



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL COYOTE (*Canis latrans*)  
EN EL CENTRO DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE EN MEXICO**

**T E S I S**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de:

**Maestro en Ciencias – Recursos Bióticos**

**Presenta**

**Adriana Rodríguez Martínez**

**Dirigido por**

**Dr. Carlos Alberto López González**

**Santiago de Querétaro, Querétaro, México, Septiembre 2011**



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Recursos Bióticos

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL COYOTE (*Canis latrans*) EN EL  
CENTRO DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE, EN MEXICO.**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Maestra en Ciencias

**Presenta:**

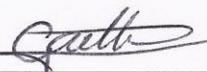
Adriana Rodríguez Martínez

**Dirigido por:**

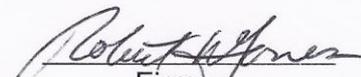
Dr. Carlos Alberto López González

SINODALES

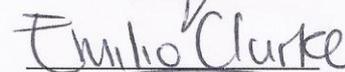
Dr. Carlos A. López González  
Presidente

  
Firma

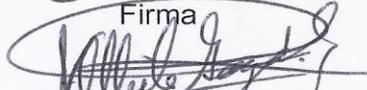
Dr. Robert Wallace Jones  
Secretario

  
Firma

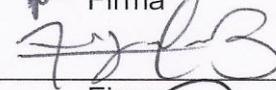
M.en C. Emilio Clarke Crespo  
Vocal

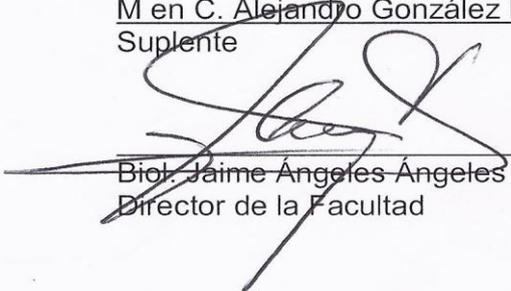
  
Firma

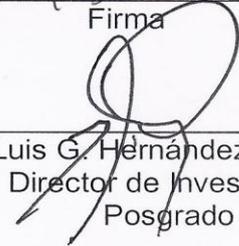
Dr. Alberto González Romero  
Suplente

  
Firma

M en C. Alejandro González Bernal  
Suplente

  
Firma

  
Biol. Jaime Angeles Angeles  
Director de la Facultad

  
Luis G. Hernández Sandoval  
Director de Investigación y  
Posgrado

Campus Juriquilla  
Querétaro, Qro.  
29/Septiembre/2011  
México

A mi hijo Max, eres lo mejor que tengo en la  
vida y te amo con todo mi ser!

A mis padres, hermanos y abuelos  
Mil gracias por siempre estar conmigo  
Los quiero con todo mi corazón

A Dios por poner los medios para que este  
sueño se hiciera realidad

## AGRADECIMIENTOS.

Agradezco el apoyo económico otorgado por CONACyT para permitirme realizar la Maestría en la Universidad Autónoma de Querétaro, apoyo sin el cual hubiera sido muy difícil lograr esta meta.

Agradezco a el Dr. Carlos A. López González, por su amistad, enseñanzas, regaños, apoyo, paciencia, motivación y comprensión durante esta etapa. En verdad te quiero mucho y espero seguir contando contigo siempre.

A el M en C. Emilio Clarke, muchas gracias por tu amistad, por todo tu apoyo, motivación, y tus comentarios para mejorar este trabajo. Te quiero rete hartó!

A el Dr. Robert W. Jones, por aceptar formar parte de mi comité, por todas sus enseñanzas y comentarios. Muchas gracias!!

A el Dr. Alberto González Romero y al M en C. Alejandro González Bernal muchas gracias a ambos por su apoyo y sus comentarios y por aceptar formar parte de mi comité.

A Ruby Holguín, muchas gracias flaquita por ser mi compañera # 1 y ayudarme a realizar este trabajo de campo, gracias porque siempre hiciste hasta lo imposible por estar ahí! TQM.

A Don Bruno Chávez, por todo su apoyo, por su conocimiento y por facilitarme las cosas con todos los ejidatarios. En verdad muchas gracias!

Mil gracias a Rodolfo Salas y Joel Cepeda, muchas gracias mis niños por ayudarme, se la rifaron en campo conmigo, los quiero muchísimo!

A Eduardo Carrera, muchísimas gracias por tu ayuda y por facilitarme todo.

A Fernando Chacón, muchísimas gracias por tu apoyo, enseñanzas y acompañarme a campo, en verdad fuiste de mucha ayuda!!.

A los profesores de la maestría en recursos bióticos en Querétaro y a los de la maestría Químico-biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, a todos ustedes muchas gracias por sus enseñanzas!

A Enrique Ramírez, gracias por apoyarme cuidando a Max y por el boogie.

Muy especialmente a Dios y a mi familia por permitirme alcanzar una meta más. Por ser mi motivación, mi apoyo en todo momento, desde andar conmigo en campo, rescatándome de mis peripecias, jeje.. y lo más importante fue que siempre me ayudaron a cuidar a mi hijo durante mis ausencias, en verdad muchísimas gracias, mamá, papá y hermanos, los amo mucho !!!!

## DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL COYOTE (*Canis latrans*) EN EL CENTRO DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE, EN MEXICO.

### RESUMEN

El coyote, (*Canis latrans*, Say 1823), canido considerado como uno de los depredadores con mayor distribución en Norte América, éxito que se cree va en aumento, ya que recientemente ha expandido su distribución en México y Centro América. Este depredador cuenta con la capacidad de adaptarse, sobrevivir y colonizar nuevos hábitats, entre ellos el desierto, en donde figura como el depredador dominante. El objetivo de este estudio fue el conocer la distribución y abundancia relativa del coyote, mediante la implementación de estaciones olfativas, y foto-trampeo y correlacionarla con la distribución y abundancia de dos de sus principales presas, los lagomorfos (*Sylvilagus audobonii* y *Lepus californicus*), de igual manera asociar dicha distribución con las variables del hábitat: altura, pendiente, orientación, cobertura vegetal, índice de verdor y distancia a fuentes de agua, en el Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca, el cual está ubicada en la parte central del Desierto Chihuahuense. Con los datos recabados se elaboró un sistema de información geográfica en el programa ArcGIS 9.3, utilizando las diferentes capas de información se determinó la distribución de esta especie en la zona de estudio y se observó que los coyotes utilizan elevaciones que van de 1200 a los 1400msnm, pendientes de 5 a 15 grados, orientaciones Norte-Este y Sur-Oeste, distancias a fuentes de agua de 0 a 4 km, siendo estas algunas de las variables de peso en determinar la distribución del coyote en el área de estudio.

Palabras clave: *Canis latrans*, distribución, abundancia, presas y desierto Chihuahuense.

## ABSTRACT

The coyote (*Canis latrans*, Say 1823), canid considered one of the most successful predators in North America and distribution, and is thought to be increasing, as it has recently expanded its distribution in Mexico and Central America. This predator has the ability to adapt, survive and colonize new habitats, including desert, where he appears as the dominant predator. The goals of this study was the distribution and relative abundance of coyotes by scent station implementation, and photo-trapping and correlate with the distribution and abundance of two of its main prey, lagomorphs (*Sylvilagus audobonii* and *Lepus californicus*), similarly associate the distribution of habitat variables: height, slope, aspect, vegetation cover, greenness index and distance to water sources in the Natural Protected Area Samalayuca Dunes, which is located in the central part of Chihuahuan Desert. The data collected produced a geographic information system program ArcGIS, using the different layers of information was created distribution maps of this species in the study area and noted that coyotes use elevations ranging from 1200 to the 1400 msnm, slopes 5 to 15 degrees, oriented North-East and South-West, distance to water sources from 0 to 4 km, these being some of the variables of weight in determining the distribution of coyote in the study area.

Keywords: *Canis latrans*, distribution, abundance, Preys and Chihuahuan Desert.

## TABLA DE CONTENIDO.

Carta de autorización.	
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Tabla de contenido	iii
Listado de figuras	iv
Listado de cuadros	v
Resumen	vi
Abstract	vii
1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Hipótesis	9
4. Objetivos	10
5. Área de estudio.	11
6. Materiales y Métodos	14
-Estaciones olfativas	14
-Trampas cámara	16
-Transectos con conteos de lagomorfos	17
- Distribución	19
7. Resultados	22
7.1. Abundancia Relativa de coyote	22
7.2 Densidad y Abundancia Relativa de lagomorfos	24
7.3. Índice de detección de las cámaras.	25
7.4. Patrones de actividad	26
7.5. Distribución del coyote en el área de estudio.	28
8. Discusión.	36
9. Conclusión.	43
10. Bibliografía	44

## LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1. Distribución actual del coyote ( <i>Canis latrans</i> ) en México, (Tomada de The Smithsonian Book of North American Mammals, 1999)	4
Figura 2. Morfología del coyote.	5
Figura 3. Mapa del Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca.	11
Figura 4. Polígono que delimita el área de estudio.	12
Figura 5. Método de muestreo por cuadrantes y la distribución de transectos en el área de estudio.	15
Figura 6. Muestreo mediante estación olfativa y trampa cámara.	16
Figura 7. Fotografías obtenidas por trampas cámara.	17
Figura 8. Transecto para conteo de lagomorfos.	18
Figura 9. Abundancia relativa del coyote en el área de estudio.	22
Figura 10. Abundancia relativa de lagomorfos.	24
Figura 11. Frecuencia de detección de cámaras para coyote.	25
Figura 12. Frecuencia de detección de cámaras para lagomorfos.	25
Figura 13. Patrón de actividad del coyote en las 24 horas.	26
Figura 14. Patrón de actividad del coyote por mes.	27
Figura 15. Patrón de actividad de los lagomorfos.	27
Figura 16. Patrones de distribución del coyote, en conglomerados dentro del área de estudio.	34
Figura 17. Patrón de distribución en conglomerado señalando las zonas frías (Azul) y calientes (Rojo).	35

## LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Abundancia relativa de coyote por transecto y por rancho.	23
Cuadro 2. Intervalos de confianza de Bonferroni para la pendiente.	28
Cuadro 3. Intervalos de confianza de Bonferroni para Orientación.	29
Cuadro 4. Intervalos de confianza de Bonferroni para Cobertura.	29
Cuadro 5. Intervalos de Bonferroni para distancia a fuentes de agua.	30
Cuadro 6. Intervalos de confianza de Bonferroni para el Índice de vegetación normalizado (NDVI) en el área de estudio.	30
Cuadro 7. Intervalos de confianza de Bonferroni para el uso de la altura.	31
Cuadro 8. Intervalos de Bonferroni para el uso de la pendiente	31
Cuadro 9. Intervalos de Bonferroni para el uso de la orientación	32
Cuadro 10. Intervalos de Bonferroni para uso de cobertura.	32
Cuadro 11. Intervalos de Bonferroni, índice de vegetación normalizada.	33
Cuadro 12. Intervalos de Bonferroni para la distancia a fuentes de agua	33

## I. INTRODUCCION.

El coyote (*Canis latrans* Say, 1823) es considerado como el depredador generalista de más amplia distribución en Norte América, esto a pesar de los múltiples esfuerzos del hombre por controlar y reducir sus poblaciones (Bekoff y Wells 1986). El coyote ha desarrollado la capacidad de adaptarse, sobrevivir y reproducirse en una amplia variedad de hábitats, en donde presenta variaciones desde su distribución, abundancia y conducta, las cuales se encuentran estrechamente relacionadas con la disponibilidad de presas (Bekoff, 1982; Bowen, 1982; Peterson & Thurber, 1993; Bounds & Shaw, 1997).

En las últimas décadas se ha reportado un aumento en el rango de distribución del coyote en México llegando a la península de Yucatán y en Centro América hasta Panamá, Se considera que la expansión ha sido favorecida por diversas actividades antropogénicas, incluyendo la transformación del hábitat mediante la deforestación, el sobre pastoreo, la expansión de zonas agrícolas y la cacería, con lo que se ha provocado la disminución o eliminación de depredadores tope, como el puma (*Puma concolor*) y el lobo gris (*Canis lupus*) los cuales son competidores de esta especie, siendo el ultimo un depredador natural del coyote, estos son considerados los principales factores en contribuir en el éxito creciente de los coyotes (Boyd y O'Gara, 1985; Hidalgo *et al*, 2004).

La mayoría de los estudios efectuados sobre esta especie han sido realizados en los Estados Unidos, en donde se ha generado una gran cantidad de información sobre su distribución, ecología, hábitos alimentarios y comportamiento, lo que ha servido como base científica para la formulación de programas de manejo y conservación.

En el caso particular de México, existe poca investigación sobre coyotes, la mayor parte de los estudios han sido enfocados a sus hábitos alimentarios (Pérez *et al.*,1982; Servín y Huxley,1991; Mills y Knowlton, 1991; Thurber y Peterson, 1991;Harrison, 1992; Holzman *et al.*, 1992; Larivière y Creta,1993; Peterson y Thurber,1993; Aranda y López, 1995; Hernández y Delibes, 1994; Hidalgo *et al.*, 2001). Esto debido a la percepción que se tiene de estos

animales como una plaga, ya que bajo ciertas circunstancias puede alimentarse de ganado, aves de corral y cultivos, ocasionando grandes pérdidas económicas. Enfocados principalmente en trabajos de esta rama, se ha dejado de lado cuestiones importantes, como son estudios biológicos, ecológicos y de comportamiento, dentro de los que se incluyen el uso de hábitat, patrones de actividad, abundancia y distribución de esta especie en ecosistemas mexicanos.

En estudios relacionados con la distribución, se ha reportado que el coyote originalmente habitaba zonas abiertas y pastizales y que en la actualidad ocupa una gran variedad de hábitats, que van desde desiertos, pastizales, llanuras, bosques templados, bosques tropicales y en la actualidad se han reportado en zonas urbanas, esto influenciado por la disponibilidad de recursos (Hidalgo *et al.* 2004; Ponce *et al.* 2005), en algunos de estos ecosistemas el coyote desempeña la función de depredador tope, papel que ha demostrado ser de gran importancia ya que al regular las poblaciones de mesodepredadores, impacta positivamente en las poblaciones de otras especies (e.g. aves) produciendo una serie de efectos en cascada sobre toda la comunidad (Soulé *et al.*, 1998; Henke y Bryant. 1999; Hidalgo *et al.* 2004).

En el desierto Chihuahuense el coyote actúa como depredador dominante y controlador de poblaciones (e.g. lagomorfos y roedores) manteniendo mediante la depredación constante el equilibrio del ecosistema (Hernández y Delibes, 1994; Servín y Huxley, 1995; Servín 1999).

A pesar de ser el coyote una de las especies más estudiadas, aun se sigue generando información nueva debido a las variaciones que presenta en cada uno de los diferentes hábitats. Este estudio busca contribuir y generar información básica referente a los patrones de actividad, abundancia y distribución del coyote en el Área natural protegida Médanos de Samalayuca y establecer si dicha distribución se encuentra influenciada por variables del hábitat como son: la elevación, pendiente, orientación, cobertura, productividad, y distancia a fuentes de agua.

Resultados que se espera puedan servir como pauta para la realización de trabajos posteriores y en la creación de programas de conservación y manejo del coyote a largo plazo en México.

## II. ANTECEDENTES.

En los ecosistemas, los carnívoros tienen un papel crucial en el mantenimiento natural de la biodiversidad (Berger,1999); su función se centra en mantener bajo control las poblaciones de presas y mesodepredadores, evitando que ciertas especies se vuelvan sobreabundantes, logrando con ello el mantenimiento y estabilización de la estructura trófica de los ecosistemas (Paine, 1969). A muchos carnívoros se les reconoce como especies clave o piedra angular, ya que mediante la depredación constante de los principales consumidores impiden el crecimiento de sus poblaciones y evitan que sobrepase su capacidad de carga (Gittleman *et al.*,2001).

Los carnívoros tienden a presentar tamaños poblacionales y tasas reproductivas bajas, ocupan grandes ámbitos hogareños, por lo que requieren de extensiones amplias de tierra para su dispersión (Gittleman *et al.*,2001), existen los carnívoros generalistas y los especialistas, los primeros poseen una ventaja al no tener requerimientos tan específicos, por lo que se adaptan más fácilmente a diversas condiciones, en cuestiones alimenticias y de hábitat. Son especies que pueden explotar una amplia variedad de recursos, asegurando así que su reproducción corra un menor riesgo ante la falta de un tipo específico de hábitat o alimento, caso contrario en las especies especialistas, las cuales se encuentran restringidas a pocos tipos de alimento y se encuentran más vulnerables ante su disminución o pérdida del recurso y también son más susceptibles ante los cambios ambientales, la degradación perdida y fragmentación de su hábitat y son considerados como especies indicadoras de la estabilidad del ecosistema (Bekoff *et al.*,1984; Gittleman *et al.*.,2001) (Weaber y Rabinowitz,1996; Ceballos *et al.*, 2003).

Algunos de los factores más importantes que influyen en la dinámica espacial y estructura social de los carnívoros medianos y grandes son la distribución y abundancia de los recursos alimentarios y la disponibilidad de hábitat adecuado. Factores ante los cuales estas especies se vuelven vulnerables respondiendo de distintas maneras ante los cambios, (e.g. la escasez de alimento, agua o pérdida de hábitat) la respuesta de las especies variara dependiendo del efecto y magnitud de los cambios en el ambiente y del

requerimiento del hábitat o de las características de su historia de vida (Bekoff *et al.*, 1984). Existen algunas especies que presentan altas tolerancias a la fragmentación del ecosistema, pudiendo sobrevivir y progresar en este tipo de ambientes, sobre todo aquellas especies omnívoras o las que no necesitan un tipo de hábitat específico, tal es el caso del coyote (Sunquist y Sunquist, 2001).

