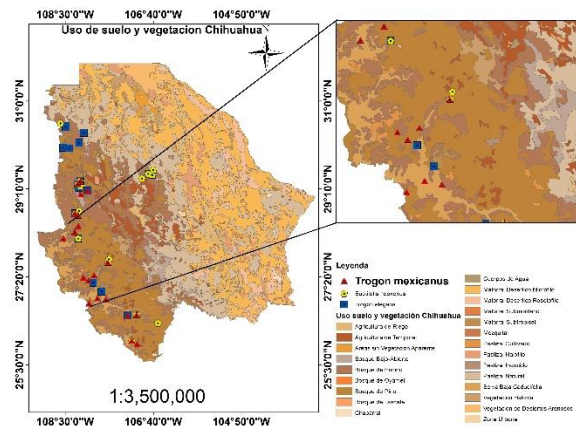


Figura 8. Usos de suelo y vegetación.

El quinto factor que fue utilizado en la caracterización de hábitat fue el tipo de clima. Tenemos que el *Euptilotis neoxenus* prefiere el tipo de clima semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo

22°C. Mientras que el *Trogon elegans* prefiere el clima Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Conforme al *Trogon mexicanus* no es un factor muy determinante ya que se distribuye de igual manera en tres tipos de clima los cuales son semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, el segundo tipo de clima es temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C, semicalido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C y por último el tercer clima es Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C.

Tabla 6. Tipo de clima.

Tipo clima	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon Mexicanus</i>
Arido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C.	1	1	0
Semiarido calido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes mas frio mayor de 18°C.	0	5	1
Semiarido, semifrío temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes mas caliente menor de 22 °C.	2	4	0
Semiarido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes mas caliente menor de 22°C.	10	3	0
Semifrío, subhúmedo con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes mas caliente bajo 22°C.	21	7	30
Semicalido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes mas frio menor de 18°C, temperatura del mes mas caliente mayor de 22°C.	0	0	29
Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes mas caliente bajo 22°C.	9	17	29
Total	43	37	89

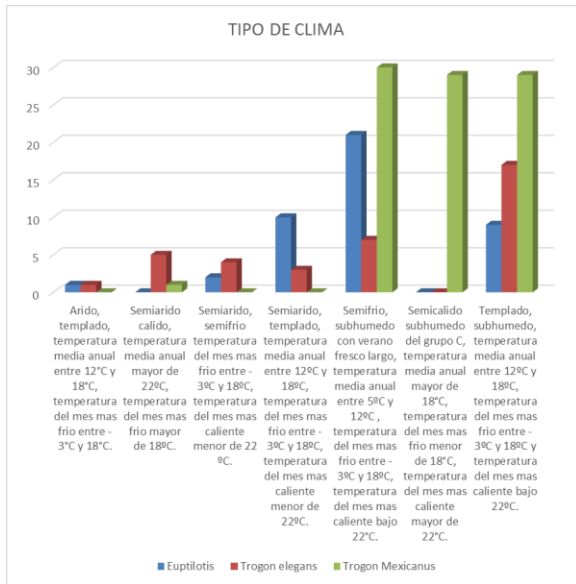


Figura 9. Distribución de especies conforme al clima.

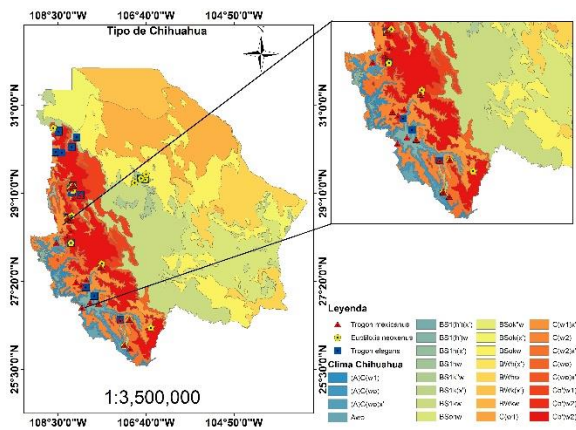


Figura 10. Tipo de clima.

