



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

# **El coyote (*Canis latrans*) como dispersor de semillas en un bosque templado de la Sierra Madre Occidental, Durango, México.**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

**Orta López John Winston**

Matrícula  
2113027322

ASESOR:  
Dr. Jorge I. Servín Martínez  
Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre  
Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Xochimilco

México, D.F.

Diciembre de 2019

## 1. Resumen

El coyote es uno de los carnívoros ampliamente distribuido a lo largo del continente americano y en nuestro país se ha determinado su presencia en casi todos los tipos de climas y vegetación, lo que lo convierte en una especie con gran capacidad de adaptación, esto se ha estudiado desde diferentes aspectos de la biología de la especie, uno de estos aspectos son los hábitos alimenticios, ya que a partir de eso se ha podido determinar que el coyote tiene hábitos alimenticios de tipo generalista, lo que le permite hacer uso de una gran variedad de recursos alimenticios y mantener interacciones tróficas con un buen número de especies y una de estas interacciones es la frugivoría, es decir, el consumo de frutos y semillas de distintas especies vegetales. El presente trabajo se basó en comprender de que forma el coyote interfiere en los procesos de dispersión de semillas por medio de la endozoocoria en los bosques templados de la Sierra Madre Occidental. para lo cual se determinaron los hábitos alimenticios estacionales del coyote a partir del análisis y la colecta de 400 excretas. La dieta del coyote estuvo conformada por 6 categorías, para las que se evaluó la frecuencia de aparición (FA) y el porcentaje de ocurrencia (PO), la categoría más consumida fue materia vegetal, seguida por los mamíferos que aparecieron mayormente en la estación de primavera. La dieta estacional tuvo diferencias significativas anuales ( $X^2= 1.419$ ;  $gl= 5$ ;  $P<0.001$ ), se determinaron un total de 15 especies presa, siendo *Juniperus deppeana* la especie más abundante que representó el 68% de la dieta y *Arctostaphylos pungens* con (21%), así como los roedores del género *Peromyscus sp.* (18,5%) y la especie *Sigmodon leucotis* (8%). Se realizó un análisis de diversidad trófica, basados en las métricas de diversidad como el Índice de Shannon-Wiener, Dominancia (D) y Equitatividad (J), La diversidad trófica fue mayor en la estación de primavera ( $H'_P= 1.31$ ) y de todas las temporadas el valor más bajo se presentó en la estación de otoño ( $H'_O= 0.76$ ). Para conocer de qué forma el coyote interviene en la dispersión de semillas, se realizaron pruebas de viabilidad y germinación en condiciones de invernadero con la especie mayormente encontrada en la dieta (*Juniperus deppeana*). A partir de 3 tratamientos con diferentes condiciones, estos experimentos permitieron determinar que el paso de las semillas por el tracto digestivo del coyote, no causa daño aparente y que esto hace que el coyote se encuentre participando activamente en el proceso de dispersión de semillas, aunque se recomienda un análisis más detallado en la zona de estudio para lograr comprender otros puntos cruciales como la cantidad y la calidad de dispersión.

**Palabras clave:** Dieta, Coyote, Frugivoría, Dispersión

## Índice

1. Resumen.....	1
2. Introducción .....	3
3. Revisión de la literatura.....	5
3.1 Descripción de la especie .....	5
3.2 Antecedentes.....	6
3.3 Dispersión de semillas por mamíferos. ....	10
4. Objetivos.....	12
4.1 Objetivo general .....	12
4.2 Objetivos particulares .....	12
5. Metodología .....	12
5.1 Área de estudio .....	12
5.2 Trabajo de campo.....	13
5.3 Trabajo de laboratorio.....	15
5.3.1 Análisis de dieta.....	15
5.3.2 Viabilidad de semillas.....	18
5.4 Germinación de semillas .....	20
6. Análisis estadístico.....	21
6.1 Riqueza de especies. ....	21
6.2 Frecuencia de aparición (FA) y porcentaje de ocurrencia (PO).....	21
6.3 Prueba de Chi-Cuadrada.....	22
6.4 Diversidad trófica.....	22
6.5 Dominancia .....	23
6.6 Porcentaje de germinación .....	23
7. Resultados .....	23
7.1 Análisis de Dieta .....	23
7.1.2 Listado de especies.....	24
7.1.3 Diversidad trófica.....	25
7.2 Resultados de germinación. ....	26
8. Discusión .....	26
9. Conclusiones .....	32
10. Referencias.....	33

## 2. Introducción

El coyote (*Canis latrans*) es uno de los carnívoros más exitosos del continente americano, lo que le ha permitido expandirse por casi todo el norte del continente desde Canadá hasta Panamá. Esto se debe principalmente a la gran capacidad que tiene la especie para adaptarse a distintos tipos de ambientes y alimentos (Monje-Nájera y Morera-Brenes, 1986).