#### Descripción de la especie.

El coyote (*Canis latrans*), es un cánido de origen neártico que se cree que originalmente habitaba zonas abiertas y pastizales (Bekoff, 1977). En la actualidad su área de distribución abarca desde Alaska, en América del Norte, hasta la región norte de la república de Panamá en América Central (Bekoff, 1977; Vaughan, 1983), habitando una gran variedad de ambientes, que incluyen tanto pastizales y matorrales desérticos como bosques templados y tropicales (Bekoff, 1977) (Figura 1)

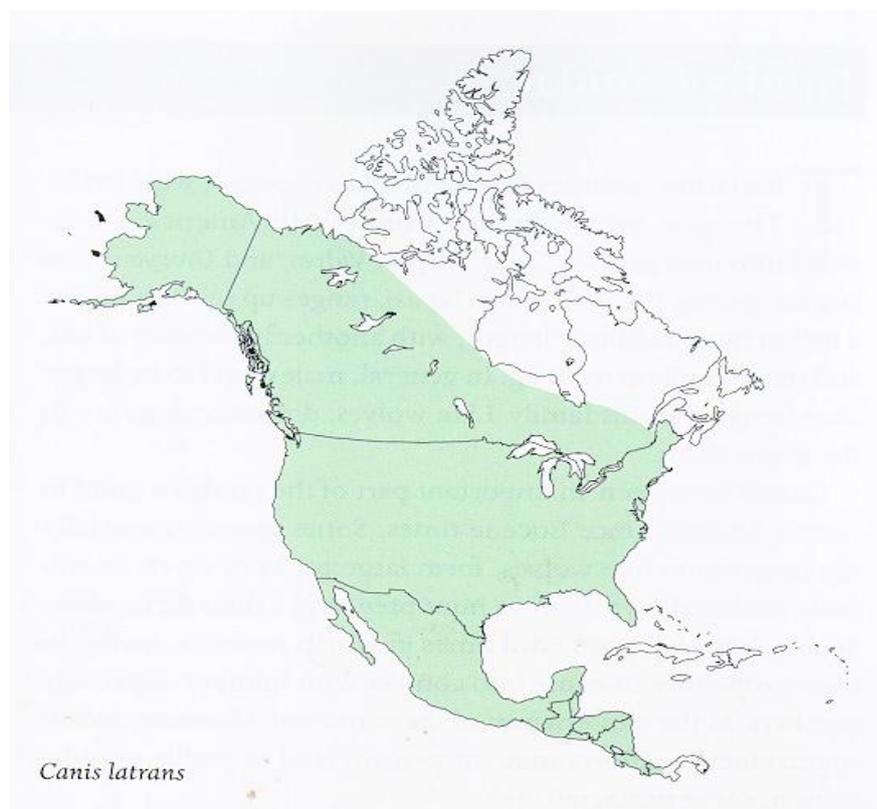


Figura. 1 Distribución actual del Coyote (*Canis latrans*)  
Copyright 1999 The Smithsonian Book of North American Mammals.

Los coyotes son de tamaño medio, siendo los machos más grandes que las hembras (machos de 8 a 20kg y hembras de 7 a 18kg). Son delgados y con

una altura de 60 cm a 1 m y de 1 a 1.35 m de longitud, con una cola de aproximadamente 40 cm la cual siempre llevan hacia abajo y termina en una punta negra, tienen el hocico puntiagudo y las orejas erguidas, su pelaje va de color gris a marrón o marrón rojizo y con el vientre más claro (Bekoff, 1977) (Figura 2).



Figura 2. Morfología del coyote.

Los coyotes son considerados depredadores generalistas, debido a su amplio espectro trófico, su dieta varía en función de la temporada y la abundancia de alimentos, los cuales van desde pequeños y medianos mamíferos (raras veces grandes), hasta semillas, frutos, insectos, aves, reptiles y carroña (Bekoff, 1977; Andelt, 1995). Los coyotes son animales oportunistas que cambian su dieta en base a la presa con mayor disponibilidad o fuente de alimento (Gehrt, 2006). Ellos dependen de su visión, audición y olfato para localizar a sus presas (Whitaker y Hamilton, 1998). Durante los meses de verano, existe la tendencia de alimentarse de pequeños mamíferos, lagomorfos, plantas, aves e invertebrados, mientras que durante los meses de invierno consumen principalmente lagomorfos, roedores y venados (Voigt y Berg, 1999).

Son animales generalmente solitarios o viven en parejas estables que perduran hasta 3 o 4 años., Pueden llegar a formar redes sociales con ámbitos hogareños relativamente pequeños (e.g. de 2 a 4 km<sup>2</sup> en Texas). Los coyotes se comunican y establecen territorios a través de medidas auditivas, olfativas y

visuales. Son considerados animales no territoriales, cuando llegan a ser transeúntes es cuando se reportan ámbitos hogareños más grandes (e.g. de 10 hasta 60 km<sup>2</sup> en Canadá) (Bowen, 1982; Andelt, 1995). La gran variación en los tamaños de ámbito hogareño, se atribuye también a factores tales como la época del año, la condición reproductiva y la densidad de presas (Litvatitis *et al.*, 1986).

En cuanto a su biología reproductiva, tienen un periodo de cortejo y el apareamiento se puede presentar de enero a marzo, durando la etapa de celo de 4 a 5 días y el periodo gestacional de 60-65 días (Bekoff, 1977). Las crías nacen en abril y mayo, el tamaño de camada es de 4 a 7 cachorros. Los coyotes son capaces de controlar el tamaño de sus camadas, esto en base a la disponibilidad de alimento, competencia y depredación (Gehrt, 2006).

Los patrones de actividad de los coyotes, se tienen reportados como una especie de hábitos principalmente nocturnos, aunque en ciertos hábitats presentan un alto porcentaje de actividad diurna, principalmente en áreas en donde no existe presión por parte de los humanos (Andelt, 1995).

En Estados Unidos se han realizado muchos estudios enfocados al coyote, generando la vasta mayoría de la información que se tiene sobre esta especie, incluyendo aspectos sobre su distribución, ecología, hábitos alimentarios y comportamiento. Esta información ha sido la base científica para formular programas de manejo para controlar sus poblaciones, muchos de los cuales en ocasiones no han obtenido el éxito esperado, ya que las poblaciones de coyote siguen en aumento, ocasionando pérdidas económicas que fluctúan alrededor de los 100 millones de dólares al año en ese país (Mills & Knowlton, 1991; Thurber y Peterson, 1991; Harrison, 1992; Holzman *et al.*, 1992; Larivière y Creta, 1993; Peterson y Thurber, 1993; Hidalgo *et al.*, 2004).

La expansión y el éxito de esta especie es resultado de la desaparición de los grandes depredadores y la degradación de los hábitats naturales por la actividad humana., Por ejemplo se ha observado que el lobo (*Canis lupus*) es el controlador natural de los coyotes (Hidalgo *et al.*, 2001), el cual ha sido erradicado en México y ya no se le encuentra en vida silvestre, aunado a esto se encuentra la fragmentación de los hábitats naturales lo que trae como

consecuencia la creación de ambientes heterogéneos que favorecen la presencia de depredadores generalistas como el coyote (Litvaitis y Villafuerte, 1996).

En el caso particular de México los estudios que se han realizado con esta especie, la mayoría se enfocan en los hábitos alimentarios debido a la importancia económica que conlleva esta especie, al alimentarse de ganado, aves de corral y de cultivos. En cada uno de los estudios realizados sobre la dieta, se ven reflejadas las diferencias entre la abundancia, vulnerabilidad de las presas, efectos en la fenología de las plantas y condiciones del clima. Se han realizado estudios de la dieta del coyote en bosques de pino, pino-encino (Aranda *et al.*, 1995; Servin y Huxley, 1991), pastizales (List y Sanchez, 1997), bosques tropicales (Hidalgo *et al.*, 2001), donde se ha encontrado que se alimentan principalmente de mamíferos pequeños y medianos así como de materia vegetal.

Debido a la creciente importancia ecológica y económica de los coyotes en México, es necesario realizar más investigación sobre su biología, ecología comportamiento, abundancia y distribución, obteniendo de esta manera información, que en un futuro pueda ser utilizada para formular programas efectivos de manejo de la especie (Hidalgo *et al.*, 2004 ).

Los estudios en los que se realizan cálculos poblacionales, son básicos, y estos se pueden agrupar en aquellos que se basan en la cuenta total de individuos que componen la población, o bien en aquellos que se basan en la cuenta parcial de los mismos. (Wilson y Delahay, 2001).

Actualmente se utilizan estimaciones poblacionales, las cuales son aproximaciones al tamaño real de la población, basadas en métodos de muestreo que permitan realizar los cálculos de abundancia. Abundancia: Número de individuos que conforman una población. Cuando se expresa este número por unidad de área, entonces se dice que es densidad poblacional. Por otro lado la densidad relativa es la cantidad de organismos presentes en una ocasión de muestreo en relación a otros que pueden estar separados en tiempo y espacio; y puede ser expresado como un índice o frecuencia de

signos u observaciones por unidad estandarizada de esfuerzo de muestreo (Wilson y Delahay, 2001).

En el caso de los carnívoros, (e.g. el coyote) las estimaciones de abundancia por métodos directos son particularmente difíciles dadas las características crípticas; que los hacen muy difíciles de capturar (Gittleman *et al.*, 2001). Por lo que se han desarrollado varios métodos indirectos para su estudio (Wilson y Delahay, 2001).

Dentro de los métodos indirectos se encuentra la estimación de abundancias relativas por medio de conteo de rastros, entre los que se encuentran excretas, pelos, madrigueras, echaderos y huellas (Aranda, 2000). El estudio por medio de huellas presenta la ventaja de no ser invasivo, es un método relativamente sencillo en campo, de bajo costo y es independiente de los horarios de actividad de los organismos (Sadlier *et al.*, 2004). Se ha probado que el uso de las huellas puede ser una buena estimación de la población real (Sanderson, 2004).

### III. HIPOTESIS.

**H1.** Al revisar la literatura, diversos artículos enfocados en los hábitos alimentarios del coyote identifican a los lagomorfos (*Sylvilagus audobonii* y *Lepus californicus*) como parte importante de su dieta, considerando lo anterior, se espera que exista una correlación positiva significativa entre la abundancia de las presas y la del coyote en el área de estudio Médanos de Samalayuca.

**H2.** El área de estudio es una zona desértica, caracterizada por presentar poca precipitación y temperaturas muy extremas, por lo que la distribución del coyote estará asociada a zonas con presencia permanente de agua y con mayor cobertura vegetal.

**H3.** Los patrones de actividad del coyote han sido determinados como principalmente nocturnos y crepusculares, por lo que en el área de estudio se observaran comportamientos similares a los periodos de actividad reportados.

#### **IV. OBJETIVOS.**

- 1) Estimar la abundancia relativa del coyote en el Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca, Chihuahua.
- 2) Estimar la abundancia de lagomorfos y determinar si esta se encuentra correlacionada con la abundancia de los coyotes en el área de estudio.
- 3) Determinar la distribución del coyote en el área de estudio.
- 4) Determinar los patrones de actividad del coyote en el área de estudio.
- 5) Establecer si las variables medidas de: distancia a cuerpos de agua, cobertura vegetal, índice de verdor (productividad), altura, pendiente u orientación, se encuentran influenciando la distribución del coyote en el área de estudio.

## V. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo al noreste del estado de Chihuahua, México, abarcando parte de los municipios de Guadalupe y Juárez, donde está localizada el Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca (Figura 3) cuenta con una superficie de 631.82 Km<sup>2</sup>, se encuentra ubicado a una Latitud N: 31° 21' 55" y Longitud W: 106° 31' 57". Samalayuca es una región con un tipo de clima típico de la porción Norte-Centro del desierto de Chihuahua (Schmidt, 1979), del tipo ucraniano, semidesértico. Siendo en la región con un clima muy seco templado con escasas lluvias en verano e invierno en promedio 160ml/año, con una temperatura media anual entre 12°C y 18° C, y una altura de 1200 msnm (Schmidt, 1979; SEMARNAT 2009).

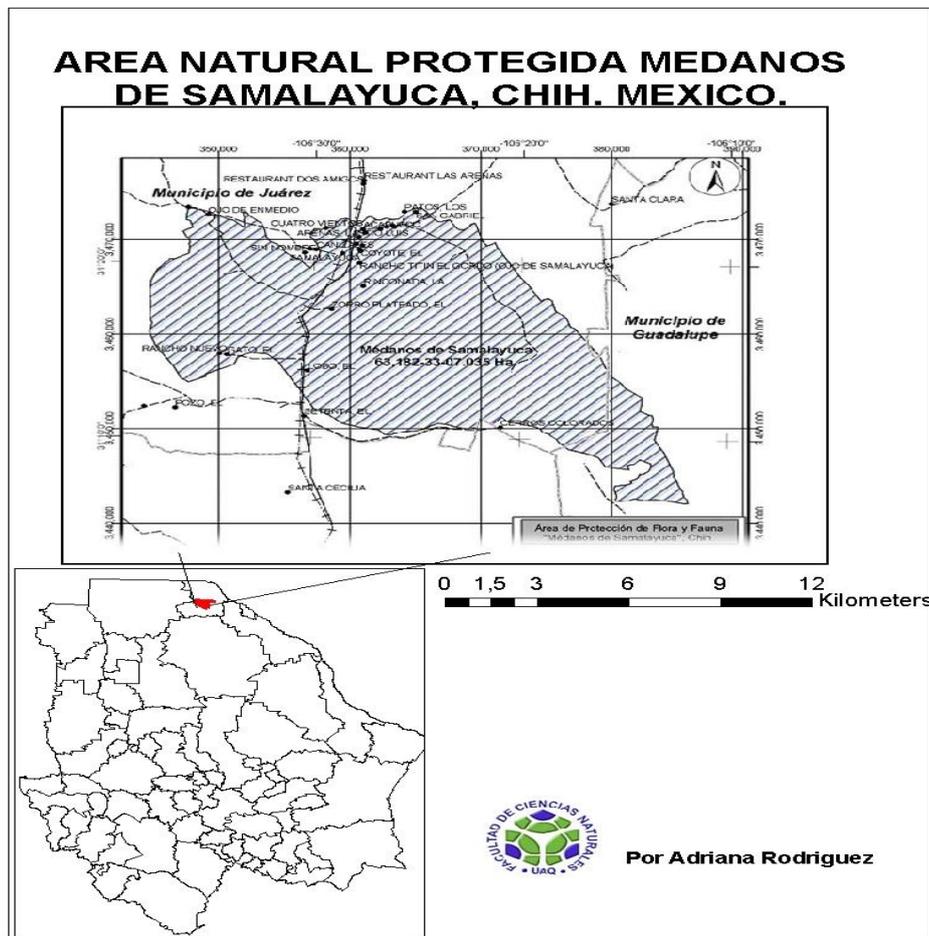


Figura 3. Mapa del Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca (Modificado de SEMARNAT, 2009).

El Área Natural Protegida Médanos de Samalayuca, forma parte del Desierto Chihuahuense, el que se caracteriza por ser un sitio, con alto número de endemismos. En este ecosistema desértico, resaltan los médanos, que constituyen un sistema complejo único de dunas de arena compuestas por dióxido de sílice (SEMARNAT, 2009).

El área de estudio se compone de tres ejidos: Ejido Ojo de La Casa, Ejido Samalayuca y Ejido Villa Luz. El ejido en el que nos enfocamos para este estudio fue el Ojo de La Casa, el cual abarca una superficie de 342.87 Km<sup>2</sup> (Figura 4).

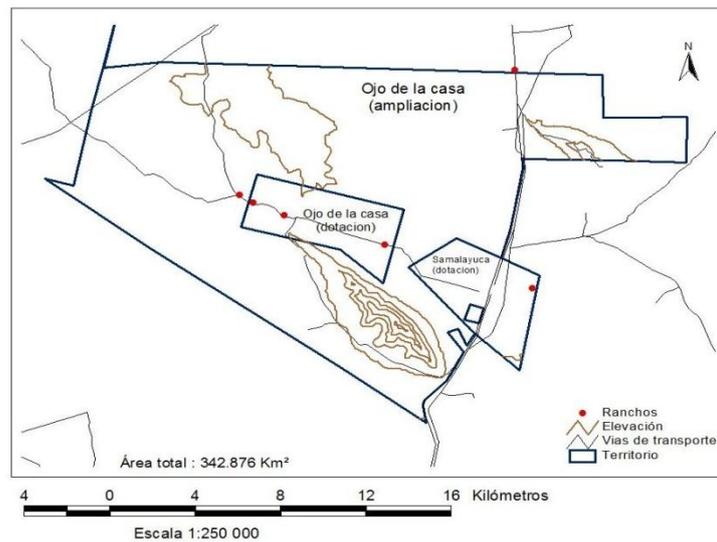


Figura 4. Polígono que delimita el área de estudio Ejido el Ojo de la Casa.

En el Ejido Ojo de la Casa, se distingue una geoforma, la Sierra de Samalayuca, la cual posee una orientación 50° al Noroeste, y presenta una elevación máxima de 1760 msnm, con desarrollo de amplias cañadas hacia el flanco suroeste y escarpes más pronunciados hacia el Noreste (SEMARNAT, 2009).

La Hidrología superficial, es muy escasa en Samalayuca, no hay un flujo superficial de agua excepto después de una tormenta cuando los arroyos transportan agua y las áreas en las partes bajas pueden estar sujetas a inundación. Existen tres manantiales en la región, los cuales se encuentran dentro del área de estudio, que se extienden a lo largo de la línea Noreste iniciando 5 Km al Noroeste de Samalayuca, en el Rancho el Ojo de la Casa,

otro se encuentra 5 Km al Noroeste de este punto conocido como el Ojo de Enmedio, y otro a 2 Km al Noroeste del punto anterior conocido como El Ojo de la Punta, localizado este último en la parte final Noroeste de la Sierra Samalayuca (SEMARNAT, 2009).

La riqueza florística en Samalayuca se reporta constituida por 248 especies de plantas distribuidas en 36 familias, dentro de las más representativas en la región son las familias Poaceae, Asteraceae, Cactaceae y Fabaceae (SEMARNAT, 2009). La vegetación es principalmente desértica con áreas de matorral xerófilo, vegetación rosetofila, gipsofila y halófila, dentro de los que encontramos especies como el mezquite (*Prosopis glandulosa*), la yucca (*Yucca torreyi*), el chamizo (*Atriplex canescens*), la gobernadora (*Larrea tridentata*), el ocotillo (*Fouqueira splendens*) y las cactáceas: el nopal arenero (*Opuntia arenaria*) y (*Equinocactus parryi*) las cuales son especies amenazadas, NOM 059. Existen zonas con presencia humana en donde la vegetación consta de árboles frutales y zonas de agricultura, donde se cultiva: frijol (*Phaseolus vulgaris*), Calabacita (*Cucurbita pepo*), Cebolla (*Allium cepa*), Chile (*Capsicum spp*) y Melón (*Cucumis melo*) (SEMARNAT, 2009).