El sexto factor que fue utilizado es derivado a partir del modelo digital de elevación descargado de World Clim del cual se extrajo la exposición o aspect conocido en el software Arcmap el cual fue utilizado. Se obtuvo que para el *Euptilotis neoxenus* presento una mayor ocurrencia en la exposición este, oeste y suroeste, también tuvo presencia en las exposiciones restantes pero en menor medida. Excepto a la exposición noreste donde tuvo nula

presencia. A lo que acontece al *Trogon elegans* esta especie tuvo mayor presencia en la exposición oeste, con menor presencia en las exposiciones restantes. Por último el *Trogon mexicanus* tuvo mayor presencia en las exposiciones noroeste, sureste y norte encontrándose en menor medida en las exposiciones restantes (Tabla 7).

Tabla 7. Tipo de exposición.

Exposición	<i>Euptilotis</i>	<i>Trogon elegans</i>	<i>Trogon mexicanus</i>
Norte	2	2	14
Noreste	3	5	11
Este	10	5	7
Sureste	7	0	18
Sur	3	5	7
Suroeste	10	2	1
Oeste	8	17	4
Noroeste	0	1	27
total	43	37	89

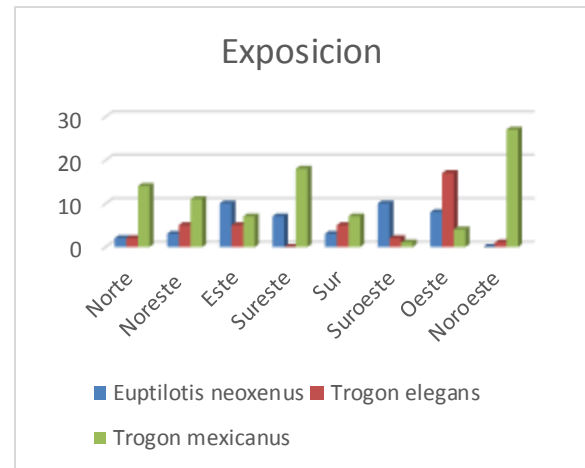


Figura 11. Preferencia de exposición.

Por último se obtuvo el cálculo del total de hectáreas ocupadas por cada especie en el área de estudio. Solo se elaboró para la vegetación de bosque ya que es donde prefieren desarrollarse las especies que se analizaron, se encontró que el *Euptilotis neoxenus* se extiende en el bosque de pino

con un total de 3,601,569 hectáreas y en el bosque de encino con un total de 2,400,267 hectáreas. Conforme al *Trogon spp* tuvo un total de 218,193 hectáreas para el bosque de pino y un total de 59,507 hectáreas para el bosque de encino (Tabla 8).

Tabla 8. Total de hectáreas ocupadas en el bosque de encino y bosque de pino.

Tipo de bosque	<i>Euptilotis sp.</i>	<i>Trogon spp.</i>
Ha de bosque de pino ocupadas	3601569.038	218193.3975
Ha de bosque de encino ocupadas	2400267.795	59507.13035

## Discusión

Al momento de realizar la caracterización y cuantificación de las especies tratadas hubo factores que fueron más determinantes al momento de realizar el estudio. Esto debido a que existen diferentes parámetros dentro de los cuales las especies prefieren desarrollarse. También hay que tomar en cuenta que algunas de las especies tienen un nicho más extenso el cual hace que ciertos factores parezcan no tan importantes pero es debido a que se distribuyen en un nicho más amplio.