Este cánido ha sido estudiado en mayor medida en Estados Unidos y Canadá, debido a que se cree que es un depredador de especies domesticas utilizadas por el hombre, como es el caso del ganado caprino y ovino o bien, de especies de interés cinegético, causando con esto problemas con los propietarios de dichos recursos. En México existe una gran variedad de estudios que han permitido entender aspectos muy importantes sobre la ecología del coyote y seguir avanzando en el conocimiento de la especie, muchos de los cuales abordan aspectos tales como los patrones de actividad, el tamaño del ámbito hogareño (Monroy-Vilchis y Velázquez, 2002; Servín *et al.*, 2000; Servín *et al.*, 2003), la dieta o hábitos alimenticios (Servín y Huxley, 1991; Aranda *et al.*, 1995; López-Soto *et al.*, 2001; Grajales-Tam *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2004; Cruz-Espinoza *et al.*, 2010; Martínez-Vázquez *et al.*, 2010) y algunos artículos que realizan comparaciones de la dieta del coyote con otras especies de carnívoros silvestres para determinar si existe un solapamiento de nicho trófico (Delibes *et al.*,1986; Páez, 2012; Guerrero *et al.*,2002 ).

Dentro del estudio de la dieta o hábitos alimenticios de algunas especies existen varias técnicas que son utilizadas para la determinación de las presas que los organismos incorporan a su dieta, estas pueden ser observacionales, en sitios de alimentación o post-ingestión. En los estudios para conocer la dieta de carnívoros y en particular la dieta del coyote, la técnica más utilizada consiste en la toma de muestras después de los procesos digestivos a través de métodos indirectos como la colecta y análisis de excretas, donde las presas se identifican por los restos de alimentos no digeridos que se pueden encontrar en las muestras, (Litvaitis, 2000; Cruz-Espinoza *et al.*, 2010).

Con estos estudios se ha demostrado que el coyote presenta una dieta muy variada dependiendo del hábitat donde se encuentre y la disponibilidad de recursos en la zona, incorporando en su dieta principalmente mamíferos, aves, frutos, semillas, reptiles y en menor medida ganado doméstico. Aclarando con ello que el coyote no es un depredador activo de animales domésticos como siempre se ha pensado. Por otra parte, estas investigaciones también han permitido comprobar que el coyote cumple dos grandes funciones ecológicas dentro de los hábitats en donde se encuentra y sobre las especies con las que interactúa. Una primera función que puede observarse se debe a que estos cánidos incorporan mamíferos pequeños en su dieta, por lo que se sabe que pueden actuar como controladores naturales de plagas, ayudando con esto a disminuir los efectos negativos de las plagas sobre las actividades humanas productivas como la agricultura. La segunda función ecológica y que ha sido poco estudiada, es que, al alimentarse de materia vegetal en particular, frutos y semillas, podría estar funcionando de manera activa dentro de los procesos de dispersión vegetal de las especies consumidas (Servín y Huxley 1991; Aranda *et al.*, 1995), ya que muchas especies vegetales presentan adaptaciones que les permiten dispersar las semillas generadas utilizando algunos organismos como vectores. Dentro de estas adaptaciones se encuentra la producción de un fruto carnoso que atrae a distintos organismos como aves y mamíferos que los consumen y posteriormente defecan o regurgitan las semillas en zonas alejadas de la planta progenitora. Este método de dispersión es conocido como endozoocoria (Martínez-Orea *et al.*, 2009).

Se sabe que muchos mamíferos carnívoros consumen una gran cantidad de frutos carnosos, transportan semillas en sus tractos digestivos y las defecan sin causarles algún daño aparente (Gonzales-Varo *et al.*, 2015), sin embargo esta función de los carnívoros es poco conocida debido a la temporalidad y la escala de los estudios ecológicos sobre este fenómeno (García *et al.*, 2009), por lo que lograr comprender estas interacciones resulta de suma importancia, ya que los carnívoros con hábitos frugívoros no están sujetos a las limitaciones fenológicas o morfológicas que regularmente limitan el consumo de frutos y semillas en otros grupos como las aves (Gonzales-Varo *et al.*, 2015). Distintos autores han mencionado tres grandes

atributos en las interacciones planta-animal que resaltan la importancia de los carnívoros en el proceso de dispersión. (1) Consumen frutos de una fracción importante de las especies endoócoras presentes en las regiones estudiadas (hasta el 30-40%). (2) Realizan una selección de un subconjunto no aleatorio de los frutos de acuerdo con su composición química y tamaño. (3) Dispersan un alto contenido de semillas viables (hasta un 99%), actuando, así como dispersores legítimos y por lo tanto como arquitectos del paisaje y de las comunidades vegetales. Sin embargo, se debe considerar que estas interacciones no pueden generalizarse y deben ser estudiadas de manera más detallada en los distintos hábitats en los que se encuentran estos carnívoros y las especies vegetales que consumen, con la finalidad de conocer la función de los carnívoros como dispersores de semillas (Monroy-Vilchis *et al.*, 2003; Servín y Huxley, 1991; Villalobos-Escalante *et al.*, 2014; Medrano *et al.*, 2014). Es por esta razón que el presente trabajo planteó como objetivos, conocer la dieta y el papel que desempeña el coyote dentro de la Michilía como dispersor de semillas de las especies vegetales que consume.