La fauna de vertebrados en Samalayuca, se ha determinado una riqueza de 154 especies silvestres, con un aproximado de 39 especies de mamíferos, 42 de reptiles, dos anfibios y 54 de aves. Algunos de éstos con presencia temporal. Se ha reportado la presencia de especies amenazadas como el tejón o tlalcoyote (*Taxidea taxus*), la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*) y el tecolote llanero (*Bubo virginianus*) y en peligro de extinción el puerco espín (*Erethizon dorsatum*); y de protección especial la víbora de cascabel (*Crotalus viridis*) y el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis*), contenidas en la NOM-059 (SEMARNAT-2010; Anderson, 1972).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### **Estimación de abundancia de coyote.**

La abundancia del coyote se estimó por dos métodos principales: directos e indirectos. En los directos, se realizaron conteos de observaciones por medio de capturas de ejemplares mediante trampas cámara, obteniendo fotografías. Dentro de los métodos indirectos, se estimaron de abundancias relativas por medio de conteo de rastros, entre los que se encuentran excrementos y huellas (Aranda, 2000).

Se dividió el área de estudio mediante una cuadrícula, creando cuadrados de 4 x 4 km dando un total de 20 cuadrantes de 16km<sup>2</sup>. Dentro de cada cuadrante se realizó un transecto de tres kilómetros de longitud, con una separación mínima de 2 km entre transectos, en donde se colocaron 10 estaciones olfativas, con una separación de 300 m y cinco trampas cámara con una separación de 600 m (Figura 5). El periodo de muestreo fue de nueve meses de junio del 2010 a febrero del 2011.

### **Estaciones olfativas.**

El método indirecto para la detección de coyote fue el uso de estaciones olfativas. Cada estación se preparó limpiando un círculo de 1m de diámetro, sobre el cual se extendió una fina capa de tierra cribada, colocando en el centro atrayentes olfativos de tipo Carmian y Scent predator survey disks®, (Figura 6) los cuales son fabricados para uso específico de canidos (Linhart y Knowlton, 1975; Roughon y Sweeny, 1982; Conner *et al* 1983; Andelt *et al.*,1985; Traviani y Delibes, 1996; Wilson y Delahay, 2001; Warrick y Harris, 2001; Schauster *et al.*, 2002; Sargeant *et al.*, 2003; González-Bernal, 2008).

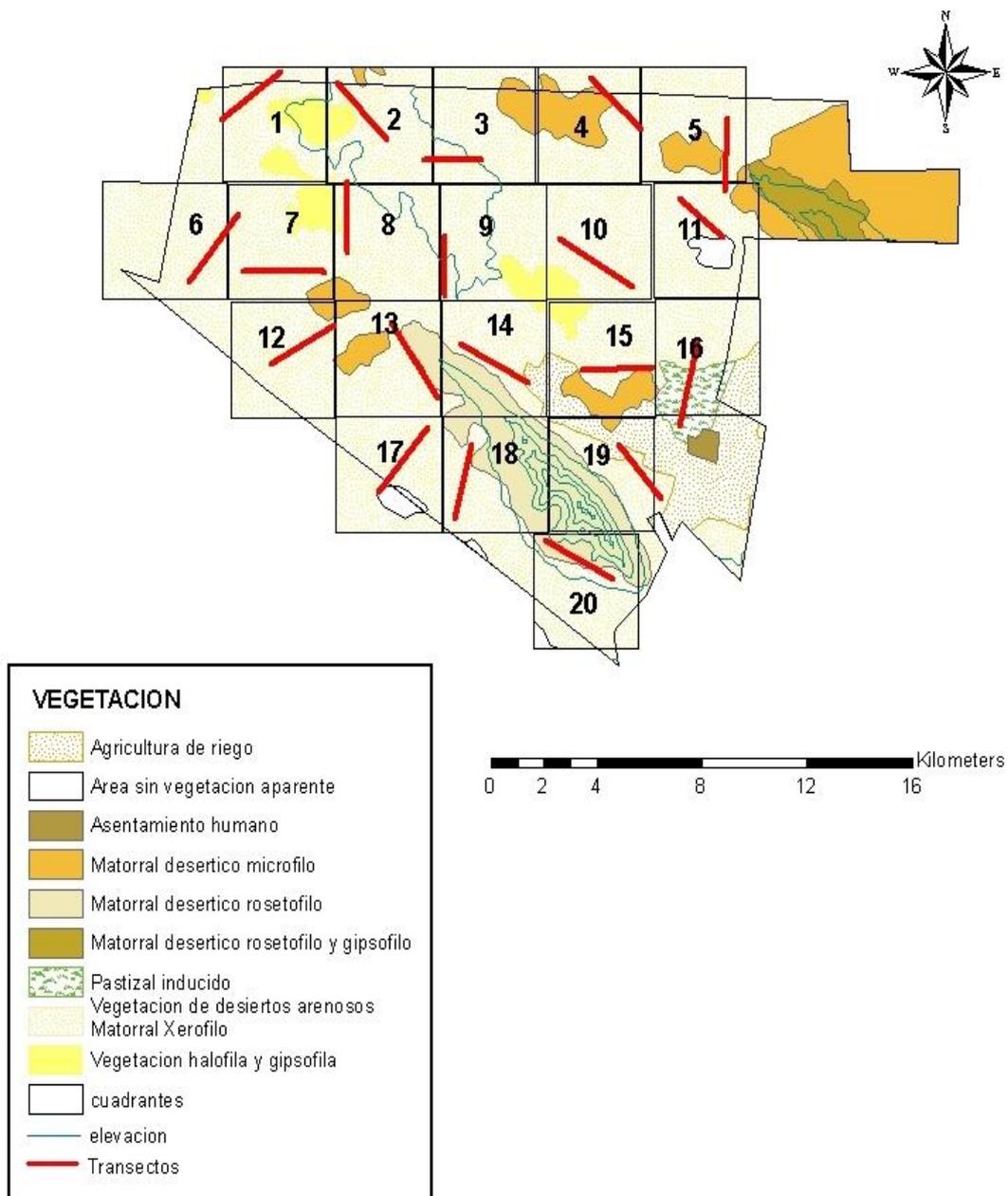


Figura 5. Método de muestreo por cuadrantes, y distribución de transectos dentro del área de estudio, Ejido Ojo de la Casa, Samalayuca, chihuahua.

Se colocaron 10 estaciones olfativas con una separación de 300 m, a lo largo de transectos de tres kilómetros, los cuales fueron colocados arbitrariamente, dentro de cada cuadrante. Las estaciones se dejaron activas durante dos noches consecutivas, para lograr tener un mayor número de eventos, y evaluar si la tasa de visitas se veía significativamente incrementada que al dejarla solamente activa una noche. Las estaciones se revisaron al

amanecer buscando rastros que pudieran determinar si el coyote visitó alguna estación, se registraron y fotografiaron las huellas, las cuales se identificaron con el apoyo de guías de campo (Elbroch, 2003). Cada visita fue definida como la presencia de por lo menos un rastro de la especie.



Figura 6. Estación Olfativa y trampa cámara, colocados en el ejido Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

### **Trampas cámara.**

Se colocaron 15 trampas cámara digitales WILDVIEW EXTREME®, de dos y cinco Mega pixeles, las cuales se programaron para que funcionaran las 24 horas y para tomar una secuencia de tres fotos con una separación de un minuto entre eventos, las cámaras se activaron al detectar movilidad, ya que los equipos cuentan con un sensor de movimiento infrarrojo de alta sensibilidad que activa la secuencia de disparos (Lozano, 2010).

Se colocaron cinco trampas cámara por transecto intercaladas con las estaciones olfativas, lo que da una separación de 600 metros entre una y otra, las cámaras se colocaron frente a las estaciones olfativas, esto con la finalidad de identificar y corroborar que especies visitaron las estaciones así como el calcular mediante este método la abundancia relativa o el Índice de detección de Cámara (IDC) (Boydston,2005) y poderlo comparar con el obtenido por las

estaciones olfativas. Las cámaras se dejaron funcionando por periodos de 7 a 15 días consecutivos, obteniendo así registros fotográficos de coyote, en las cuales aparece integrada la fecha y hora en que se presentó el evento con lo cual también se pudo determinar los patrones de actividad del coyote en el área de estudio (Figura 7).

Índice de Detección de Cámara (Boydston,2005; Gutiérrez-González , 2008)

$$IDC = \frac{f(\text{Numero de fotos por especie})}{t(\text{Numero de noches trampa})} \times 100$$



Figura 7. Ejemplo de registros fotográficos obtenidos por cámaras trampa.

### **Densidad y Abundancia relativa de presas.**

Para estimar la abundancia de liebres y conejos, se hicieron recorridos crepusculares realizando conteos sobre transectos de anchura y longitud variable (promedio de cinco km/transecto), utilizando en la mayoría de los casos los caminos y senderos marcados para de esta manera impactar el hábitat lo menos posible con el vehículo, se utilizaron reflectores de 3 millones de candelas para los avistamientos nocturnos. A cada individuo identificado se le tomo la distancia perpendicular a la que se encontraba del observador, con la ayuda de un distanciómetro Wildgame ®, Con los registros obtenidos se elaboró una base de datos con todas las distancias, y se analizaron con el programa Distance ®, el cual estima las probabilidades de que los animales

sean detectados. Este programa permite calcular índices de abundancia y densidad poblacional en grandes extensiones de terreno (Seber,1982) (Figura 8).

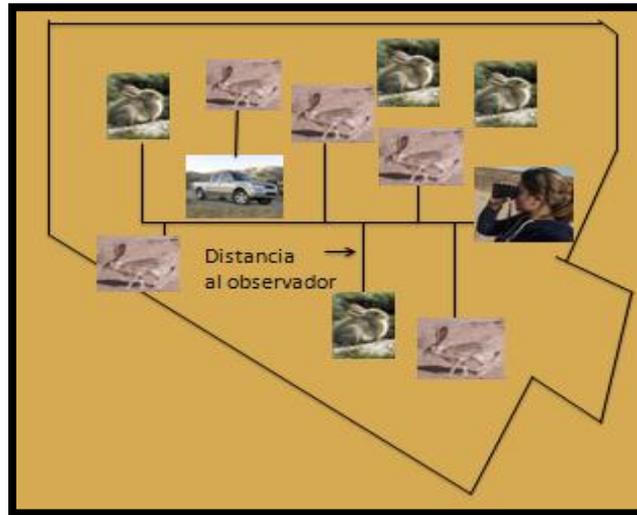


Figura 8. Esquema de un transecto para el conteo de lagomorfos, en el Ejido de Samalayuca, Chihuahua.

### **Análisis de abundancia relativa**

El índice de abundancia relativa (IAR) del coyote se calculó mediante la división del total de visitas a las estaciones, entre el número total de estaciones operables y se multiplico por 100 (Linhart *et al* 1975; Schauster *et al.*, 2002, Wilson y Delahay 2001).

$$IAR = \frac{\text{Total de visitas de cada especie}}{\text{Numero total de estaciones operables}} \times 100$$

Se obtuvo un Índice de Abundancia Relativa (IAR) diario por transecto, después se promediaron para obtener un IAR final por transecto.

Puesto que las distribuciones de presencia-ausencia que se obtienen de las estaciones olfativas, se pueden representar como una proporción, los datos obtenidos en este estudio se pueden representar como una distribución binomial. Una vez definido el tipo de distribución se generó un modelo de regresión simple, con el objetivo de ver si existe correlación entre las variables de abundancia relativa del coyote y abundancia relativa de lagomorfos.

## **Distribución del coyote.**

Los registros obtenidos fueron capturados en una base de datos creada en Microsoft Excel 2000 (v.9.0) donde se asignaron los siguientes campos: número de identificación (ID), género, especie, fecha, tipo de registro (huella, excreta, fotografía o avistamiento), coordenadas UTM-X y UTM-Y.

Esta base de datos se utilizó para crear un sistema de información geográfica del área de estudio por medio del programa ArcGIS 9.3, en el cual se incorporaron todos los registros georreferenciados de coyote y lagomorfos, ubicándolos en un espacio-mapa, utilizando diversas capas de información, a través del INEGI se obtuvo el sistema de elevación nacional, de donde se consiguió la información de la altura y con este mismo formato electrónico y con la extensión spatial analysyt y surface, se obtuvieron las capas de pendiente y orientación.

Para obtener los datos de cobertura, se utilizaron ortofotos con escala 1:20,000 obtenidas del INEGI para el área de estudio. La cobertura se obtuvo relacionando el índice de reflejo espectral, para cada pixel, en donde a mayor reflejo espectral indica que las áreas son más abiertas y por el contrario conforme disminuye las áreas poseen mayor cobertura (ESRI 1999).

La distancia a fuentes de agua, se obtuvieron georreferenciando cada una de ellas (e.g. Ojos de agua, represas, estanques, bebederos) en el área de estudio, y se creó una capa con esta información, después se midió la distancia de todos los registros a las fuentes de agua utilizando el programa Arc View 3.2, mediante la función find distance, creando círculos que miden la distancia alrededor de las fuentes de agua.

Se utilizó un índice de vegetación normalizada (NDVI), basado en una imagen satelital, con una capa de información en donde se muestran las zonas más verdes (Índice de verdor). Este índice toma ventaja del contraste de las características de dos bandas de un conjunto de datos raster multiespectrales, la banda roja absorbe el pigmento de la clorofila y la alta reflectividad de materiales de plantas en el infrarrojo cercano (NIR), estas bandas se

analizaron en Arc- gis, con la extensión spatial analyst y con la función de raster calculator (ESRI 1999).

Posteriormente, se asignaron estos valores a los puntos de registro, utilizando la extensión grid value en Arc View, consecutivamente se creó una capa con el mismo número de puntos a los obtenidos pero distribuidos al azar, mediante la extensión Hawth's tools en ArcGIS con la función(sampling tools) y la opción (generate random points), puntos a los cuales también se les asignaron valores, y de esta manera se pudo comparar la distribución obtenida, con una distribución aleatoria y con la distribución de los lagomorfos. Se observó cuáles variables se encuentran influenciando dicha distribución, aplicando una prueba de la Chi<sup>2</sup> (Daniel, 2010) para detectar diferencias, y en los casos que se detectaban diferencias significativas, se prosiguió a calcular los intervalos de Bonferroni, con los cuales se puede conocer, que valores de las diferentes variables están usando en base a lo disponible, cuales están seleccionando y cuales están evitando, conforme a las siguientes ecuaciones:

$$X^2 = \sum \left[ \frac{(O - E)^2}{E} \right]$$

$$Pt - Z\alpha/2k \sqrt{\frac{Pt(1 - Pt)}{n}} \leq Pt \leq Pt + Z\alpha/2k \sqrt{\frac{Pt(1 - Pt)}{n}}$$

O= Frecuencias observadas

E= Frecuencias esperadas

Pi= proporción de uso

Z $\alpha$ = Proporción de la curva normal (de una cola) al 0.05

2k= doble de k, que es el número de hábitats disponibles

n=total de los registros.

### **Análisis de Patrones de dispersión.**

Existen diferentes patrones de dispersión espacial (conglomerados, uniformes y al azar) los cuales sirven para explicar el comportamiento de las especies en determinados sitios (en relación con la disponibilidad de alimento,

competencia con otros depredadores, en respuesta a las características del hábitat como: la topografía, la presencia de agua, la cobertura vegetal o bien en respuesta a microclimas tales como temperatura, humedad, viento y factores edáficos, etc.) Se calculó el índice de dispersión de David & Moore en el cual la fórmula es la siguiente:

$$I_{D\&M} = \frac{\text{Varianza } (S^2)}{\text{Media muestral } (\bar{x})} - 1$$

Dónde:

$I > 1$  (Distribución por conglomerados)

$I = 1$  (Distribución aleatoria)

$I < 1$  (Distribución uniforme)

Después para corroborar el resultado, se convierte el valor del índice a un valor de  $\chi^2$  (Ji- cuadrada), con la siguiente fórmula:

$$\chi^2 = I(n - 1)$$

Dónde:  $I$  = valor del índice

$n$  = número de transectos o cuadrantes.

El valor obtenido se compara contra el valor de la  $\chi^2$  tabulada y con un intervalo de confianza de 95% o  $\alpha = 0.05$  (Badii *et al* 2011)

Se realizó el análisis de Hot spots en Arc Gis 9,3 que se basa en la interacción de distancia que existe entre los puntos registrados. Se identificó el patrón de distribución asociado, mediante las pruebas locales de Moran y de Getis\_Ord, cuya función se basa en identificar conglomerados y en donde se localizan, las llamadas zonas calientes y frías (hot y cold), (ESRI 1999).

## VII. RESULTADOS.

Se obtuvieron un total de 255 registros de coyote durante el periodo de muestreo, de los cuales 93 fueron huellas, 83 excrementos, 73 fotografías y 6 avistamientos.

### 6.1. Abundancia relativa de coyote.

Con un total de 20 transectos y 388 estaciones olfativas activas, se obtuvieron 196 presencias de coyote, y un índice de abundancia relativa promedio de  $52.8 \pm 64.92$  (Figura 9, cuadro 1).