Al identificar la ubicación de cada individuo sobre las distintas capas, se realizó la comparación entre las tres especies. El primer factor a considerar es la edafología, que se encarga del estudio del suelo desde distintos puntos de vista como la composición, propiedades, formación, evolución, utilidad y conservación (Monke, 1990); en el cual se tuvo una predominancia en las tres especies en cuestión por el tipo de suelo Litosol, caracterizado por ser

pedregoso y con poco desarrollo, con una profundidad menor a los 10 cm, localizados principalmente en sierras, laderas y barrancas, característicos de la Sierra Madre Occidental, además son muy variados porque pueden ser tan fértiles como infértiles, arenosos y arcillosos. Este es un factor determinante del hábitat de las especies ya que estas anidan en bosques de pino y encino que dependiendo del tipo de suelo se desarrollan diferentes tipos de vegetación y es como se puede ver con certeza las preferencias de hábitat que coincide reportado por Tinoco, 2005. Durante la elaboración de la caracterización de hábitat hubo factores con mayor impacto como lo es la vegetación el cual es uno de los factores más importantes (Farias, 1996). Se pudo identificar con certeza las diferencias de preferencia de hábitat entre las tres especies. El *Euptilotis neoxenus* tuvo una preferencia por el tipo de bosque de pino, mientras que el *Trogon elegans* prefiere el bosque de tipo encino y el *Trogon mexicanus* prefiere ambos tipos de bosque lo

cual nos indica que la distribución de nicho de esta especie es más amplia que las demás especies (Tinoco, 2005). El que esta especie tenga preferencia en ambos tipos de bosque no significa que este compitiendo por el mismo hábitat sino que se pueden estar presentes en diferentes estratos del mismo hábitat. (Gutiérrez, 2015).

Uno de los factores que dio mayor caracterización al hábitat fue la altura ya que las especies en cuestión se manifiestan en diferentes alturas (Tadeu a. melo-júnior, 2001). En lo cual se tuvo una diferencia notable, donde el *Euptilotis* prefiere presentarse con mayor frecuencia en una altura de 2000 a 2500 msnm (metros sobre el nivel del mar). A lo cual el *Trogon elegans* prefiere establecerse con mayor frecuencia en una altura de 1500 a 2000 msnm. En lo que corresponde al *Trogon mexicanus* tiene su mayor frecuencia de presencia entre los 2000 y 2500 msnm al igual que el *Euptilotis* pero hay que tener en cuenta que se empieza a presentar a partir de los 500 msnm y el *Euptilotis* se empieza a presentar a partir de los 1500 msnm (Cruzado, 2007). El que se encuentre presente en similares alturas no significa que estén en conflicto o intentando combatir sobre el hábitat sino que el hábitat del *Trogon mexicanus* es más amplio y pueden estar posicionados en diferentes estratos (Carrascal, 2002).

En menor medida pero con igual importancia son dos factores con un muy buen impacto en la caracterización la precipitación y el clima ya que dependiendo de ellos la existencia de estas especies está dada (Tinoco, 2005). Conforme a la precipitación fue un factor más determinante para la familia Trogonide ya que las frecuencias con las cuales se presentan el *Euptilotis* fue de similar manera de los 200 mm anuales a los 1000 mm. Mientras que el *Trogon elegans* tiene su mayor frecuencia de

los 400 a los 800 mm anuales y *Trogon mexicanus* se presenta con mayor frecuencia entre los 800 y 1000 mm anuales (Castaño, 2008). La utilización de todas estas capas fue de suma importancia para la caracterización del hábitat.

A partir del modelo digital se elabora la exposición la cual es un factor determinante en la caracterización de las especies ya que dependiendo en la exposición donde se encuentre la especie existirá cierto tipo de vegetación. El *Euptilotis neoxenus* tuvo igual presencia en 3 exposiciones a diferencia que el *Trogon elegans* y *Trogon mexicanus* sí tuvieron mayor preferencia por un tipo de exposición. La exposición influye en la radiación solar que la tierra recibe en lo cual afecta en la humedad del suelo ya que es necesario para que se dé la vegetación en la cual las especies se desarrollan (Franklin, 2010).

El *Trogon mexicanus* es una de las especies que tiene la distribución de su hábitat más restringida. Por lo cual esta se presenta en condiciones más específicas haciéndola una especie centinela o bien una especie indicadora de deterioro ambiental (Tinoco, 2005).