### **3. Revisión de la literatura**

#### **3.1 Descripción de la especie**

La familia de los cánidos agrupa alrededor de 35 especies silvestres, incluyendo al perro doméstico, estas se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo, con excepción de lugares como Australia y otras islas. En México existen cuatro especies de tres géneros entre ellos el coyote (*Canis latrans*, *Canis lupus*, *Urocyon cinereoargenteus* y *Vulpes macrotis*) (Servín y Chacón, 2005).

El coyote es un carnívoro de tamaño mediano con una coloración que va desde el tono gris hasta el rojizo, pasando por coloraciones castañas, la cola es de color negro en la punta, las áreas de la garganta y el vientre son de color gris claro o blanco, la muda de pelo ocurre una vez al año comenzando a finales de la primavera. El cráneo del coyote es típicamente largo con una frente suavemente

inclinada y dientes caninos prominentes, presenta un hocico alargado y los ojos pequeños relativamente juntos y pueden distinguirse por sus orejas rectas. En las partes inferiores, los colores son siempre más claros, las orejas son grandes y puntiagudas (Servín y Chacón, 2005; Voigt & Berg, 1987). El tamaño del coyote varía dependiendo de la subespecie y la localización geográfica, los machos adultos usualmente son más pesados y largos que las hembras adultas (aproximadamente de 8 a 20 kg contra 7 a 18 kg respectivamente) (Bekoff, 1977).

La temporada de apareamiento para los coyotes es a mediados de enero hasta fines de marzo, las camadas de 3 a 7 cachorros nacen de marzo a mayo después de una gestación de 60 a 63 días; tanto el macho como la hembra participan en el cuidado de la camada, los pares reproductores pueden permanecer juntos durante varios años, pero no generalmente de por vida (Carlson & Gese, 2008).

Es una especie con una amplia distribución geográfica, desde Alaska, el oeste de Canadá, hasta Panamá. En México se distribuye prácticamente en todos los estados del país habitando todos los tipos de vegetación de México especialmente en planicies con matorral xerófilo y pastizal (Servín y Chacón, 2005), sin embargo, esta especie puede existir y reproducirse con éxito en muy diversos hábitats que van desde desiertos, pastizales abiertos, densos bosques y grandes ciudades (Bekoff y Wells, 1980).

### **3.2 Antecedentes**

Los trabajos realizados para conocer los hábitos alimenticios del coyote han abarcado gran parte de los ecosistemas en donde se encuentra la especie y han mostrado una gran variedad de recursos que el coyote incluye en su dieta.

Uno de estos trabajos fue el realizado por Páez (2012) donde se analizaron los hábitos alimenticios del coyote, zorra gris y gato montés en la Sierra Tarasca en un bosque de pino-encino a partir de 170 excretas, donde se pudo observar que los mamíferos representaron el mayor porcentaje de la dieta de esta especie. Con 49,7% para el periodo otoño-invierno y 45.5% para el periodo de primavera-verano.

Las presas consumidas principalmente fueron: *Zygogeomys trichopus*, *Sciurus aureogaster* y *Pappogeomys gymnurus*. Aunque los mamíferos fueron la categoría más consumida, los insectos, frutos y semillas formaron parte importante de su dieta.

En el trabajo realizado por Servín y Huxley (1991) “Dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México”, se analizaron 330 excretas por medio del método de disgregación, con el fin de determinar la dieta anual de la especie y saber si existían diferencias estacionales significativas. Los resultados obtenidos mostraron que los mamíferos y los frutos fueron las principales categorías de alimento consumido por los coyotes durante el año y además encontraron una marcada estacionalidad en la dieta, en época seca (otoño-primavera) se alimentaron principalmente de mamíferos y en época húmeda (verano) la ingesta de frutos fue mayor.

Aranda *et al.* (1995) realizaron una investigación en la Sierra de Ajusco, para conocer los hábitos alimentarios del coyote durante dos años, se analizaron un total de 238 excretas y se determinó que la dieta de coyote en esa región estaba representada principalmente por mamíferos (79.0%) y en menor grado por aves (7.8%). Las especies con mayor porcentaje de aparición fueron *Microtus mexicanus* (12.0%), *Romerolagus diazi* (10.8%), *Ovis aries* (10.8%) y *Sylvilagus floridanus* (10.5%).

López-Soto *et al.* (2001) analizaron la dieta invernal del coyote en un rancho del noroeste de México, por medio del análisis de 56 excretas y realizaron la comparación entre una zona de exclusión y un área fuera de la misma. Los resultados obtenidos mostraron que no existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las dos zonas y que durante el verano el coyote se alimenta principalmente de mamíferos (86.95%), consumiendo en mayor medida a *Neotoma micropus* (33.33%).



Por otro lado, en el trabajo realizado por Guerrero *et al.* (2002) donde se analizó la dieta y el nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en una zona de la costa sur de Jalisco, se demostró a partir del análisis de 118 excretas, que la dieta anual del coyote estuvo mayormente representada por material vegetal obteniendo una frecuencia relativa de ocurrencia de 36,76% de la dieta.

Guerrero *et al.* (2004) determinaron la variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, recolectando excrementos de marzo de 1999 a abril de 2001, los resultados obtenidos en cuanto a frecuencia relativa de ocurrencia (FRO), mostraron que en general la dieta del coyote está representada por material vegetal (44.20%) y mamíferos (36.05%), alcanzando estas categorías el 80% de los elementos contenidos en su dieta.