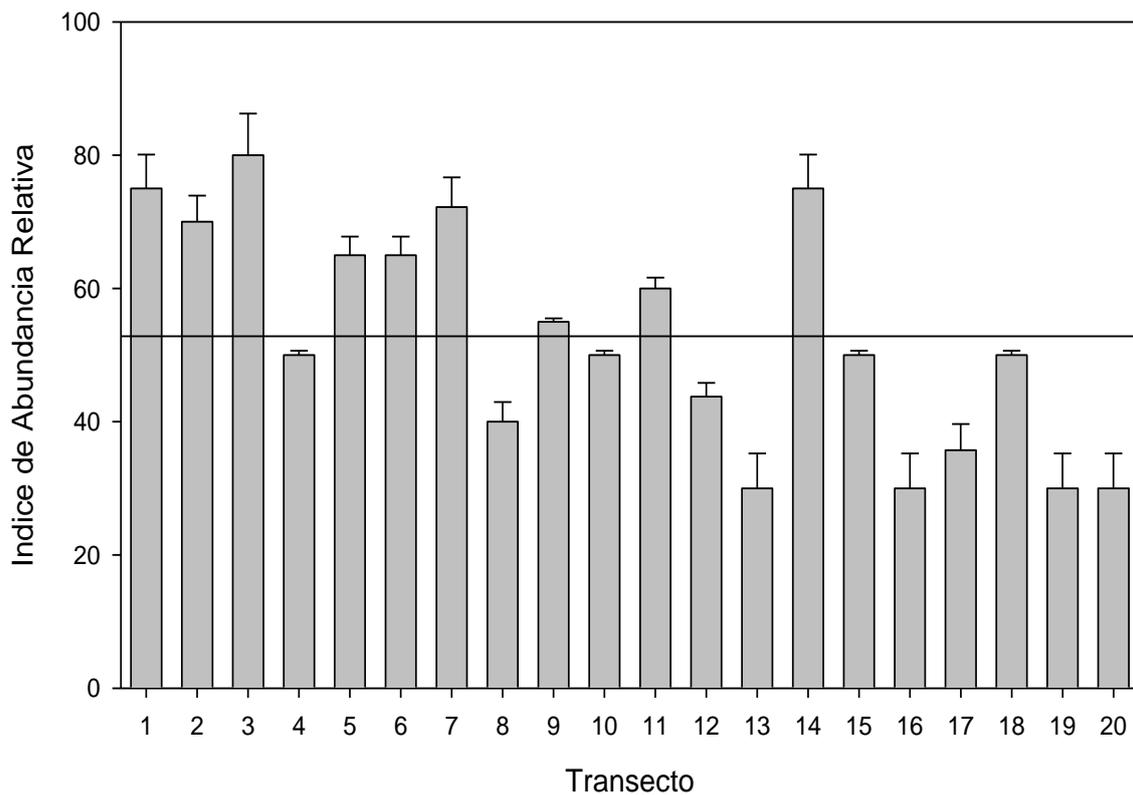


Figura 9. Abundancia relativa del coyote en el área de estudio, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Cuadro 1. Abundancia relativa de coyote por transecto y por rancho, en el área de estudio, el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Localidad	Nombre	Transectos			
		Transectos	IAR Noche 1	IAR Noche 2	IAR Promedio
<b>Ejido Ojo de La Casa</b>	Ojo de En medio	1	70	80	75
	Ojo de la Punta	2	60	80	70
	Rancho el Arco	3	80	80	80
	Rancho el Trake	4	40	60	50
	Sapello1	5	80	50	65
	Rancho Meléndez	6	60	70	65
	Rancho la Mota	7	30	40	72
	Sierra Samalayuca	8	50	30	40
	Sapello 2	9	40	70	55
	El Ojo de La Casa	10	40	60	50
	Sierra Precos	11	50	70	60
	Termoeléctrica	12	38	50	44
	Pastizales	13	30	30	30
	Canizales 1	14	40	70	75
	Canizales 2	15	50	50	50
	Canizales-Sapello	16	20	40	30
	Luis Arenas 1	17	14	56	35
	Luis Arenas 2	18	40	60	50
	Rancho Pastrana	19	30	30	30
	Rancho el Vergel	20	20	40	30

Se observó un incremento en la tasa de visitas en la segunda noche de un 10.68%, teniendo un índice de abundancia relativa (IAR) de 45.21 en la primera noche y un 55.89 para la segunda noche.

## 6.2. Densidad y abundancia relativa de lagomorfos.

Durante los muestreos se obtuvieron un total de 193 observaciones, con lo cual se obtuvo un promedio general de abundancia de 174 (Figura 10)

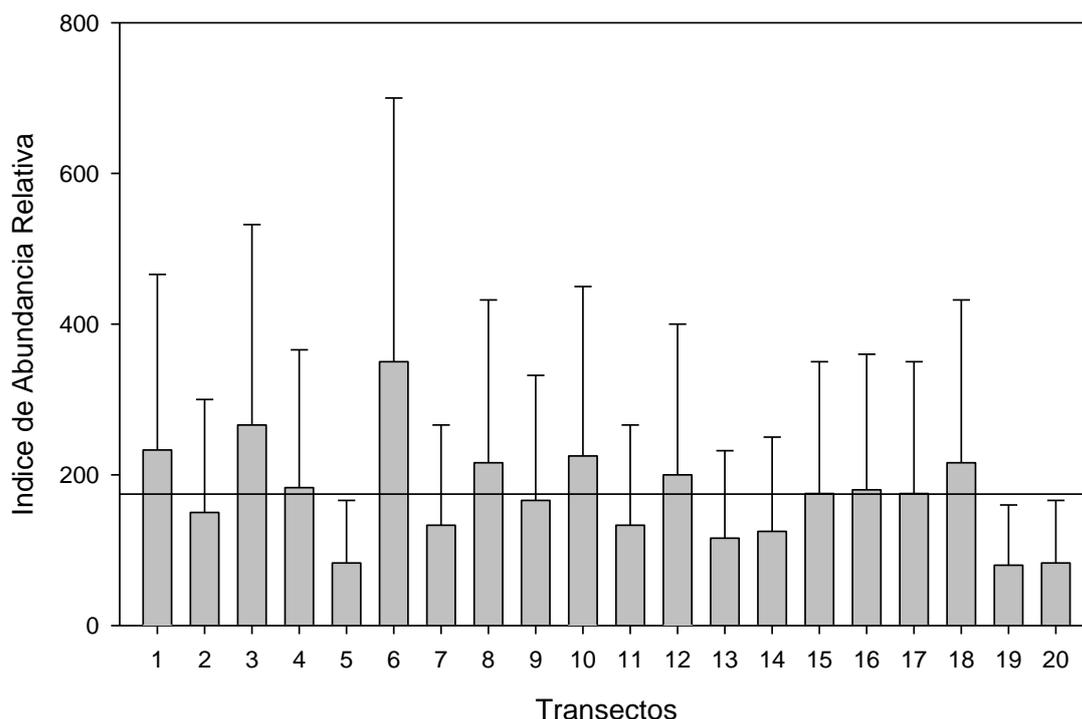


Figura 10. Abundancia relativa de lagomorfos / transecto en el área de estudio, en el Ejido el Ojo de la Casa, en Samalayuca, Chihuahua.

Se obtuvo un estimado de tamaño poblacional de lagomorfos ( $N=1553$ ) y una densidad de ( $D= 4.53 \text{ ind/km}^2$ ) y un índice de abundancia relativa ( $IAR= 174 \pm 1.75$ ), no encontrándose correlación entre abundancia de coyote y lagomorfos, (Pearson de  $R= 0.30$ , y una  $R^2 = 0.06$ ).

## 6.3. Índice de Detección de Cámaras.

En 15 periodos de trampeo, se lograron obtener un total de 73 fotografías coyote y 62 fotografías de lagomorfos, lo cual arroja un IDC de 7.57 para coyote y 6.43 para lagomorfos respectivamente (Figuras 11 y 12).

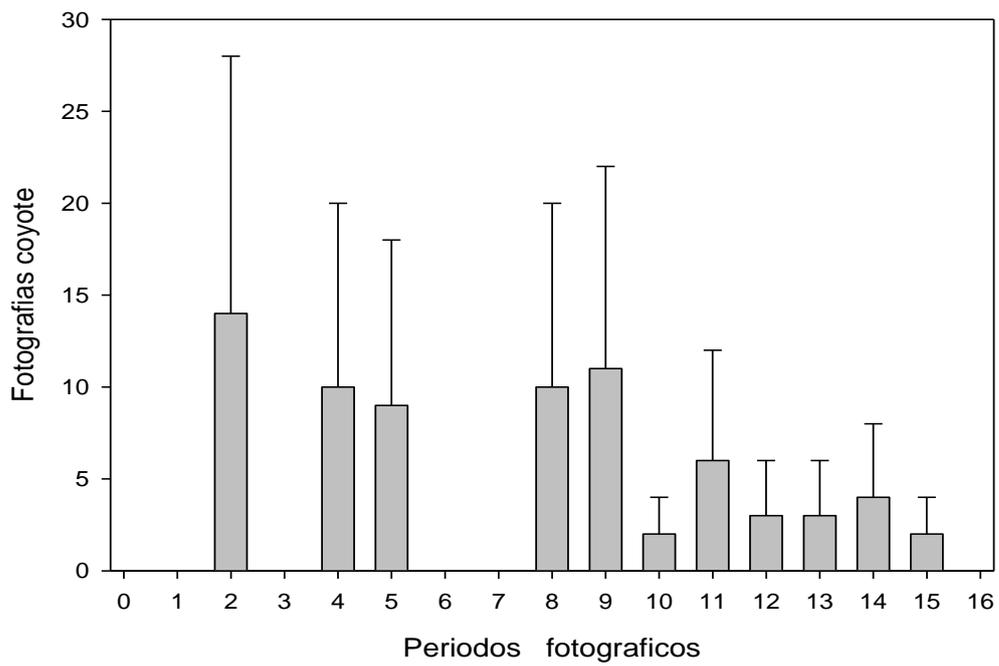


Figura 11. Frecuencia de detección de coyote por las trampas cámara

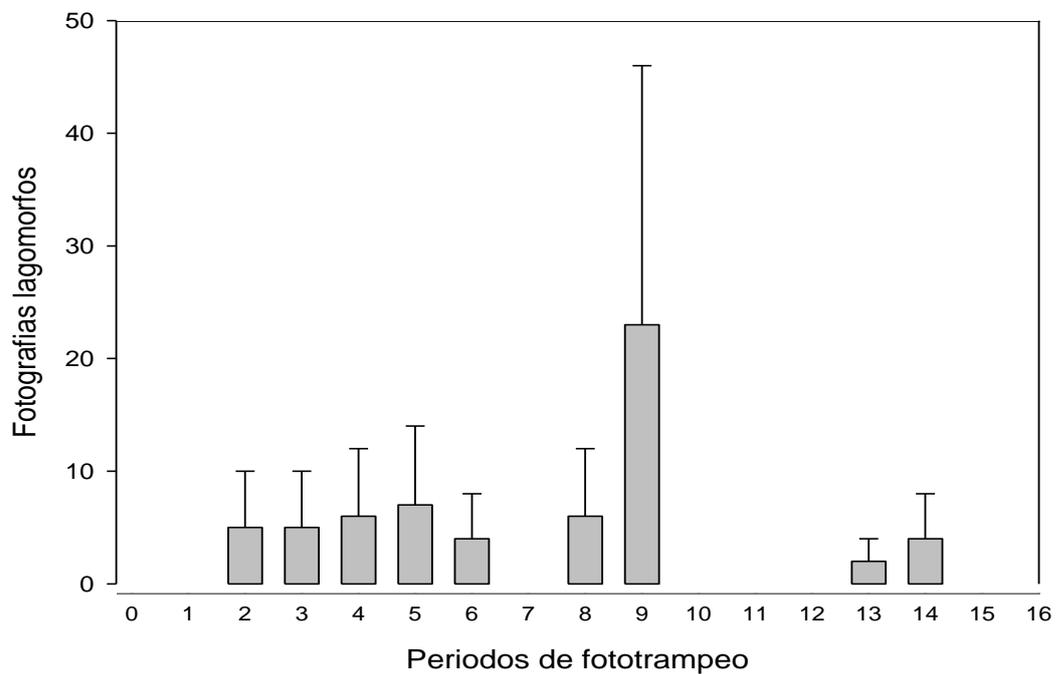


Figura 12. Frecuencia de detección de lagomorfos por las cámaras

#### 6.4. Patrones de actividad

Basado en los registros fotográficos, el coyote se encontró activo a lo largo del día, presentando picos de mayor actividad al anochecer después de 18:00 horas, manteniéndose activo hasta las 8:00 horas, reduciendo considerablemente su actividad en el día, a partir de las 10:00 y hasta 16:00 horas (Figura 13).

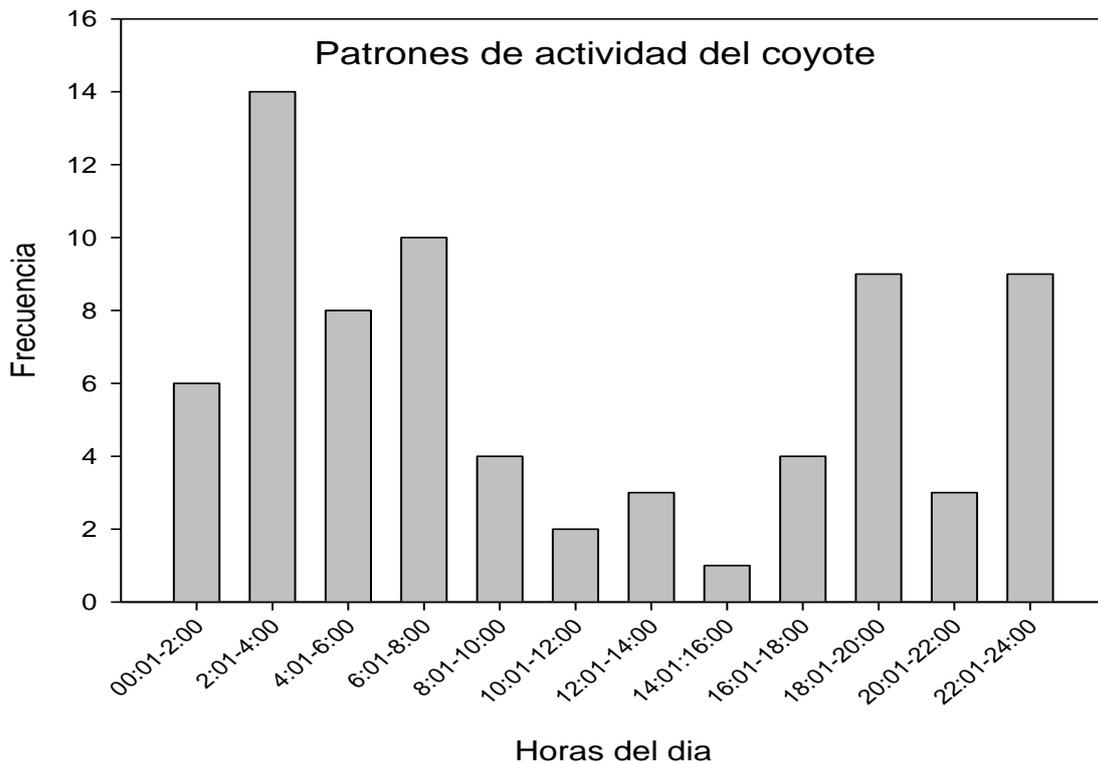


Figura 13. Patrón de actividad del coyote a lo largo de las 24 horas, en el área de estudio, Ejido Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Al dividir las fotografías por mes, se encontró que en los meses que mayor número de registros se obtuvieron fueron los de julio, agosto, enero y febrero, infiriendo que son los meses de mayor actividad, y los meses en los que se reportaron menos registros fueron septiembre, octubre, noviembre y diciembre, incrementando de nueva cuenta la actividad en los meses de enero y febrero (Figura 14).

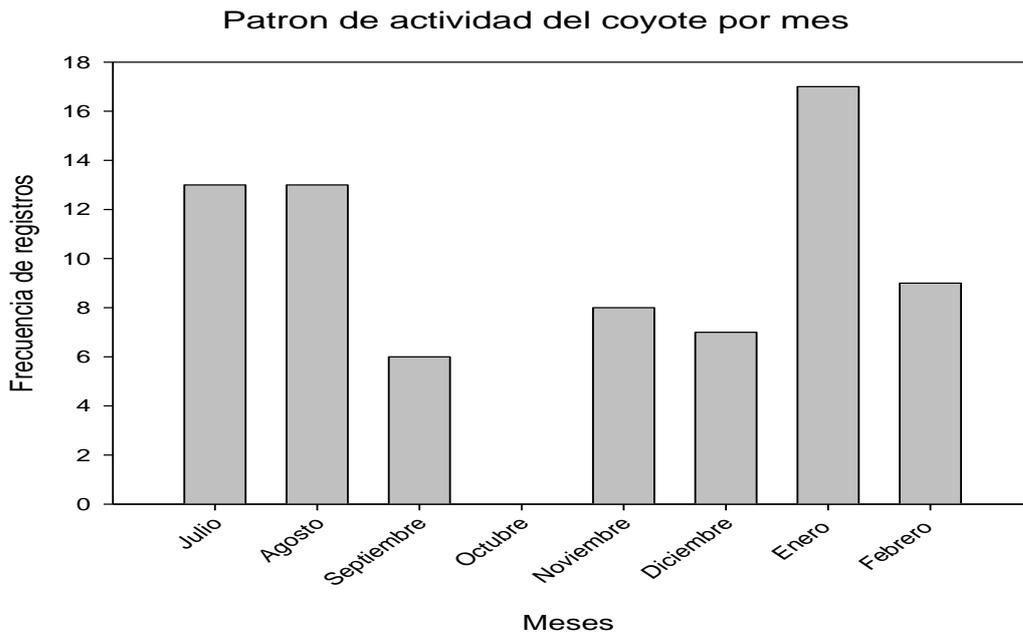


Figura 14. Patrón de actividad del coyote por mes, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Los lagomorfos se encontraron activos gran parte del día, con excepción de las 12:00 a las 16:00 horas en donde reducen su actividad considerablemente. Presentaron picos de mayor actividad en la madrugada, al amanecer y anochecer después de 18:00 horas (Figura 15).

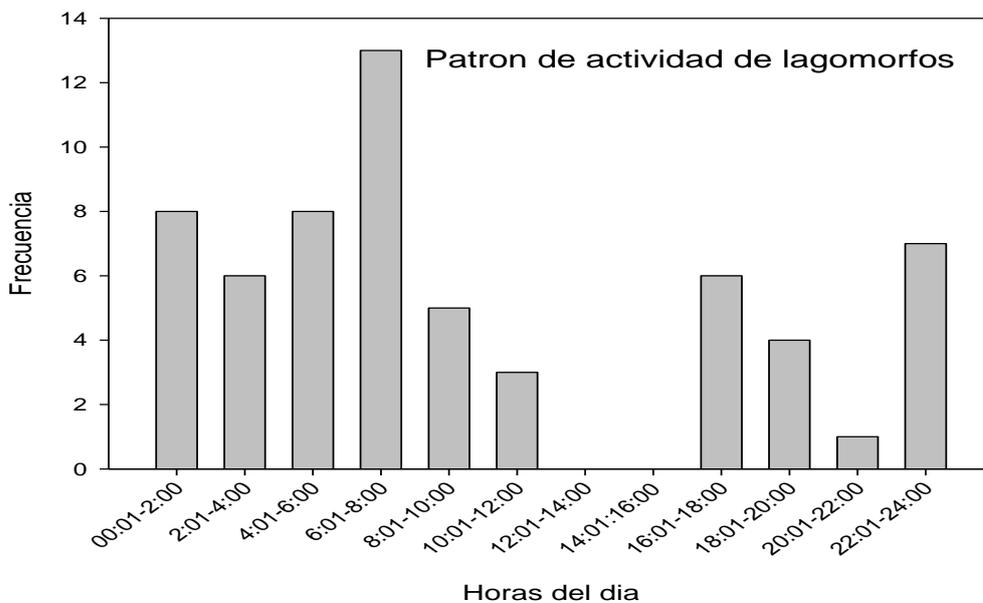


Figura 15. Patrón de actividad de los lagomorfos en el área de estudio, en el área de estudio, ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

## 6.5. Distribución del coyote en el área de estudio.

Se obtuvo un Índice de dispersión ( $I_{D\&M}=5.37$ ) presentado una distribución en conglomerado ( $X^2 =30.144$ ;  $gl= P=0.05$ ).