## Conclusión

Este estudio permitió constatar que la caracterización del hábitat de las especies es un procedimiento clave para la correcta ubicación y distribución de las distintas especies. Ya que de esta forma se puede ubicar las regiones con características idóneas para que sean conservadas con un indicador especial, esto para la reproducción, anidación y desarrollo de nuevas especies. Encontrar diferencias en el hábitat del *Trogon spp.* y *Euptilotis sp.* es relevante, ya que demuestra las preferencias de cada especie. Además la condición de

hábitat va a determinar el tamaño de territorio de cada una de las especies.

Al momento de desarrollar las variables incorporadas en el estudio se encontró que las más determinantes en el estudio fue la vegetación la cual tuvo más importancia en la preferencia de hábitat de las especies. Donde se encuentra una notable diferencia en la preferencia de vegetación. El *Euptilotis neoxenus* tuvo una preferencia predominante por el bosque de pino, el *Trogon elegans* tuvo una preferencia por el bosque de encino y el *Trogon mexicanus* predominó en el bosque de pino y encino.

La segunda variable donde se encontró una diferencia notable entre las especies fue la hipsometría, ya que el *Euptilotis neoxenus* se desarrolla preferiblemente en alturas a partir de los 1500 msnm y teniendo mayor presencia entre los 2000-2500 msnm. El *Trogon elegans* se empieza a presentar a partir de los 500 msnm teniendo una mayor presencia ente los 1500-2000msnm. Mientras que el *Trogon mexicanus* se empieza a presentar a partir de los 500 msnm pero teniendo mayor presencia entre los 2000-2500 msnm. lo que se puede identificar en esta variable es que la especie del *Euptilotis sp.* y la del *Trogon spp.* tienen una notable diferencia en la presencia de altura, donde el *Euptilotis sp.* prefiere alturas más elevada y el *Trogon spp.* se da en alturas más bajas.

Las variables de precipitación, clima, edafología y exposición, son de suma importancia en la caracterización de hábitat ya que sin estas no se puede desarrollar el hábitat en las que las especies viven.

Existió un patrón muy notable en el *Euptilotis sp.* ya que este se distribuyó ampliamente en todas las variables lo cual

indica que el nicho de esta especie es muy amplio y puede sujetarse a muchas condiciones biológicas. A lo que la especie del *Trogon spp* se desarrolló en las variables de manera más concreta es decir que tuvo más preferencias, lo cual indica que el *Trogon spp.* tiene un hábitat más restringido, en lo que esta especie no se puede sujetar a cualquier condición biológica.

Este trabajo indica que es posible obtener resultados y conocimiento notables para describir patrones generales de distribución y preferencias de hábitat de aves a partir de datos fragmentarios y dispersos, pudiendo ser una aproximación válida en regiones geográficamente extensas.

Se logró alcanzar el objetivo planteado cumpliendo con la caracterización del hábitat de las especies de manera satisfactoria y aceptando la hipótesis ya que existen diferencias en los patrones de hábitat de las especies en cuestión.

Se requiere información independiente sobre el comportamiento de búsqueda de alimento y/o sobre las consecuencias de las preferencias de hábitat sobre la eficacia biológica de los individuos para poder determinar si los patrones observados reflejan procesos biológicos reales (y qué procesos) o están influidos por el método general de análisis de los estudios biogeográficos, así como estudios de ámbito hogareño para de esta manera determinar el área en la cual estas aves cumplen sus funciones, incluyendo los límites máximos hasta donde se desplaza para efectos de alimentación, descanso, exploración, refugio o recreación.

## Bibliografía

Nathan, R. (2011) "Elegant Trogon (Trogon elegans)", Neotropical Birds Online, Cornell Lab of Ornithology [http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p\_p\_spp=282936:03 de septiembre de 2014].