Cruz-Espinoza *et al.* (2010) realizaron una investigación de un año para conocer la dieta del coyote en un bosque templado de Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, analizando un total de 73 excretas obtuvieron que los mamíferos fueron la categoría más consumida con un 80.5%, seguido de los artrópodos (10.7%), las gramíneas (4.8%) y las aves (3.9%), además no encontraron diferencias significativas en el consumo de presas entre la temporada de lluvias y la temporada de secas.

Martínez-Vázquez *et al.* (2010) estudiaron los hábitos alimentarios anuales del coyote en el parque nacional Pico de Orizaba, a partir de 136 heces en donde indican que la dieta del coyote se compone de 4 grupos principales tales como: mamíferos (48.96%), plantas (20.28%), aves (6.76%) e insectos (0.68%). Los porcentajes más importantes de la dieta están constituidos principalmente por dos especies: el roedor *Peromyscus melanotis* (25.68%) y los frutos de tomate *Lycopersium esculentum* (11.48%).

Dentro de las investigaciones también se puede encontrar la realizada por Monroy-Vilchis *et al.* (2003) en el estado de Michoacán, "Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas", en donde a partir de un análisis de 824

excrementos colectados en 3 sitios con distintos usos de suelo, se identificaron un total de 27 categorías de alimento consumidas por el coyote. El grupo con mayor frecuencia de aparición fue el de los mamíferos con 82.7%, seguido de los frutos y representando el segundo alimento más consumido. Se obtuvieron 293 excretas con presencia de frutos y de las cuales se sacó un total de 22 tipos de semillas diferentes. Se realizaron pruebas de viabilidad por el método de flotación y pruebas de germinación a las semillas y se obtuvo que la viabilidad no se vio afectada por el paso de las semillas a través del tracto digestivo del coyote. En las pruebas de germinación se obtuvo un valor significativamente mayor en las semillas que pasaron por el tracto digestivo con 35.32% en comparación de las que no fueron consumidas por el coyote con 1.3% de germinación.

Medrano *et al.* (2014) determinaron las especies vegetales que son dispersadas por los mamíferos terrestres a través de sus excretas, en una selva baja caducifolia y en un pastizal abandonado dentro del estado de Veracruz durante un año. Colectaron un total de 205 excretas y se identificaron 8 especies de mamíferos con hábitos carnívoros y omnívoros, el número total de semillas contenidas en las excretas fue de 48,791 de 36 especies distintas, para el caso del pastizal, determinaron 2 especies de mamíferos dispersores, el coyote y la zorra gris.

Como se pudo observar en la literatura consultada, son abundantes los trabajos que mencionan el consumo de materia vegetal dentro de la dieta del coyote, sin embargo, no se encontraron igual de abundantes los trabajos que aborden la función de los mamíferos del orden Carnívora como posibles dispersores de semillas de las especies vegetales que consumen, por lo que resulta muy importante determinar aspectos cruciales en el entendimiento de estas interacciones como: ¿Cuáles son las plantas consumidas?, ¿Cómo son sus frutos?, ¿Qué efecto tiene el paso por el tracto digestivo en la viabilidad y en la germinación de las semillas dispersadas?. Esto debido a que la dispersión de semillas por animales vincula el final del ciclo de reproducción de las especies vegetales con el establecimiento de su descendencia y por lo tanto se le atribuyen, profundos efectos sobre la sucesión,

regeneración y conservación de los hábitats (González-Varo *et al.*, 2015; Fedriani y Delibes, 2005).

### **3.3 Dispersión de semillas por mamíferos.**

Miles de especies de árboles poseen frutos que son consumidos por animales frugívoros, Los frutos y las semillas (denominadas en su conjunto diásporas) son las estructuras que resultan de la reproducción sexual de las angiospermas y las gimnospermas y confieren resistencia ante las condiciones del medio ambiente e involucran en su origen características genéticas únicas. Una diáspora puede estar formada por la semilla y el embrión, dentro de un fruto o no y puede incluir algunas partes modificadas del perianto (Martinez-Orea *et al.*, 2009).

Estas diásporas son transportadas de un sitio a otro a través de un proceso conocido como dispersión, cuando este proceso se da con la intervención de especies animales es conocido como zoocoria. Existen dos grandes tipos de zoocoria: la epizoocoria, donde las semillas son transportadas por adhesión a la superficie de los animales y la endozoocoria, que involucra la dispersión de semillas a partir del consumo de frutos por parte de los animales. Tanto en la epizoocoria como en la endozoocoria, las plantas reciben el servicio de la dispersión, pero en el caso de la endozoocoria se puede observar que los animales reciben un beneficio energético, es decir, los frutos (Revilla y Encinas-viso, 2015). Los frugívoros son un gremio animal taxonómicamente muy amplio que incluye distintas especies de aves, mamíferos, reptiles, peces y algunos insectos. Se ha determinado también que un gran número de órdenes de mamíferos terrestres, incluyen una gran cantidad de especies consumidoras de frutos y semillas de muchas especies vegetales, esta interacción no solo se presenta o es exclusiva de las especies frugívoras (primates y quirópteros), granívoros (roedores) o herbívoros (ungulados, lagomorfos) sino también se puede observar en especies pertenecientes al orden carnívora (mustélidos, canidos y úrsidos) (Laffitte y Suárez, 2015).