### 6.5.1. Pendiente

Al comparar los registros obtenidos, contra los de una distribución aleatoria, se encontraron diferencias significativas entre el uso y la disponibilidad de la pendiente ( $X^2=16.919$ ,  $gl=9$ ,  $p=0.05$ ), en donde se observa que están usando en mayor proporción las pendientes de cinco a 20 grados y evitando pendientes menores a los cinco grados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Intervalos de confianza de Bonferroni para la pendiente, dentro del área de estudio, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Pendiente (grados)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-5	199	204	0,839	0,86	(-)	$0,836 \leq 0,839 \leq 0,841$
5.1 a 10	9	8	0,037	0,033	(+)	$0,035 \leq 0,037 \leq 0,038$
10.1 a 15	11	7	0,045	0,029	(+)	$0,043 \leq 0,045 \leq 0,046$
15.1 a 20	9	0	0,037	0	(+)	$0,035 \leq 0,037 \leq 0,038$
20.1 a 25	0	4	0	0,016	(-)	0
25.1 a 30	2	0	0,008	0	(+)	$0,0074 \leq 0,008 \leq 0,0085$
30.1 a 35	0	2	0	0,008	(-)	0
35.1 a 40	7	3	0,029	0,012	(+)	$0,0279 \leq 0,029 \leq 0,030$
40.1 a 45	0	3	0	0,012	(-)	0
45.1 a 69	0	6	0	0,025	(-)	0

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

### 6.5.2. Orientación.

La orientación presentó diferencias significativas entre el uso y la disponibilidad ( $X^2=7.815$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.05$ ), donde se observó uso, en cuanto a mayor número de registros que presentaban orientaciones Norte-Este y Sur-Oeste. Evitando orientaciones Este-Sur y Oeste-Norte (Cuadro 3).

Cuadro 3. Intervalos de confianza de Bonferroni para Orientación en el área de estudio, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Orientación (grados)	Frecuencia observada	Frecuencia esperada	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-90	128	113	0,54	0,476	(+)	$0,532 \leq 0,54 \leq 0,547$
91-180	14	22	0,05	0,092	(-)	$0,0465 \leq 0,05 \leq 0,053$
181-270	70	56	0,295	0,236	(+)	$0,287 \leq 0,295 \leq 0,302$
271-360	25	46	0,105	0,194	(-)	$0,100 \leq 0,105 \leq 0,109$

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

### 6.5.3. Cobertura.

En uso de la cobertura, existieron diferencias significativas entre los rangos, ( $\chi^2=12.59$ ,  $gl=6$ ,  $p=0.05$ ). La mayoría de los registros se concentraron en rangos de 151-160 áreas con cobertura más densa, las cuales se observó que las utilizaron en base a lo disponible, seleccionando áreas de 161-170 en las cuales la cobertura es un poco más abierta, y evitando áreas de 171-200, las cuales son zonas muy abiertas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Intervalos de confianza de Bonferroni para Cobertura en el área de estudio, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Rangos de Cobertura	Frecuencia observada	Frecuencia esperada	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
130-140	6	4	0,025	0,016	(+)	$0,023 \leq 0,025 \leq 0,026$
141-150	10	16	0,042	0,067	(-)	$0,040 \leq 0,042 \leq 0,043$
151-160	40	40	0,168	0,168	(=)	$0,164 \leq 0,168 \leq 0,171$
161-170	78	58	0,329	0,244	(+)	$0,324 \leq 0,329 \leq 0,333$
171-180	80	90	0,337	0,379	(-)	$0,332 \leq 0,337 \leq 0,341$
181-190	22	27	0,092	0,113	(-)	$0,089 \leq 0,092 \leq 0,094$
191-200	1	2	0,004	0,008	(-)	$0,003 \leq 0,004 \leq 0,004$

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) con base a lo disponible.

### 6.5.4. Distancia a fuentes de agua.

Se observaron diferencias significativas en cuanto al uso de la distancia a fuentes de agua en el área de estudio ( $X^2= 18.307$ ,  $gl=10$ ,  $p=0.05$ ). Se observó que estaban usando más de lo disponible las distancias de 0 a 1000 m, de 2000 a 4000 m y de 9000 a 11000 m, y evitando las distancias de 1000 a 2000 m y de 4000 a 9000 m (Cuadro 5).

Cuadro 5. Intervalos de confianza de Bonferroni para distancia a fuentes de agua, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Distancia a fuente agua	Frecuencia observados	Frecuencia esperada	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-1000	32	28	0,135	0,118	(+)	0,133≤0,135≤0,136
1001-2000	42	47	0,177	0,198	(-)	0,174≤0,177≤0,179
2001-3000	63	34	0,265	0,143	(+)	0,262≤0,262≤0,267
3001-4000	42	34	0,177	0,143	(+)	0,174≤0,177≤0,179
4001-5000	8	28	0,033	0,118	(-)	0,031≤0,033≤0,034
5001-6000	7	20	0,029	0,084	(-)	0,028≤0,029≤0,029
6001-7000	6	19	0,025	0,08	(-)	0,024≤0,025≤0,025
7001-8000	9	12	0,033	0,05	(-)	0,031≤0,033≤0,034
8001-9000	9	9	0,033	0,033	(=)	0,031≤0,033≤0,034
9001-10000	9	5	0,033	0,021	(+)	0,031≤0,033≤0,034
10000-1100	10	1	0,042	0,004	(+)	0,040≤0,042≤0,043

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=)

### 6.5.5. Índice de vegetación normalizada.

En el área de estudio se obtuvieron valores del índice de vegetación normalizada (NDVI) de 0.01 a 0.1, que son representativos para ecosistemas desérticos. Se obtuvieron diferencias significativas entre las frecuencias de observadas y la productividad de la vegetación ( $X^2=16.919$ ,  $gl=9$ ,  $p=0.05$ ), al parecer los coyotes están usando la vegetación de mayor productividad (rangos que van 0.06 a 0.08) y evitando las áreas de menor productividad (0.01 a 0.05) (cuadro6).

Cuadro 6. Intervalos de confianza de Bonferroni para el Índice de vegetación normalizado (NDVI) en el área de estudio.

NDVI	Frecuencia Observada	Frecuencia esperada	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0.01-0.020	0	2	0	0,008	(-)	0
0.021-0.030	0	2	0	0,008	(-)	0
0.031-0.040	0	1	0	0,004	(-)	0
0.041-0.050	6	7	0,025	0,029	(-)	0,024≤0,025≤0,025
0.051-0.060	116	130	0,489	0,548	(-)	0,485≤0,489≤0,492
0.061-0.070	92	77	0,388	0,324	(+)	0,384≤0,388≤0,391
0.071-0.080	23	12	0,097	0,05	(+)	0,951≤0,097≤0,098
0.081-0.090	0	3	0	0,012	(-)	0
0.090-0.1	0	1	0	0,004	(-)	0
0.10-0.13	0	2	0	0,008	(-)	0

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

## 6.6.0. Comparación de la distribución del coyote y lagomorfos.

### 6.6.1. Altura

Al comparar la distribución del coyote y lagomorfos, en cuanto al uso de la altura, se obtuvieron diferencias significativas ( $X^2=7.815$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.05$ ) lo que indico que los coyotes utilizaron en mayor proporción a lo esperado en la distribución de los lagomorfos, los rangos de altura de 1197 a 1247 m y de 1350-1400 m, y en menor proporción los rangos de 1248 a 1349 m (Cuadro 7).

Cuadro 7. Intervalos de confianza de Bonferroni para el uso de la altura, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Altura	Frecuencia coyotes	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
1197-1247	121	95	0,51	0.50	(+)	$0.502 \leq 0.51 \leq 0.517$
1248-1298	96	84	0,4	0.44	(-)	$0.392 \leq 0.40 \leq 0.407$
1299-1349	10	9	0,042	0.047	(-)	$0.038 \leq 0.042 \leq 0.045$
1350-1400	10	0	0,042	0	(+)	$0.038 \leq 0.042 \leq 0.045$

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

### 6.6.2. Pendiente.

Se observaron diferencias significativas en el uso de la pendiente ( $X^2=14.06$ ,  $gl=7$ ,  $p=0.05$ ) los coyotes evitan las pendientes de cero a cinco grados, y de cinco a 10 grados la usan en base a lo disponible y seleccionan pendientes de 10 a 20 grados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Intervalos de confianza de Bonferroni para el uso de la pendiente, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Pendiente	Frecuencia coyote	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-5	199	173	0,839	0.920	(-)	$0.836 \leq 0.839 \leq 0.841$
5.1 a 10	9	7	0,037	0.037	(=)	$0.035 \leq 0.037 \leq 0.038$
10.1 a 15	11	5	0,045	0.026	(+)	$0.043 \leq 0.045 \leq 0.046$
15.1 a 20	9	1	0,037	0.005	(+)	$0.035 \leq 0.037 \leq 0.038$
20.1 a 25	0	1	0	0.005	(-)	0
25.1 a 30	2	1	0,008	0.005	(+)	$0.007 \leq 0.008 \leq 0.0087$
30.1 a 35	0	0	0	0	(=)	0
35.1 a 40	7	0	0,029	0	(+)	$0.027 \leq 0.029 \leq 0.030$

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

### 6.6.3. Orientación.

En el uso de la orientación ( $X^2= 7.815$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.05$ ) se observó que están usando más de lo disponible las orientaciones hacia el Norte, Noreste (0-90°) y Sur, suroeste (181-279°), y se observa que están evitando las orientaciones Sureste (91-180°) y Noroeste (271-360°) (cuadro 9).

Cuadro 9. Intervalos de confianza de Bonferroni para el uso de la orientación, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Orientación	Frecuencia coyote	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-90	128	100	0,54	0.53	(+)	0,532≤0,54≤0,547
91-180	14	15	0,05	0.079	(-)	0,0465≤0,05≤0,053
181-270	70	50	0,295	0.265	(+)	0,287≤0,295≤0,302
271-360	25	23	0,105	0.122	(-)	0,100≤0,105≤0,109

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

### 6.6.4. Cobertura vegetal.

El uso de la cobertura, ambos coyotes y lagomorfos, se encontraron en vegetación con más cobertura ( $x^2=12.59$ ,  $gl=6$ ,  $p=0.05$ ), seleccionando rangos que van de 161 a 190 y evitando los de menor rango de 130 a 160 (Cuadro 10).

Cuadro 10. Intervalos de confianza de Bonferroni para uso de cobertura, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Cobertura	Frecuencia coyote	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
130-140	6	5	0,025	0.026	(-)	0,023≤0,025≤0,026
141-150	10	16	0,042	0.085	(-)	0,04≤0,042≤0,043
151-160	40	38	0,168	0.202	(-)	0,164≤0,168≤0,171
161-170	78	51	0,329	0.271	(+)	0,324≤0,329≤0,333
171-180	80	59	0,337	0.313	(+)	0,332≤0,337≤0,341
181-190	22	17	0,092	0.090	(+)	0,089≤0,092≤0,094
191-200	1	2	0,004	0.010	(-)	0,003≤0,004≤0,004

Significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=)

### 6.6.5. Índice de Vegetación Normalizada

En la comparación de áreas de mayor productividad, obtenidas por el índice de verdor (NDVI) se detectaron diferencias significativas ( $X^2=15.507$ ,

gl=8, p=0.05), al parecer los coyotes están usando rangos que van 0.05 a 0.06 en base a lo disponible en el ambiente y están utilizando zonas de 0.06 a 0.08 en mayor proporción a lo esperado y tienden a evitar las áreas con rangos inferiores de 0.01 a 0.05 (Cuadro 11).

Cuadro 11. Intervalos de Bonferroni, para índice de vegetación normalizada (NDVI), en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

NDVI	Frecuencia coyote	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0.01-0.020	0	0	0	0	(=)	0
0.021-0.030	0	0	0	0	(=)	0
0.031-0.040	0	1	0	0.005	(-)	0
0.041-0.050	6	5	0,025	0.026	(-)	0.023≤0.025≤0.026
0.051-0.060	116	116	0,489	0.617	(=)	0.485≤0.489≤0.492
0.061-0.070	92	53	0,388	0.281	(+)	0.384≤0.388≤0.391
0.071-0.080	23	8	0,097	0.042	(+)	0.095≤0.097≤0.098
0.081-0.090	0	1	0	0.005	(-)	0
0.090-0.1	0	4	0	0.021	(-)	0

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=) en base a lo disponible.

#### 6.6.6. Distancia a fuentes de agua.

Comparando las distancias a las fuentes de agua, entre coyotes y lagomorfos también se obtuvieron diferencias significativas ( $X^2=18.307$ , gl=10 p=0.05) en este caso los coyotes aparecen seleccionando distancias mayores que van de 1000 a 4000 m, y usando en menor proporción distancias cortas de 0 a 1000m (Cuadro 12).

Cuadro 12. Intervalos de Bonferroni para la distancia a fuentes de agua, en el Ejido el Ojo de la Casa, Samalayuca, Chihuahua.

Distancia a fuente agua	Frecuencia coyote	Frecuencia lagomorfos	Proporción observada	Proporción esperada		Intervalos de Bonferroni
0-1000	32	41	0,135	0.218	(-)	0.133≤0.135≤0.136
1001-2000	42	33	0,177	0.175	(+)	0.174≤0.177≤0.179
2001-3000	63	31	0,265	0.164	(+)	0.262≤0.265≤0.267
3001-4000	42	23	0,177	0.122	(+)	0.174≤0.177≤0.179
4001-5000	8	12	0,033	0.063	(-)	0.031≤0.033≤0.034
5001-6000	7	15	0,029	0.079	(-)	0,028≤0,029≤0,029
6001-7000	6	11	0,025	0.058	(-)	0,024≤0,025≤0,025
7001-8000	9	8	0,033	0.042	(-)	0,031≤0,033≤0,034

8001-9000	9	8	0,033	0.042	(-)	$0,031 \leq 0,033 \leq 0,034$
9001-10000	9	6	0,033	0.031	(+)	$0,031 \leq 0,033 \leq 0,034$
10000-1100	10	0	0,042	0	(+)	$0,040 \leq 0,042 \leq 0,043$

Nivel de significancia 0.05 (+) Usado más de lo disponible, (-) Usado menos de lo disponible (=).

### 6.5.2 Patrones de dispersión del coyote en el área de estudio.

El coyote en el área de estudio presento una distribución gregaria (Figuras 16 y 17).

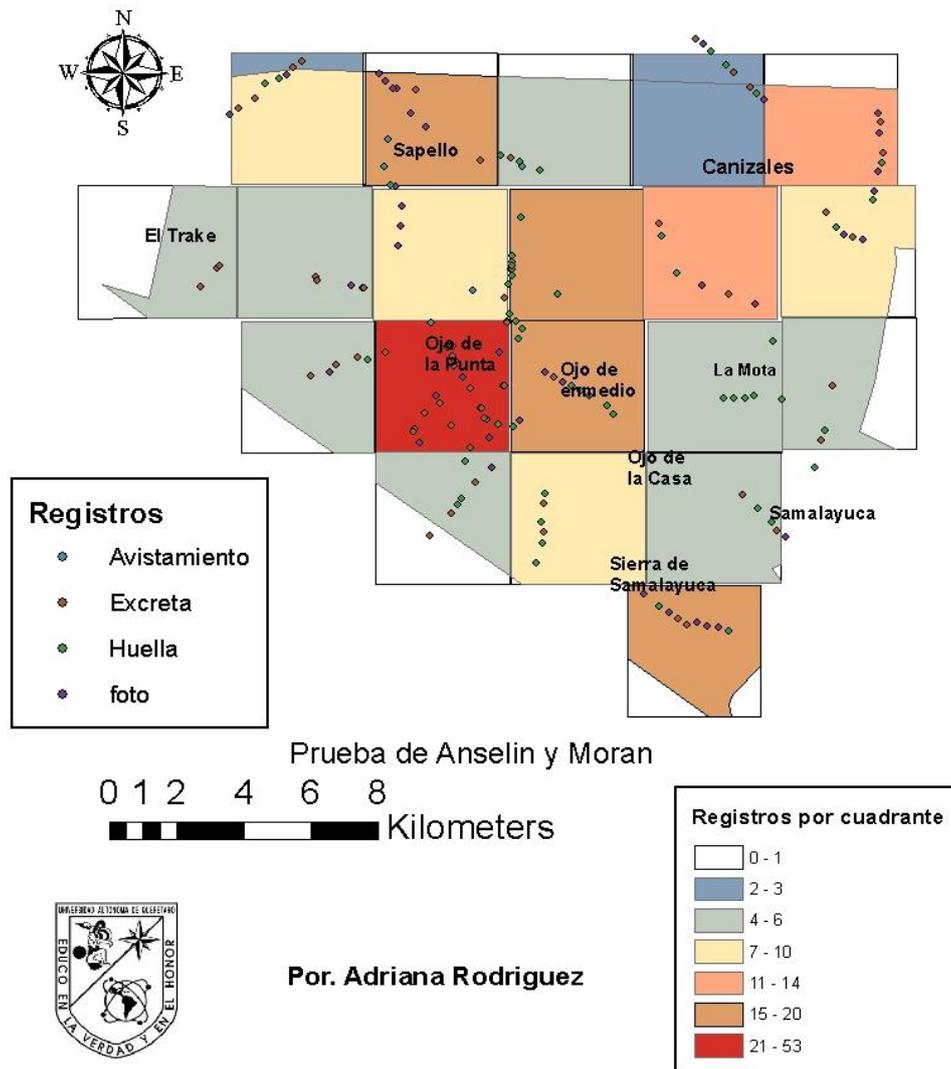


Figura 16. Mapa resultado de la prueba de Anselin y Moran que muestra los patrones de distribución del coyote, en conglomerados dentro del área de estudio.