Bojorges, J. (2009) " Amenazando la biodiversidad: Urbanización y sus efectos en la avifauna ", Ciencias y mar, Volumen 13(39),pp. 61-65.

Carrascal, L. M., Palomino, D. y Lobo, J. M. (2002), " Patrones de preferencias de hábitat y de distribución y abundancia invernal de aves en el centro de España. Análisis y predicción del efecto de factores ecológicos", Animal Biodiversity and Conservation, Volume 25.1, pp. 7-40.

Cataño, G. J., Patiño, J. C. (2008) "Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Elena, Andes Centrales, Colombia", Hornero, Volumen 23(1),pp. 23-34.

Chihuahua, (2011). "Chihuahua". [http://chihuahuaparatodos.blogspot.mx/2011/01/localizacion-de-chihuahua.html:05 de octubre de 2014].

Cruzado, J. (2007). "naturalista". [http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/20861-Euptilotis-neoxenus:23 de abril de 2015]

USGS/GIS Laboratory. (2011). " Binary habitat modeling using GIS". [http://www.gis.usu.edu/:20 de noviembre de 2014]

ESRI, (2014), " Monitoring protected and endangered species". [http://www.esri.com/industries/conservation/about/wildlife:26 de agosto de 2014]

FARIAS, E. P. V., (1996), " Factores del hábitat que determinan la presencia del castor (castor

canademis mexicanas), en el norte de Nuevo Leon, Mexico, Nuevo Leon", Universidad Autonoma de Nuevo Leon.

Forshaw, J. M. (2009), "Trogon: a natural history of the Trogonidae", Princeton, NJ: Princeton University Press.

Franklin, J. (2010). "Mapping species distributions", Cambridge University Press, pp. 318.

Gutiérrez, N. S. (2015) " Las aves, riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial", Instituto Nacional de Ecología. [http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/420/onc.html: 15 de abril de 2015]

INEGI, (2014), "Clima", cuéntame información por entidad. [http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/territorio/clima.aspx?tema=me&e=08: 05 de octubre de 2014].

INEGI, (2014), " Flora y fauna", cuéntame información por entidad [http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chih/territorio/recursos\_naturales.aspx?tema=me&e=08: 29 de octubre de 2014].

Lammertink, J. M. (1996), "Situación y conservación de los bosques antiguos de pino-encino de la sierra madre occidental y sus aves endémicas", The Netherlands: University of Amsterdam.

Maya, J. F. G. (2007), "Densidad, uso de hábitat y presas del jaguar (Panthera onca) y el conflicto con humanos en la región de Talamanca, Costa Rica", Talamanca, Costa Rica, pp.125

MONKE, B. J. (1990), "Influence of edaphological factors on residual activity of selected insecticides in laboratory studies with emphasis

on soil moisture and temperature". *Department of Entomology, University of Nebraska*, 83(1), pp. 227-233.

Muñoz, A. M. (1996)," los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica", *Ciencias y Ambiente*, X11 (2), pp. 80-86.

Torres, O. M. E. T.(2014), "*Maxent y sus aplicaciones en la conservación de Trogon spp y Eutilotis sp y su adaptación al cambio climático*", Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Ojeda, R. L. A. O.(2014), "Distribución de trogon spp y eutilotis spp en chihuahua: una predicción climática a futuro en los años 2020 y 2050 basada en el modelaje con algoritmos de nicho ecológico". Chihuahua, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Esri. (2014)," ArcGis resources, tabular interseccion",

[<http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//000800000044000000>: 06 de noviembre de 2014].

Semarnat, (2010)," Diario oficial". [[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf): 26 de agosto de 2014]

TADEU A. M J. (2001), "Bird species distribution and conservation in Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Bird Conservation International*", 11(03), pp. 189-204.

Tinoco, A. P.(2005)," *Caracterización de las áreas de anidación del género Trogon spp. y Eutilotis sp. en el cañón de cinco millas, municipio de Madera, Chihuahua, México*, Chihuahua, Chih. México", Universidad Autónoma de Chihuahua.