El proceso de dispersión por endozoocoria trae consigo beneficios que van más allá de la colonización de nuevos sitios y existen tres tipos de hipótesis o teorías principales para explicar las ventajas de la dispersión de semillas por parte de frugívoros: (1) disminución de los elevados niveles de mortalidad experimentados por semillas y plántulas cerca del árbol parental (Hipótesis de escape o de Janzen-Connell), (2) aprovechamiento de hábitats menos competitivos que surgen al azar (Hipótesis de colonización) y (3) germinación en lugares particularmente adecuados para el desarrollo (Hipótesis de dispersión dirigida) (Martinez-Orea et al. 2009) (Revilla y Encinas-viso, 2015). La dispersión de semillas establece la parte inicial para la regeneración en poblaciones de plantas naturales debido a que: 1) influye en la demografía, estructura genética y demografía de las futuras generaciones 2) una dispersión exitosa, que consiste en la remoción del árbol madre y la deposición en sitios donde las semillas pueden germinar y las plántulas pueden establecerse por sí mismas y 3) una amplia diversidad de agentes de dispersión puede contribuir a la dispersión exitosa y puede darse la dispersión secundaria por parte de otros organismos que recogen las semillas dejadas por los dispersores primarios (Jordano *et al.*,2007; Rumiz, 2010), ya que la interacción semilla-animal no ocurre de manera aislada, sino que se integra en una compleja red de interacciones, entre semillas, dispersores primarios, dispersores secundarios, depredadores, patógenos y factores abióticos (Andresen. 2012).

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Describir y analizar la dieta anual del coyote (*Canis latrans*) y determinar la función como propagador de semillas de las especies vegetales dentro de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango.

### **4.2 Objetivos particulares**

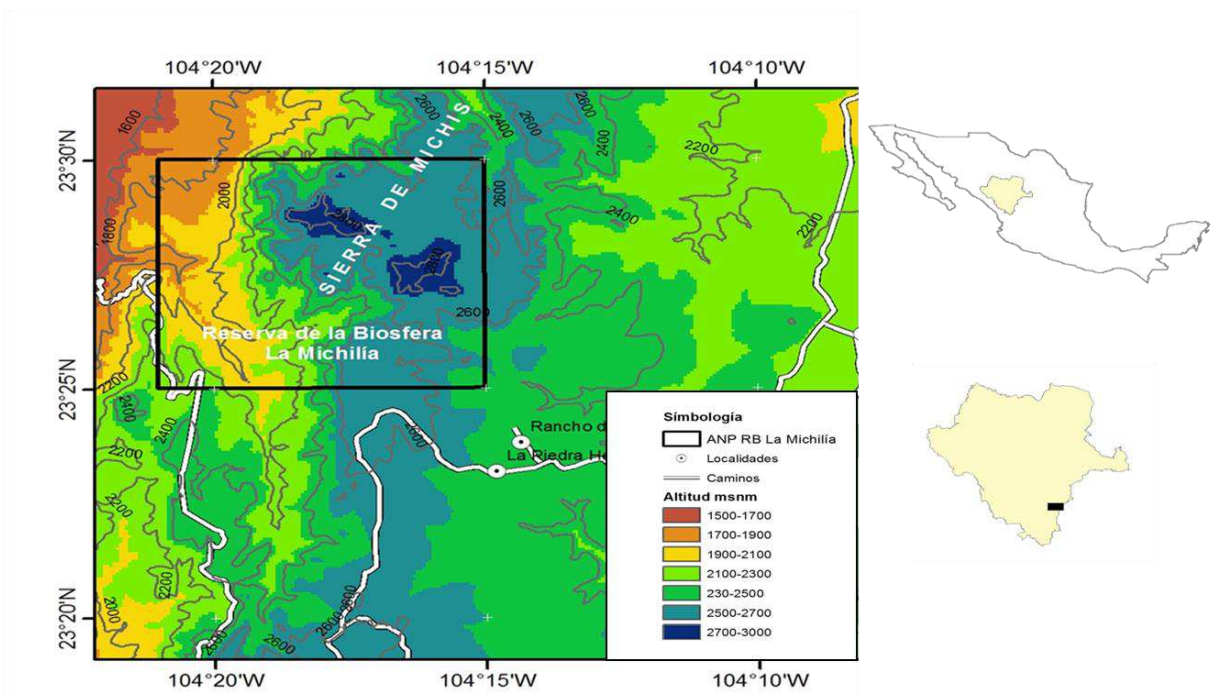
- Conocer los principales componentes de la dieta anual del coyote en un ciclo anual.
- Determinar la diversidad y la variación estacional de los ítems alimenticios en la dieta del coyote.
- Determinar la viabilidad de las semillas consumidas por el coyote y recuperadas en las excretas en el campo.
- Evaluar el porcentaje de germinación entre semillas consumidas y no consumidas por el coyote.