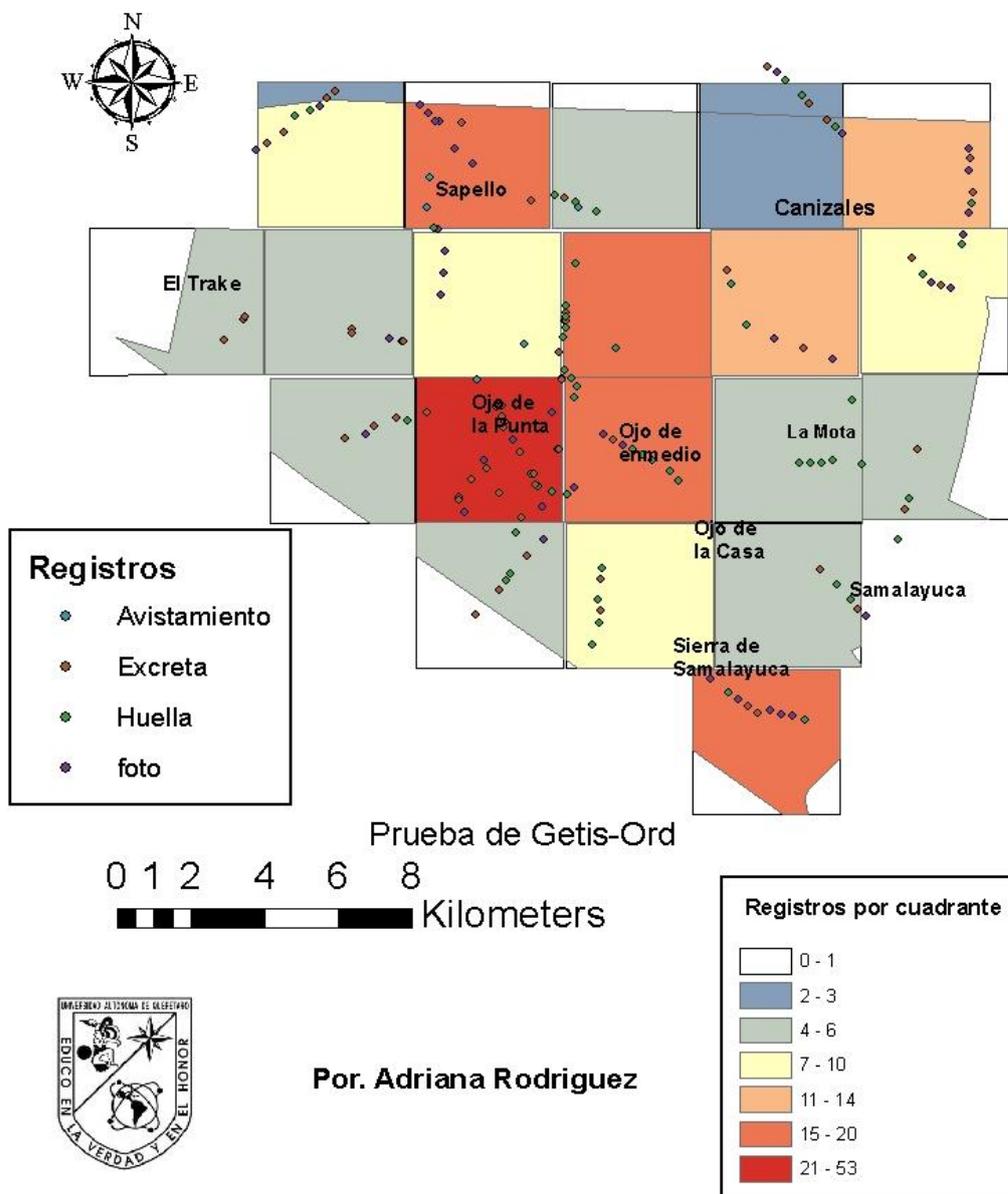


Figura 17. Mapa que muestra los patrones de distribución en conglomerados señalando las zonas frías (Azul) y calientes (Rojo), dentro del área de estudio.

## VIII. DISCUSION.

La abundancia y distribución de las poblaciones de coyote varían en espacio y tiempo, dependiendo de la disponibilidad de los componentes del hábitat, entre los que se incluyen, alimento, agua, cobertura vegetal, topografía y sitios de resguardo, entre otros (Linhart y Knowlton, 1975; Theodore, 1994).

### **Abundancia relativa**

El promedio de abundancia relativa del coyote (IAR=52.8) fue semejante a la reportada en zonas cercanas al área de estudio, como es el caso de Janos, Chihuahua, donde List y McDonald, (1998), obtuvieron un IAR para este canido de 60.1, en zonas donde comparten hábitat con perritos de la pradera (*Cynomis ludovicianus*), mientras que en zonas cercanas, caracterizadas por matorrales y en donde había menor abundancia de presas obtuvieron un IAR de 27. Esta diferencia tan grande en zonas aledañas supone la preferencia o selección del coyote por zonas más abiertas y con mayor abundancia de presas (List y McDonald, 1998).

En otro estudio realizado en Doña Ana, Nuevo México (Windberg *et al*, 1997), reportaron abundancias relativas de 38, con permitida remoción de individuos por cacería, al parecer los resultados obtenidos en este estudio son semejantes a otros elaborados en sitios y zonas similares y cercanas.

Con el objetivo de minimizar el error producido por la posible habituación de los coyotes al cebo utilizado, se determinó (cuando fue posible) los casos en los que un mismo individuo activaba más de una estación (mediante el patrón de huellas por el camino), cuando este fue el caso, las estaciones activadas por un mismo individuo fueron tomadas como un registro. Para evitar este tipo de conflictos en un futuro se podrían intercambiar los cebos o atrayentes utilizados en los transectos (Fagre *et al* 1981; Linhart y knowlton 1975).

La estimación de la densidad para lagomorfos en el área de estudio, fue de 4.53 ind/km<sup>2</sup>, la cual es más baja que la obtenida para Janos, Chihuahua, donde reportan una densidad de 6.28 ind/km<sup>2</sup> (4.92 para liebres y 1.36 para el conejo del desierto) (List y McDonald 1998). Ambas especies de lagomorfos presentan una amplia fluctuación en sus tendencias poblacionales (Windberg *et*

al.1997). Esta variación puede atribuirse a diversas causas, entre ellas a la falta de productividad en el hábitat relacionada a la baja precipitación del desierto o el que la depredación sea muy alta, esta cuestión se convierte en un problema si la trasladamos a las necesidades o requerimientos energéticos de alimento del coyote, en el que se cree que los lagomorfos son sus principales presas. Laundre y Hernández (2002) determinaron las necesidades energéticas del coyote dando el número de lagomorfos necesarios a consumir por año, donde un coyote macho necesita consumir 192 lagomorfos/año y una hembra 162 lagomorfos/año, mientras que durante el periodo reproductivo requieren de un consumo de 37 más. En el área de estudio se podría deducir que los coyotes se están alimentando de otras cosas, podrían ser roedores, presas que Servín (1998) reporta como una de las principales fuentes de alimento del coyote en Mapimi, Durango. Dentro del área de estudio al realizar un análisis cualitativo de excrementos de coyote, se observó que están consumiendo materia vegetal, como mezquite (*Prosopis glandulosa*) y chamizo (*Atriplex canescens*). Observaciones corroboradas por Vargas (2011) quien determino que la dieta del coyote en Samalayuca está constituida por mezquite (*Prosopis glandulosa*) y en menor proporción de lagomorfos y roedores.

Debido a esta cuestión se puede entender, el que no esté presente una correlación entre la abundancia de coyotes y la abundancia de lagomorfos, ya que la densidad poblacional obtenida de estos últimos, es relativamente baja comparada con la obtenida en sitios de mayor productividad, en donde quizá pueda encontrarse correlación entre ambas especies.

Es importante el mencionar que no se encontraron registros que indicaran que los coyotes estuvieran consumiendo ganado, por lo que al parecer en el área de estudio, el coyote no es causante de pérdidas económicas, pudiéndose deber a que la disponibilidad de alimento es suficiente, ya que al no haber disponibilidad de presas naturales, es cuando se reporta un incremento en el consumo de ganado (vacuno, ovino y caprino) así como aves de corral en el área de estudio(Stoddart *et al*, 2001; Sacks y Neal, 2006).

### **Índice de detección de cámaras.**

En estudios que comparan y evalúan la efectividad de diferentes métodos de muestreo de vertebrados, las trampas cámara, son consideradas como un método muy confiable pero recomendable principalmente para estudios con periodos largos de muestreo, ya que para muestreos cortos es más recomendable el muestreo por rastros (Yasuda, M. 2004; Lyra-Jorge *et al* 2008). En este estudio los periodos de muestreo no fueron muy largos, con un promedio de 10 días y con un esfuerzo total de 964 noches trampa, se obtuvo un IDC de 7.57 para coyote y 6.43 para lagomorfos, índices que expresan el número de detecciones esperadas por cada 100 noches trampa, valores que pueden resultar elevados al compararlos con los obtenidos por Gutiérrez-González (2008) en dos zonas semiáridas de Querétaro por este método reporta abundancias de coyote de 1.12 y de 0.96., Al observar estos resultados, se puede inferir que estas diferencias tan grandes entre los dos tipos de ecosistemas, se presentan debido a la selección de las características del hábitat, en donde el coyote generalmente prefiere zonas más abiertas, con pendientes reducidas, con menor presencia de depredadores y mayor disponibilidad de presas (Bekoff, 1977).

Cabe mencionar que se presentaron algunos contratiempos con el uso de las trampas cámaras, entre los que destacan un funcionamiento erróneo del equipo. Durante el invierno, se presentaron nevadas en el área de estudio y algunas de las cámaras se desprogramaron o se apagaron. Por otro lado también se obtuvieron fotos completamente blancas o completamente negras, las cuales no se pudo determinar la causa de activación del movimiento, podría ser el caso de que hubieran sido activadas por coyotes, lo cual tendría un efecto sobre la estimación de abundancia y distribución, ocasionando un mayor sesgo u subestimación por este método. Un problema similar lo reporta Lozano, (2010) en Colombia, donde las trampas cámaras no tuvieron un óptimo funcionamiento, de igual manera se disparaban y no aparecía nada en la imagen, atribuyéndolo a factores como las elevadas temperaturas y humedad de la zona, si esto resulta cierto es factible que las elevadas temperaturas del desierto provocaran estas fallas en el equipo.

## **Patrones de actividad**

Se encontró que los coyotes se hallan principalmente activos durante la noche, al alba y al ocaso, evitando las horas del día en donde las temperaturas suelen ser más elevadas. Esos resultados concuerdan con lo publicado donde se reporta que los coyotes se encuentran activos en horarios cercanos al anochecer o al amanecer (Gipson y Sealander, 1972, Bekoff 1977; Andelt, 1985).

Grinder y Krausman, (2001), exponen que los patrones de actividad del coyote pueden cambiar considerablemente dependiendo del tipo de hábitat, en zonas rurales o en hábitats urbanos, donde el coyote modifica las horas de actividad para evitar tener contacto con humanos. Andelt (1985), coincidió con lo anterior al encontrar que una población de coyotes en Texas, la cual no se encontraba expuesta a explotación humana, exhibía mayor actividad durante el día y recorrían distancias cortas, lo anterior fue atribuido a una proporción de hábitats de calidad, en donde las presas eran pequeñas pero abundantes.

Los meses en el los que más registros fotográficos se obtuvieron y los que se asumen fueron los de mayor actividad: enero, febrero, julio y agosto. Durante los meses de invierno (enero y febrero) se obtuvieron varios registros de parejas de coyotes, esta época corresponde a la época de celo reportada por Bekoff, (1977) en donde menciona que es de enero a marzo, la temporada en que los coyotes entran en estro y consecuentemente buscan aparearse, aumentando su actividad en esta temporada. Durante los meses de verano (julio y agosto), son los meses de mayor productividad en el área de estudio, reflejado por la temporada de lluvias, donde las plantas silvestres producen frutos y en el área con influencia agrícola se lleva a cabo la cosecha de melón, alfalfa y calabacita, frutos que también pueden formar parte de la dieta del coyote en el área (Observación personal). Octubre apareció como el mes en el que menor número de registros se obtuvo, posiblemente debido al corto periodo de muestreo en ese mes.

Los patrones de actividad obtenidos con los lagomorfos, son similares a los que presento el coyote en este estudio, encontrándose principalmente activos en la noche, durante la madrugada y a la salida y puesta del sol,

disminuyendo mucho su actividad en el día. Patrón que se ajusta al comportamiento normal, principalmente para liebres (Best, 1996; Portales *et al* 2004), *Lepus californicus* es una especie principalmente nocturna (Vorhies, 1933), presentando periodos de alimentación vespertinos. Cabe mencionar que en este estudio cerca de un 80% de las observaciones de lagomorfos son referidas a liebres, caso contrario al del conejo del desierto (*Sylvilagus audobonii*), en donde los autores Chapman y Willner (1978), reportan que esta especie es diurna, encontrándose activa en las mañanas y en las tardes y resguardándose en las noches.

### **Distribución del coyote.**

Los individuos dentro de una población raramente se encuentran distribuidos de modo uniforme y los patrones espaciales son determinados, en parte por componentes físicos y bióticos del medio ambiente (Elseth y Baumgardner, 1981). Asimismo Morrisón *et al* (1998) proponen la selección de hábitat por los animales como un proceso de optimización, involucrando factores tales como la disponibilidad de alimento, de agua, la densidad intraespecífica, el tamaño corporal, competidores, depredadores, relieves terrestres, entre otros.

En el área de estudio se observó que la distribución de los coyote era en forma agregada, en donde existen diversas causas que podrían determinar una distribución de este tipo, entre las variables que se tomaron en consideración están: la altura, la pendiente, la distancia a fuentes de agua, cobertura, orientación, el índice de verdor o productividad y la abundancia y distribución de lagomorfos.

Se observó que los coyotes están usando en mayor proporción a lo disponible las pendientes que van de 5 a 20 grados. Sin embargo, en el área de estudio, la mayoría de las observaciones se registraron en pendientes menores a 5 grados, lo que concuerda con la literatura (Mills y Knowlton, 1991), y aunque se sabe que esta especie es altamente adaptable (Bekoff, 1977; Hidalgo-Mihart *et al.*,2004), parece preferir hábitats planos donde se les facilite la cacería (Bekoff, 1977; Mills y Knowlton, 1991).

Al compararlos con la distribución obtenida para los lagomorfos, difirieron en el uso de la pendiente en la cual los lagomorfos prefieren pendientes entre los 0-5 grados, usando en igual proporción pendientes de 5 a 10 grados y evitando pendientes más pronunciadas, mientras que en la orientación se observó que tanto coyotes como lagomorfos están usando las orientaciones hacia el Norte-Este y Sur-Oeste y al ubicar estas orientaciones en los mapas de la región, coinciden con las áreas de mayor productividad y cobertura vegetal, lo cual representa comida y protección a las altas temperaturas, estas áreas se encuentran presentes en mayor proporción a las áreas con orientaciones evitadas y se explica debido a la orientación que presenta la sierra de Samalayuca la cual se encuentra ubicada a 50 grados hacia el noroeste (Rivas, 1999).

Por otro lado, la mayoría de los registros se concentraron en las zonas con mayor cobertura, evitando las zonas despejadas, como el caso de las dunas. Una situación similar se reportó en Mapimi, en donde los coyotes usaban áreas con mayor cobertura vegetal en donde la densidad de presas era mayor (Hernández *et al*, 1993). En el caso de Janos se observó que los coyotes preferían áreas con más vegetación pues ahí corrían menor riesgo de ser cazados y había mayor presencia de presas (List y Sanchez, 1992).

Con respecto a las distancias a fuentes de agua en el área de estudio, se observó que estaban usando más de lo disponible las distancias de 0 a 1 km, de 2 a 4 km y de 9 a 11 km, cabe mencionar que los registros obtenidos de 9 a 11 km, fueron registros que se encontraban cercanos a la carretera y a otros ejidos los cuales no se tomaron en cuenta para este estudio y en los que probablemente tengan acceso a fuentes de agua. Por otro lado, aunque en los resultados se obtuvo que evitaron distancias de 1 a 2 km, se puede decir que en realidad lo estaban usando en base a lo disponible ya que un número considerable de registros se encontraron en este rango de distancia y la diferencia entre las proporciones fue muy pequeña.

Estos resultados explican el comportamiento típico de especies en regiones áridas, donde las zonas provistas con agua son más productivas y como consecuencia hay una probabilidad más alta de encontrar presas para alimentarse, además de que debido a las condiciones típicas del desierto en las

que el agua escasea y las temperaturas son muy elevadas, este recurso se vuelve vital. La escasez del agua puede afectar el comportamiento y la supervivencia del coyote en el desierto chihuahuense, es pues un factor crítico y limitante para el crecimiento de una población (Howard y Del Frate, 1991).

El índice de vegetación normalizada (NDVI) arroja valores típicos (0.01 a 0.1) de ecosistemas desérticos para el área de estudio (ESRI, 1999). El uso de las áreas de mayor productividad coincide con el obtenido para el uso de la cobertura, donde las más usadas presentan rangos que van 0.06 a 0.08 y evitando las áreas con rangos inferiores (0.01 a 0.05), que son las zonas de menor productividad y también de menor cobertura vegetal.

La distribución que el coyote presentó en el área de estudio fue de tipo gregaria, con lo que se puede inferir que en el área de estudio, además de las variables tomadas en consideración, posiblemente existan más causas que dicten este tipo de distribución. Explicaciones validas podrían ser que existen fuerzas de atracción en la población de coyote, (e.g temporada reproductiva, época de crianza, etc.), que se presente una baja competencia intraespecífica, que se hallan detectado familias o manadas establecidas, o bien que el hábitat sea limitado y bueno solo para este tipo de distribución.

## **IX. CONCLUSIONES**

Investigar los factores que afectan la distribución y la abundancia de una población puede proveer valiosa información para el manejo y conservación de las especies.

La abundancia relativa encontrada para el coyote y los lagomorfos en el área de estudio, se asemeja a las reportadas por otros autores en sitios similares.

No se encontró correlación entre la abundancia de coyote y la abundancia de lagomorfos.

Los patrones de actividad del coyote encontrados en el área de estudio coinciden con lo reportado en la literatura, son animales principalmente crepusculares y nocturnos.

La distribución del coyote en el área de estudio se encuentra determinada por diversas variables, entre las que sobresalen la distancia a cuerpos de agua, la cobertura vegetal, la pendiente y la orientación.