## **5. Metodología**

### **5.1 Área de estudio**

La zona de estudio se encuentra dentro de la Reserva de La Biosfera La Michilía, ubicada en el Municipio de Súchil, perteneciente al extremo sureste del Estado de Durango, entre los 23°15' y 23°35' N de latitud y los 104° a 104°20' W de longitud, colindando con el municipio del Mezquital y el estado de Zacatecas (Figura 1). Cuenta con una superficie aproximada de 70,000 ha de las cuales 7,000 corresponden a la Zona Núcleo, el Cerro Blanco. Los límites de la zona de amortiguación son la Sierra de Michis al oeste y la Sierra de Urica al este. La zona tiene una altitud media de 2600 msnm. y algunos puntos llegan hasta los de 3150 m. El clima predominante es templado subhúmedo C(wo)(w)a(e) con régimen de

lluvias en verano, la precipitación anual fluctúa entre 600 y 860 mm. El periodo de lluvias se presenta desde fines de mayo hasta septiembre, de octubre a enero las lluvias y nevadas son ocasionales y la época seca se presenta en los meses de febrero hasta mediados de mayo. El área natural protegida es representativa de un Bosque Mixto Templado, con alrededor de 53 asociaciones vegetales. En esta área se presentan cinco de los tipos de vegetación descritos por Rzedowski y Huerta (1978): bosque de coníferas, bosque de Quercus, pastizal, matorral xerófilo y vegetación acuática y subacuática siendo, con mucho, los dos primeros los de mayor importancia por el área que ocupan (González-Elizondo *et al.*, 1993).



**Figura 1.** Localización de la zona de estudio de la Reserva de la Biosfera La Michilía.

## 5.2 Trabajo de campo

La obtención de muestras en campo se realizó durante 1 año con 4 periodos de muestreo repartidos estacionalmente, los muestreos se llevaron a cabo a partir de recorridos a pie y apoyados por un vehículo ATV (cuatrimoto), para recorrer los extensos caminos, brechas y senderos en la zona de estudio, tratando de cubrir

constantemente distancias de 50 km. Durante los recorridos se colectaron las heces encontradas sobre el camino de forma manual con la ayuda de bolsas de plástico, se etiquetaron con fecha, número de identificación consecutivo, coordenadas geográficas del sitio de colecta y la especie perteneciente (Figura 2) (Servín y Huxley, 1991), estas muestras se identificaron en campo con ayuda de manuales y guías considerando tamaño, forma, coloración, diámetro más ancho y rastros asociados a las muestras, con la finalidad de evitar colectar excretas de otros carnívoros que habitan en la zona (Servín *et al.*, 1992; Aranda, 2012).

Las heces recolectadas tuvieron un tratamiento previo al análisis en laboratorio, el cual comenzaba con un proceso de pre-secado, cada excreta se expuso al sol durante dos o más días para eliminar la humedad de las muestras, evitar la aparición de hongos y detener el proceso de descomposición. Finalmente se almacenaron en bolsas de papel dentro de cajas herméticas para su traslado al laboratorio.



**Figura 2.** Proceso de colecta en campo de heces y rastros asociados durante las colectas.

Por otra parte, se realizó la colecta de frutos y semillas de las especies vegetales presentes en la zona y que habían sido identificadas a simple vista durante la colecta de heces y descritos en anteriores estudios como parte de la dieta del coyote en la zona de estudio (Servín y Huxley, 1991). Se identificaron los árboles en etapa adulta que presentaban frutos maduros y bancos de semillas debajo del dosel. Se colectaron frutos en pie y frutos recién caídos, estos se dejaron secar

aproximadamente por una semana sobre charolas de plástico y periódico para evitar el proceso de fermentación. Los frutos secos se almacenaron en frascos herméticos debidamente etiquetados con la fecha y las coordenadas geográficas de los sitios de colecta para lograr la identificación de las semillas y para la realización de experimentos de germinación en condiciones de invernadero (Figura 3).



**Figura 3.** Muestras de frutos y semillas de dos especies *Juniperus deppeana* (A,a) y *Arctostaphylos pungens* (B,b) colectadas y almacenadas en frascos herméticos, para su posterior análisis en el laboratorio.

### 5.3 Trabajo de laboratorio

#### 5.3.1 Análisis de dieta

El proceso de análisis de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestres, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Inició con el secado de las muestras de heces colectadas en campo, mediante el uso de una estufa (Felisa, 292) a una temperatura constante de 60 °C durante tres días. Posteriormente se obtuvo en seco, el diámetro máximo del ancho de cada excreta con la ayuda de un vernier (Staninless Hardened; con una precisión de  $\pm 0.01$  mm). Con estas medidas, se tuvieron elementos objetivos y cuantitativos para asignar la pertenencia de las muestras a los coyotes con una confiabilidad mayor a 95%, con las muestras medidas y seleccionadas se conformó una base de datos.

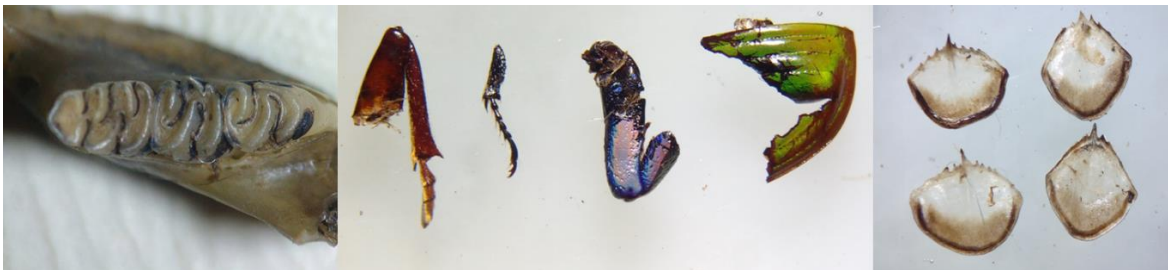


El paso siguiente fue el lavado de las muestras para eliminar la tierra, ácidos biliares y grasas contenidas en las mismas, colocándolas en bolsas de nylon de una red fina (con luz de maya de 0.1 mm), en donde cada excreta conservó un número de Identificación (ID) colocado sobre la maya de nilón con tinta indeleble, se sumergieron en una cubeta de 20 L con agua y saturado de detergente comercial (jabón Roma) durante 24 hrs, removiéndolas cada dos horas y posteriormente se efectuaron algunos enjuagues hasta conseguir que el jabón y los componentes antes mencionados, no aparecieran en las muestras. (Servín y Huxley 1992; Gallina y González, 2012).

El último paso fue el secado de las muestras lavadas, colocando las muestras en la estufa a 60 °C durante dos días. Finalmente con las muestras totalmente secas, se inició el proceso de análisis por medio de la disgregación manual para obtener los restos no digeridos, para lo cual se depositaron en forma individual sobre una caja Petri de vidrio, donde se observaron y se separaron los componentes de cada excreta, usando un microscopio estereoscópico (Nikon, SMZ745) y herramientas entomológicas con lo que se lograron aislar los distintos componentes de contenidos en las heces tales como huesos, dientes, mandíbulas, pelos, uñas, insectos, escamas, plumas, semillas y frutos (Figura 4 y 5). Con esta información se generó una base de ausencia y presencia de las distintas categorías alimenticias tomando en cuenta la presencia de una categoría cuando esta conformaba al menos un 20% de la masa total de la excreta (Servín y Huxley 1991; Grajales-Tam *et al.*, 2003) (Figura 4).



**Figura 4.** Proceso de disgregación manual y separación de componentes contenidos en las excretas.

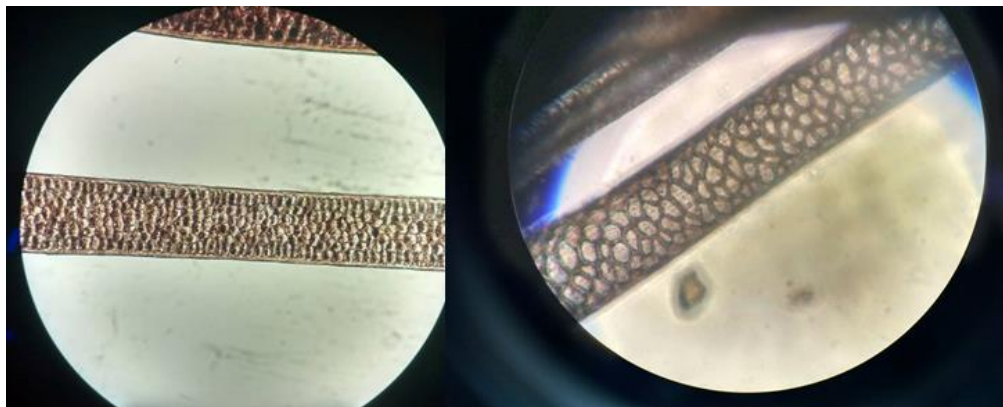


**Figura 5.** Restos no digeridos de mamíferos (molares), insectos (extremidades y partes de exoesqueleto) y reptiles (escamas).

Los restos encontrados en las heces fueron identificados hasta el nivel taxonómico inferior posible (familia, género o especie), para el caso de mamíferos pequeños y medianos se utilizaron las piezas dentales (molares) y muestras de pelo para lograr una identificación más precisa, con ayuda de diferentes guías especializadas (Elbroch, 2006; Hillson, 2005) y de la colección de docencia y referencia que cuenta el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre de la UAM-X y de algunos ejemplares colectados en la zona de estudio.