La distribución de los coyotes no estuvo relacionada con la distribución de las presas (lagomorfos) en el área de estudio.

Para fines de manejo y conservación, este trabajo proporciona información básica de distribución, abundancias relativas y patrones de actividad del coyote y los lagomorfos en el área de estudio, sirviendo como herramienta para trabajos posteriores.

## X. BIBLIOGRAFIA.

- Andelt, W.F., C.E. Harris and F. Knowlton. 1985. Prior trap experience might bias coyote responses to scent stations. *The Southwestern Naturalist* 30: 317-318.
- Andelt, W. F. (1995) Behavior of coyotes in Texas. University of Nebraska – Lincoln, USA, 7-10.
- Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua. Taxonomy and distribution. *American Museum of Natural History*, 373-375-410.
- Aranda, M., López, y López, L. 1995. Hábitos alimenticios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta zoológica Mexicana*. 65:89-99.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO e Instituto de Ecología, A.C, México, D.F. 212pp.
- Badii, M.H., A. Guillen, E. Cerna y J. Landeros, 2011. Spatial Dispersion: The Essential Prerequisite for Sampling. *International Journal of Good Conscience*. 6(1) 40-71.
- Bekoff, M. 1977. *Canis latrans*. *Mammalian Species*, 79: 1-9. .
- Bekoff, M. 1982. Coyote, *Canis latrans*. In: *Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Economics*, pp. 447-459. Eds. J.A. Chapman & G.A. Feldhammer. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- Bekoff, M. & Wells, M.C. 1986. Social ecology and behaviour of coyotes. *Adv. Study Behav.*, 16: 251-338.
- Berger, J. 1999. Antropogenetic extinction of top carnivores and interespecific animal behavior: implications of the rapid decoupling of a web involving wolves, bears,, moose and ravens. *Proceeding of the Royal Society London*, 266:2261-2267.
- Best, T.L. 1996. *Lepus californicus*. *Mammalian species*. 530: 1-10pp.
- Bounds, D. L. and W. W. Shaw. 1997. Movements of suburban and rural coyotes at Saguaro National Park, Arizona. *Southwestern Naturalist* 42:94–121.
- Bowen, W.D. 1982. Home range and spatial organization of coyotes in Jasper National Park. *Can. J. Wildl. Manage.*, 46: 201-216.
- Boyd, D & O’Gara, B. 1985. Cougar predation on coyotes. *The Murrelet*, 66: 17.
- Boydston, E. 2005. Behavior, ecology and detection surveys of mammalian carnivores in the Presidio Final Report. U.S. Geological Survey, Sacramento, CA. 80pp
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. Medellín. 2003. Mamíferos de México. CONABIO, Instituto de Ecología, Universidad Autónoma de México. México D.F. 582pp.
- Chapman, J. y G. Willner. 1978. *Sylvilagus audobonii*. *Mammalian species*. 106: 1-4pp.

- Conner, M., R. Labisky y D. Progulske, Jr. 1983. Scent-station indices as measures of population abundance for bobcats, raccoons, gray foxes and opossums. *Wildlife Society. Bulletin* 11:146-152.
- Daniel Wayne, W. 2010. *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. 4ª edición. Mexico. Limusa Wiley. 928p.
- Wilson, D.E, and S. Ruff (eds.), *The Smithsonian Book of North American Mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 1999
- Elbroch, M. 2003. *Mammal tracks & sign: a guide to North American species*. 1<sup>st</sup> ed. Stackpole books. 785p.
- Elseth, G.D y K. Baumgardner. 1981. *Population biology*. Van Nostrand, New York.
- ESRI. 1999. ArcView GIS. Version 3.2
- Fagre, D.B, B.A Butler, W.E Howard, and R. Teranishi 1981 Behavioral responses of coyotes to selected odors and tastes. Pages 966-983 in J.A. Chapman and D. Pursley, (Eds.), *Worldwide Furbearer Conf. Proa, Frostburg, MD*.
- Gese, E.M., Rongstad, O.J. & Mytton, W.R. 1988a. Relationship between coyote group size and diet in southeastern Colorado. *J. Wildl. Manage.*, 52: 647-653.
- Gittleman, J.L., S.M. Funk, D.W. Macdonald y R.K. Wayne. 2001. "Why carnivore conservation" En Gittleman, J.L., S.M. Funk, D.W. Macdonald y R.K. Wayne (eds). *Carnivore conservation* Cambridge University Press. United Kingdom. 675pp.
- Gehrt, S. D. (2006) *Urban coyote ecology and management*. The Ohio State University, USA. Bulletin 929, 4-29.
- González Bernal, A. 2008. *Distribución de la zorra del desierto (Vulpes macrotis) en relación a sus presas y a su principal depredador, el coyote (Canis latrans)*. Tesis de maestría. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Grinder, M y Krausman, P. 1999. Home range, hábitat use and nocturnal activity of coyotes in an urban environment. *Journal of wildlife management*. 65:887-898.
- Grinder, M. and Krausman, P. (2001) Home range, habitat use, and nocturnal activity of coyotes in an urban environment. *Journal of Wildlife Management* 65(4), 887-898.
- Gutiérrez González, C.E. 2008. *La comunidad de carnívoros en dos tipos de vegetación de la zona semiárida de Cadereyta, Querétaro*. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- Harrison, D.J. 1992. Dispersal characteristics of juvenile coyotes in Maine. *J. Wildl. Manage.*, 56:128-138.
- Henke, S.E. y F.C. Bryant. 1999. Effects on coyote removal on the faunal community in western Texas. *Journal for the study of Animals problems* 2:252-255.

- Hernández, L., Delibes, M. y Ezcurra, E. 1993. Activity pattern, home range and hábitat preference by coyotes (*Canis latrans*) in the Mapimi Biosphere Reserve of the Chihuahuan Desert, Mexico. *Doñana, Acta Vertebrata* 20:276-282.
- Hernandez, L y Delibes, M. 1994. Seasonal food habits of coyotes, (*Canis latrans*) in the Bolson de Mapimi, southern chihuahuan desert, Mexico. *Zeitschrift für Säugetier kunde.* 59:82-86.
- Hidalgo-Mihart, M. G., Cantú-Salazar, L., López-González, C. A., Martínez-Meyer, E. y González-Romero, A. 2001. Coyote (*Canis latrans*) food habits in a tropical deciduous forest of western México. *American Midland Naturalist* 146:210-216
- Hidalgo, M., Cantú, L., González, A y López C.A. 2004. Historical and present distribution of coyote (*Canis latrans*) in México and Central América. *J. Biogeography.* 31:2025-2038.
- Holzman, S., Conry, M.J. & Pickering, J. 1992. Home range, movements, and habitat use of coyotes in southcentral Georgia. *J. Wildl. Manage.*, 56: 139-146.
- Howard, V.W. Jr y Del Frate G. 1991. Home range and movements of coyotes in the northern chihuahuan desert. *Wildlife Damage Management.* University of Nebraska.
- Larivière, S. & Crête, M. 1993. The size of eastern coyotes (*Canis latrans*): A comment. *J. Mammal.*, 74: 1072-1074.
- Laundre, J.W. y L. Hernández. 2002. Total energy budget and prey requirements of free-ranging coyotes in the Great Basin desert of the western United States. *Journal of Arid Enviroments.* 55: 675-689.
- Linhart, S. B y F. F. Knowlton. 1975. Determining the relative abundance of coyotes by scent stations lines. *Wildlife Society Bulletin.* 3:119-124.
- List-Sanchez, R. 1997. Ecology of the kit fox (*Vulpes macrotis*) and coyote (*Canis latrans*) and the conservation of the prairie dog ecosystem in northern Mexico. Tesis de Doctorado, University of Oxford, Oxford, Reino Unido.
- List, R y D.W. MacDonald. 1998. Carnivora and their larger mammalian prey: species inventory and abundance in the Janos-Nuevo Casas Grandes prairie dog complex, Chihuahua. *Revista Mexicana de Mastozoología.* 3: 95-112.
- Litvaitis, J, J. Sherburne y J. Bissonette. 1986. Bobcat habitat use and home range size in relation to prey density. *Journal of wildlife management.* 50: 110-117.
- Litvaitis, J. y Villafuerte, R. 1996. Intraguild predation, mesopredator release, and prey stability. *Conservation Biology* 10: 676-677.
- Lyra-Jorge MC, Ciocheti G, Pivello VR, Meirelles ST. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: Camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res.* 54: 739-744.
- Lozano, L.A. 2010. Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes en dos coberturas vegetales en el santuario de fauna y flora Otún

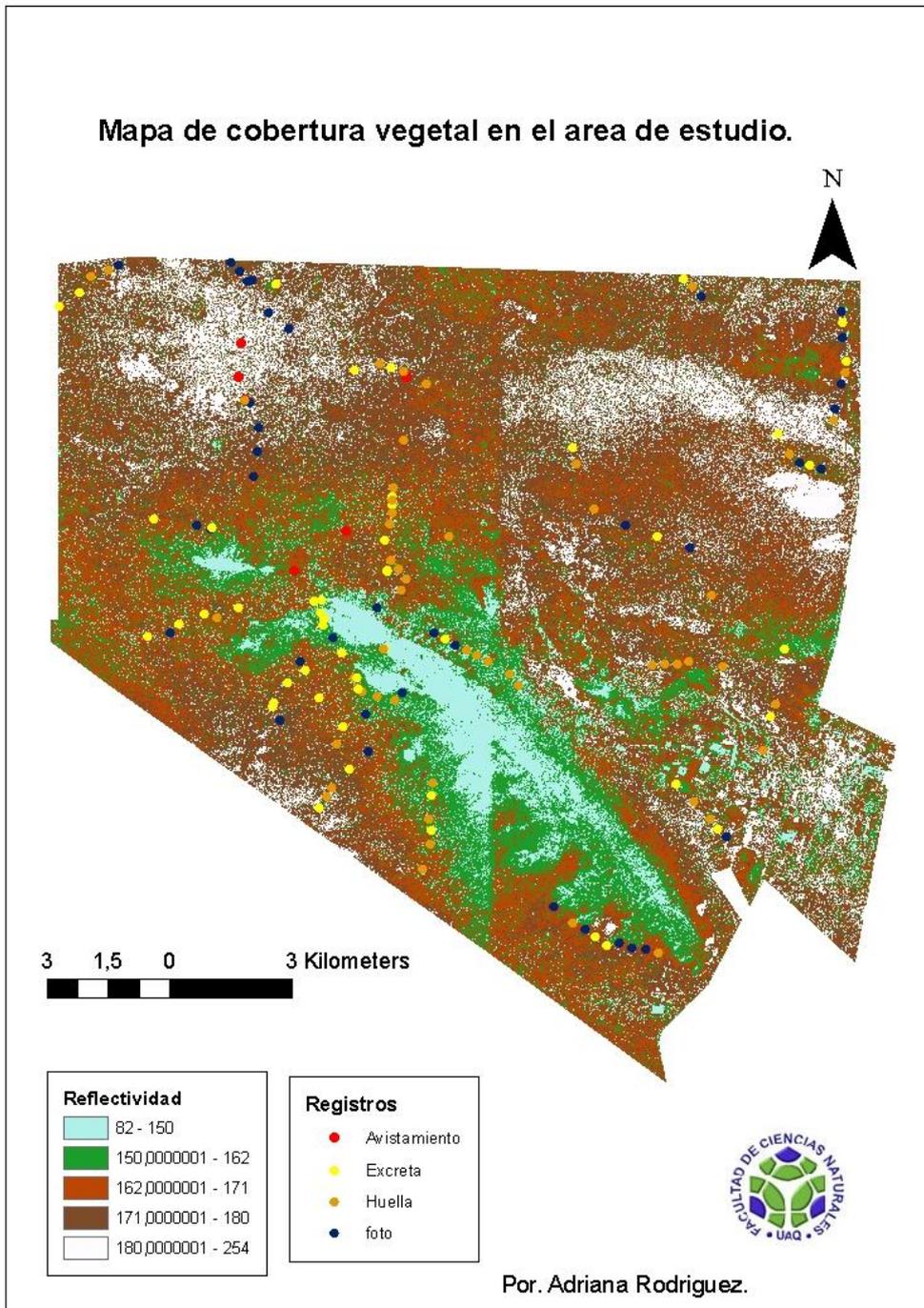
Quimbaya mediante el uso de cámaras trampa. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

- Mills, L.S., & Knowlton, F.F. 1991. Coyote space use in relation to prey abundance. *Can. J. Zool.*, 69: 1516-1521.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot, and R.W. Mannan. 1998. Wildlife habitat relationships Concepts and applications. 2nd edition. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Paine, R.T. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *Am. Nat.* 103:91-93.
- Pérez – Gutiérrez C., Fierro L.C y Treviño J.C. 1982. Determinación de la composición de la dieta del coyote (*Canis latrans say*) a través del año, en la región central de Chihuahua por medio del análisis de contenido estomacal. *Pastizales.*, 13:2-15.
- Peterson, R.O. & Thurber, J.M. 1993. The size of eastern coyotes (*Canis latrans*): A rebuttal. *J. Mammal.*, 74: 1075-1076.
- Ponce, E., Pelz, K y López, C.A. 2005. Coyote Abundance in relation to Habitat Characteristics in Sierra San Luis, Sonora, México. USDA Forest Service Proceedings. RMRS-P. 36:337-340.
- Rivas, R. 1999. Médanos de Samalayuca, un urgente reclamo, una estrategia emergente. *Ciencia y tecnología de la UACJ. Biodiversidad*, Vol 1, num 1, pp. 29-32. México.
- Roughton, R. D. y M. W. Sweeny. 1982. Refinements in scent-stations methodology for assessing trends in carnivore populations. *Journal of Wildlife Management.* 46: 217-229.
- Sacks, N.B. y Neale, C.C.J. 2006. Coyote abundance, sheep predation, and wild prey correlates illuminate Mediterranean trophic dynamics. *The journal of wildlife management.* Vol 71, num 7, pp. 2404-2411.
- Sadler, L.M.J., C. C. Webbon, P.J. Baker y S. Harris. 2004. Methods of monitoring red foxes *Vulpes velox* and badgers *Martes martes*: are field signs the answer? *Mammal Review*, 34:75-98.
- Sanderson, J.G. 2004. Tropical ecology, assessment and monitoring initiative. Camera phototrapping monitoring protocol. The Center for Applied Biodiversity Science y Conservation International. USA. 18pp.
- Sargeant, G.A., P. J. White, M.A. Sovada y B. L. Cypher. 2003. Scent stations survey Techniques for swift and kit foxes en: *The Swift Fox: Ecology and Conservation of swift foxes in a changing world.* M. Sovada y L. Carbyn (eds). Canadian Plains Research Center. University of Regina. Pp 61-89.
- Schauster, E.R., E. M. Gese, y A. M. Kitchen 2002. An evaluation of survey methods for monitoring swift fox abundance. *Wildlife Society Bulletin.* 30:464-477.

- Schmidt, Robert H. Jr. 1979. A climatic delineation of the 'real' Chihuahuan Desert. *Journal of Arid Enviroments*. 2, 243-250.
- Seber, G.A.F.,1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2a, ed. Macmillan, New York: 654pp.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-2001. Gaceta ecológica N/ 62, Legislación ambiental. Instituto Nacional de Ecología. México
- Servin, J.y C. Huxley. 1991. La dieta del coyote en un bosque de pino encino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta ,Zool. Mex.* 44:1-26.
- Servin ,J.y Huxley, C. 1995. Coyote home range size in Durango, Mexico. *Zeitschrift für Säügetierkunde*. 60: 119-120.
- Servín Martínez, J.I.,1999. Ecología y comportamiento de algunos mamíferos carnívoros del Bolsón de Mapimí, Durango. Instituto de Ecología AC. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H225. México D. F.
- Soulé, M.E.,Bolger, D.T.,Alberts, A.C.,Wright,J.,Sorice, M.y Hill, S.1998. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral requiring birds in urban habitat islands. *Conservation Biology*. 2:75-92.
- Stoddart, L.C., Griffiths, R.E y Knowlton, F. 2001. Coyote responses to changing jackrabbit abundance affect sheep predation. *Journal of Range Management*. Vol 54, No. 1,pp. 15-20.
- Sunquist, M.E y F.C.Sunquist. 2001. Changing landscapes: consequences for carnivores. Pag. 339-418. En Gittleman, J.L., S.M.Funk, D.W. Macdonald y R.K. Wayne (eds). *Carnivore Conservation*. Cambridge Univerity Press. United Kingdom. 675pp.
- Theodore, A. 1994. Research and management techniques for wildlife and habitats. Fifth edition: 254-274.
- Thurber, J.M. & Peterson, R.O. 1991. Changes in body size associated with range expansion in the coyote (*Canis latrans*). *J. Mammal.*, 72: 750-755.
- Travaini, A. R. Laffitte y M. Delibes. 1996. Determining the relative abundance of European red foxes by scent-stations methodology. *Wildlife Society Bulletin*. 24:500-504.
- Vargas, S. 2011. Dieta de verano del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra de Samalayuca, municipio de Juárez, Chihuahua, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- Voigt, D. R. and Berg, W. E. (1999) Coyote. Wild furbearer management and conservation in North America, Chapter 28, 345-353.
- Warrick, G.D. y C.E. Harris. 2001. Evaluation of spotlight and scent- station surveys to monitor kit fox abundance. *Wildlife Society Bulletin*. 29: 827-832.

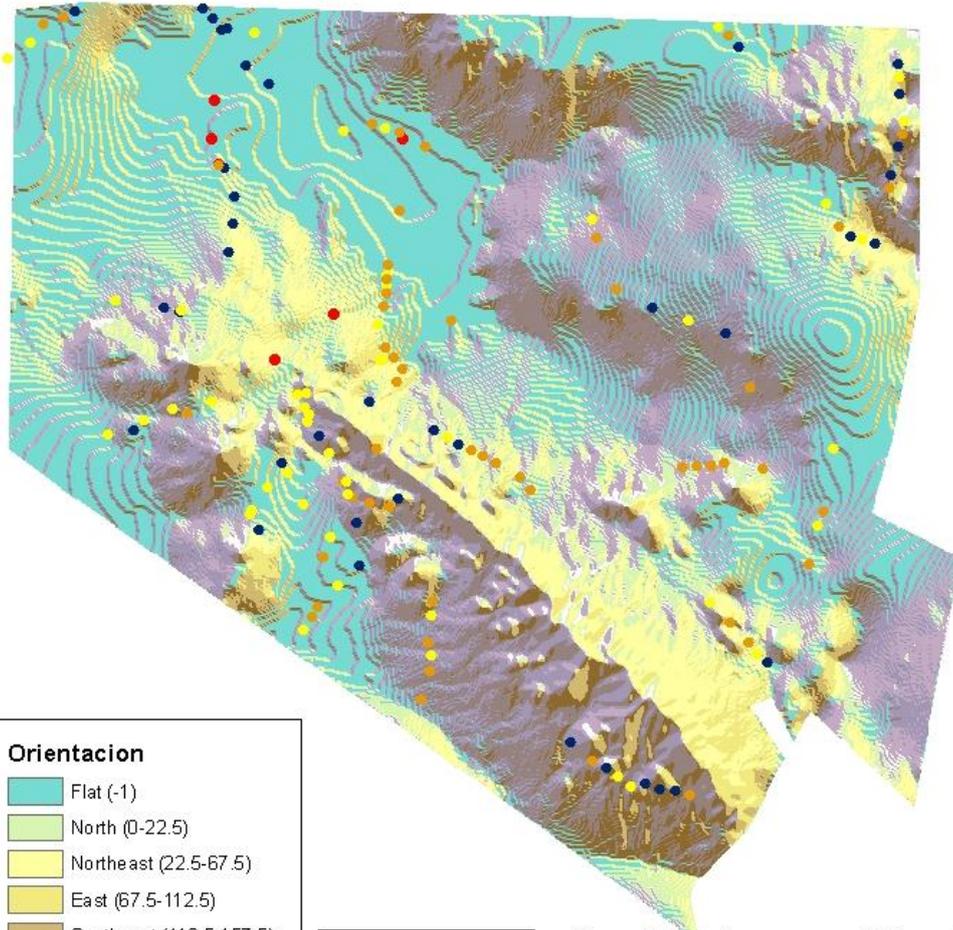
- Weaver, W. y A. Rabinowitz. 1996. A global perspective on large carnivore conservation. *Conservation Biology*, 10:1046-1056.
- Wilson, G. J y R. J. Delahay 2001. A review method to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observations. *Wildlife Research*. 28:151-164.
- Whitaker, J.O. and Hamilton, W.J. (1998) *Mammals of the eastern United States*. Third Edition. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York, USA.
- Yasuda M. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal study*. 2004; (29): 37-46.

**ANEXOS.**



**Figura 16. Mapa de cobertura vegetal en el área de estudio.**

### Mapa de orientacion en el area de estudio.



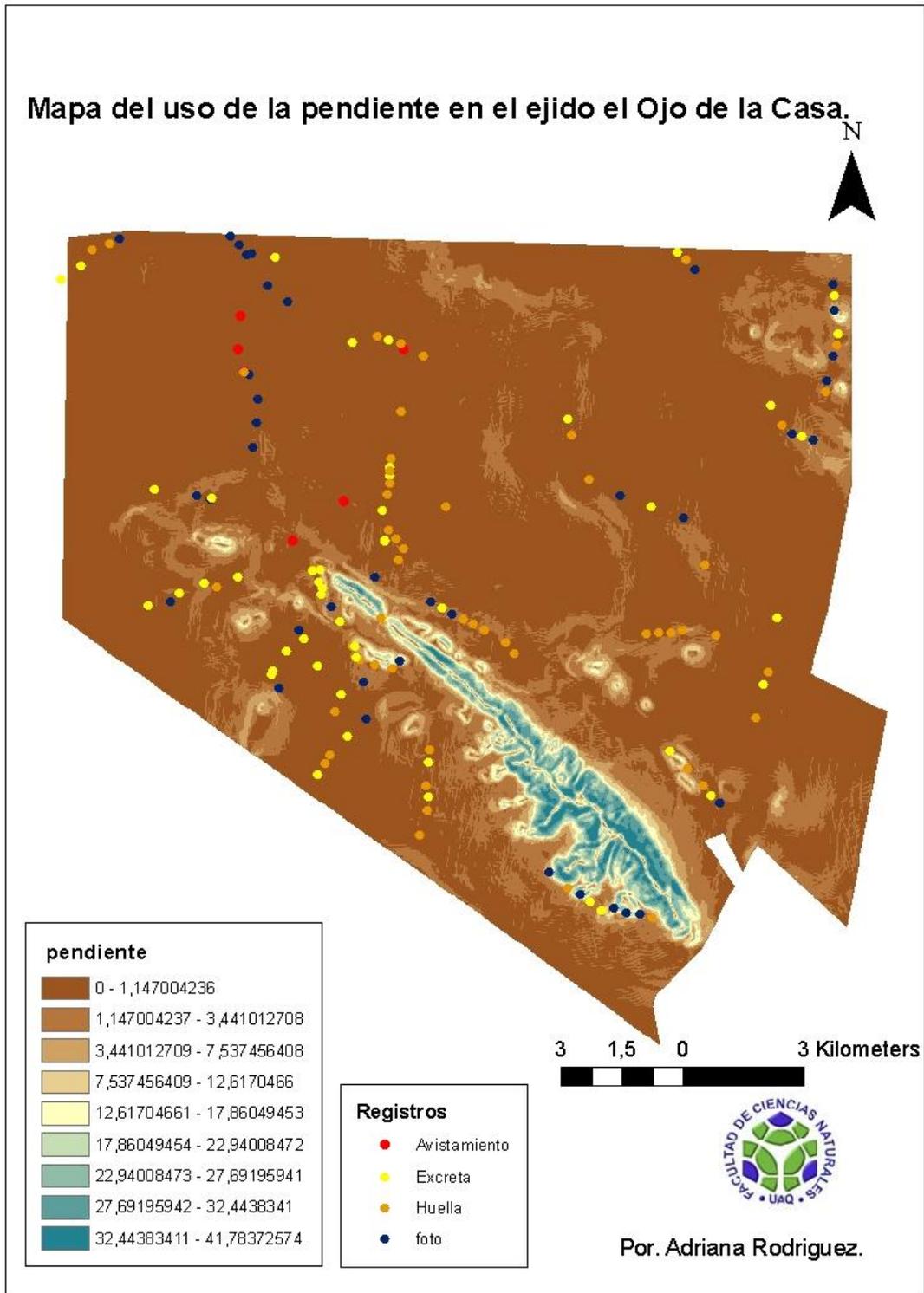
Orientacion	
	Flat (-1)
	North (0-22.5)
	Northeast (22.5-67.5)
	East (67.5-112.5)
	Southeast (112.5-157.5)
	South (157.5-202.5)
	Southwest (202.5-247.5)
	West (247.5-292.5)
	Northwest (292.5-337.5)
	North (337.5-360)

Registros	
	Avistamiento
	Excreta
	Huella
	foto

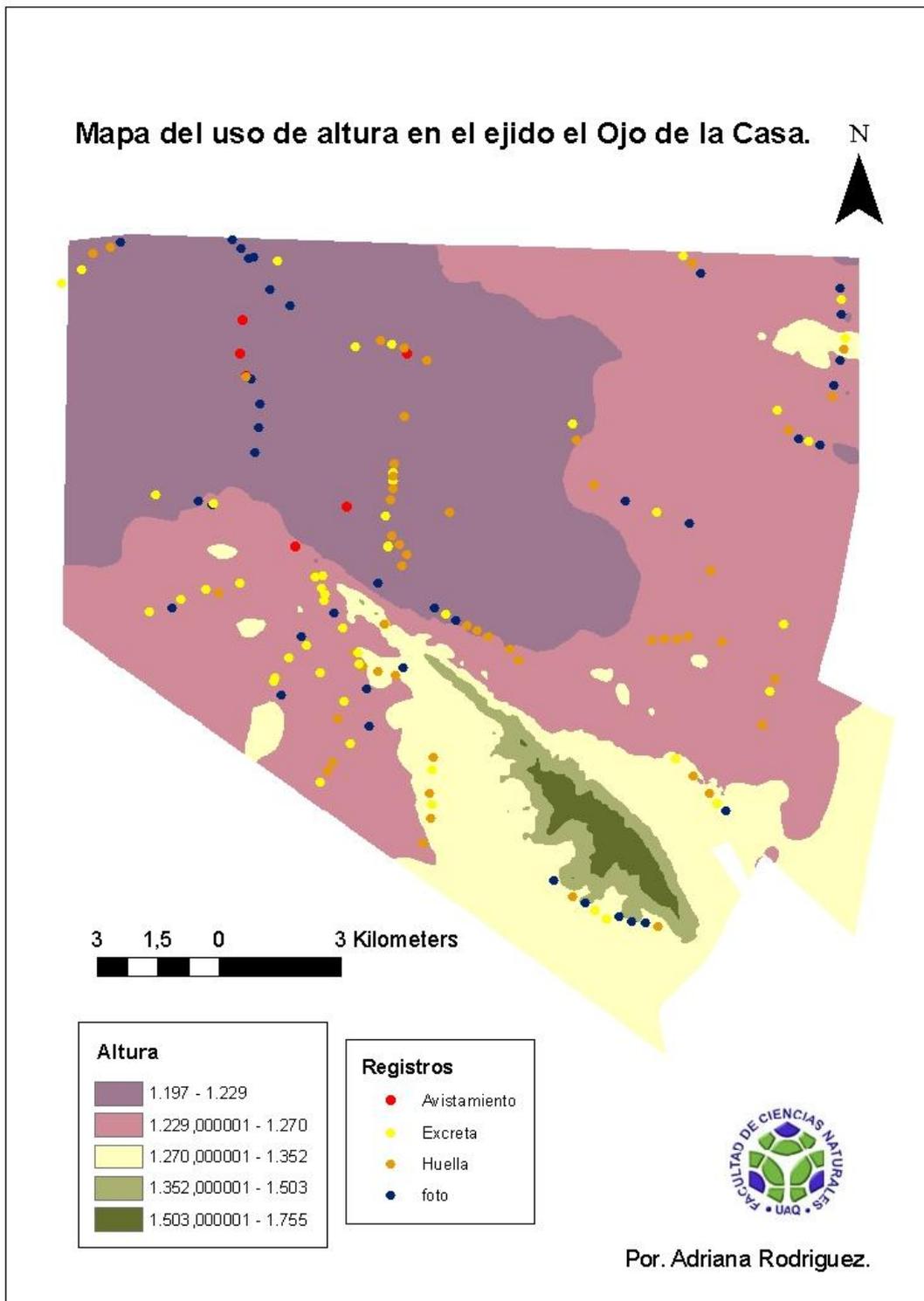


Por. Adriana Rodriguez.

Figura 17. Ubicación de los registros sobre el mapa de orientación del área de estudio.



**Figura 18. Ubicación de los registros sobre el mapa de pendiente en el área de estudio.**



**Figura 19. Ubicación de los registros sobre el mapa de altura en el ejido el Ojo de la Casa.**

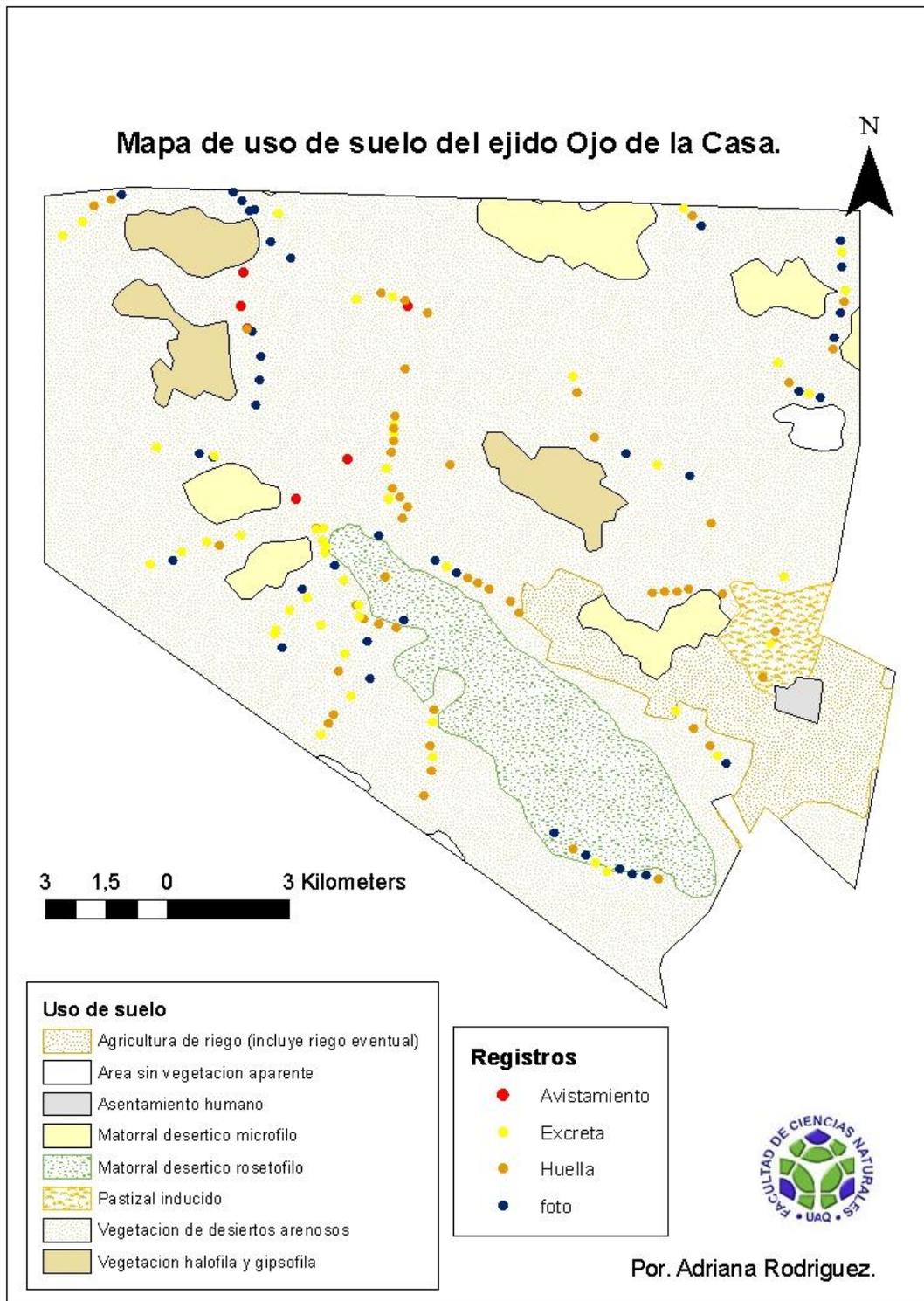


Figura 20. Ubicación de los registros en el mapa de uso de suelo en el ejido Ojo de la Casa.

## Proximidad a las fuentes de agua

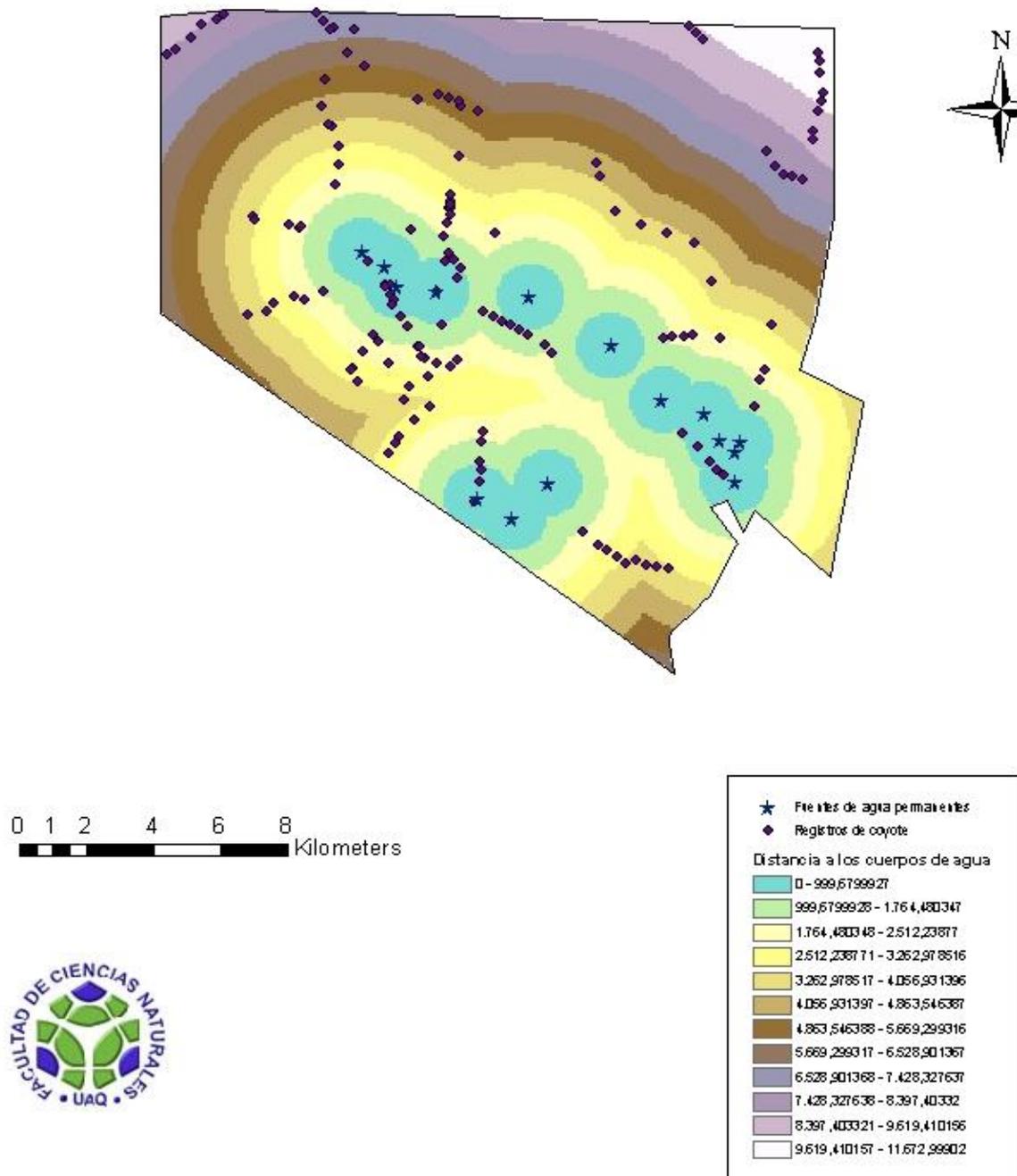


Figura 21. Ubicación de los registros y la distancia a fuentes de agua en el área de estudio.