Las muestras de pelo de mamíferos recolectadas se utilizaron para identificar parte de las presas que no pudieron ser identificadas por medio de partes óseas (Molares) utilizando el pelo de guardia y sus características como patrones de coloración, forma y la estructura de la medula, para lo cual se utilizó la metodología descrita en

distintos manuales (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003) el primer paso fue la observación de las muestras de pelos con ayuda de un microscopio estereoscópico. Con los pelos seleccionados se inició el método de preparación y caracterización del pelo para lograr su identificación. El primer paso fue la observación y determinación de los patrones de tonalidad de la cutícula, el paso siguiente fue la decoloración del pelo, utilizando peróxido al 40% y dejando el tiempo suficiente para aclarar la cutícula y poder observar la estructura interna (Medula), este tiempo dependió del grosor y de la tonalidad del pelo de cada muestra. Una vez transcurrido el tiempo para lograr el aclarado de la cutícula, se enjuagaron los pelos con abundante agua. Posteriormente se montaron en portaobjetos fijándolos con esmalte transparente para uñas y observando las estructuras internas en el microscopio óptico, utilizando 400 aumentos (Figura 6). La pertenencia de las muestras se asignó con ayuda de claves y guías de identificación de pelos de guardia. (Baca y Sánchez-Cordero, 2004; Arita y Aranda, 1987; Sánchez-Cordero *et al.*, 2009; Pech-Canche *et al.*, 2009)



**Figura 6.** Estructura interna de los pelos de guardia, observados al microscopio óptico, con 400 aumentos.

### 5.3.2 Viabilidad de Semillas

Los experimentos para determinar la viabilidad y el porcentaje de germinación de las semillas encontradas en las excretas y de las obtenidas directamente del árbol madre, se realizaron con semillas obtenidas directamente de las excretas, que no

habían pasado por el proceso de lavado y de donde se obtuvieron semillas de táscate (*Juniperus deppeana*) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*).

Las excretas se secaron al sol, se disgregaron manualmente para obtener el mayor número de semillas posibles, se contó el número de semillas presente en cada excreta, posteriormente se seleccionaron semillas de ambas especies y se determinó la viabilidad, utilizando la técnica de flotación en un líquido, cuyo principio se basa en que la semilla de una determinada especie tiene una densidad específica, tanto si es semilla llena como si es vacía

Dentro de la técnica de flotación en un líquido se usó el método de absorción, utilizando como medio líquido el agua, y aunque en principio flotaron todas las semillas llenas como las vacías, transcurrido un determinado periodo de tiempo, las semillas llenas absorbieron agua y se volvieron más pesadas, el tiempo de remojo fue de 5 minutos (Wilian,1991) (Figura 7). Se seleccionaron un total de 300 semillas para los experimentos de germinación en condiciones de invernadero, por otra parte, se seleccionaron 500 semillas de las que se colectaron en campo de la planta madre, para realizar las mismas pruebas tanto de viabilidad como de germinación y poder comparar con las semillas encontradas en las excretas. (Monroy-Vilchis *et al.*, 2003).



**Figura 7.** Selección de semillas con base en la viabilidad, utilizando la técnica de flotación en un líquido.



#### 5.4 Germinación de semillas

Para las pruebas de germinación en condiciones de invernadero, se trabajó con tres lotes de semillas y una réplica de cada lote, se eligieron 400 semillas de las obtenidas de la planta madre y 200 semillas provenientes de las excretas que resultaron viables con el método de absorción (Willian,1991) y se hicieron tres tratamientos diferentes:1) Semillas extraídas de excretas de coyote no lavadas, 2) Semillas de la planta madre (con escarificación manual), y 3) Semillas obtenidas de la planta madre (Sin tratamiento de escarificación). Todas las semillas se sembraron en almácigos con un sustrato elegido basándose en la literatura El sustrato se conformó por una mayor proporción de sustrato orgánico (tierra de monte 60%) y un 40% de material mineral (Tezontle). Debido a que la materia orgánica tiene propiedades tales como la baja densidad, elevada porosidad, gran capacidad de intercambio iónico, alta capacidad de retención de agua (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999 y Osuna *et al.*, 2016). Una vez sembrada las semillas en las charolas de germinación, se regaron y se cubrieron con plástico y cartón para mantener las condiciones constantes de temperatura y humedad tratando de replicar las condiciones naturales y tomando en cuenta las recomendaciones de los experimentos de germinación en condiciones de invernadero con riegos periódicos para no perder la humedad de los almácigos (CONAFOR, 2015).



**Figura 10.** Siembra de semillas de *Juniperus deppeana* en charolas de germinación en las instalaciones del invernadero.

## **6. Análisis estadístico.**

Para determinar la importancia de las presas encontradas (categorías de alimento) en las excretas se utilizaron como estimadores, la riqueza de especies (S) consumidas, la frecuencia de aparición (FA), el porcentaje de ocurrencia (PO), para a partir de ahí conocer los valores de la diversidad trófica (H') y la dominancia (D) (Servin y Huxley, 1991; Krebs, 1985; Ricklefs, 1989).

### **6.1 Riqueza de especies.**

Se estimó la Riqueza de Especies (S), con la base de datos que es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basó únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas y conociendo el número total de categorías alimentarias consumidas por el coyote en la zona de estudio (Moreno, 2001).

### **6.2 Frecuencia de aparición (FA) y Porcentaje de Ocurrencia (PO)**

Frecuencia de aparición (FA) de cada categoría "i" que es el número de veces que aparece un elemento en el total de las muestras.

Porcentaje de Ocurrencia (PO), que representa el número de excretas en las que apareció la categoría "i", multiplicada por 100 y dividida entre la suma de frecuencias de aparición de todas las categorías en toda la muestra (Krebs, 1985).

$$PO = \frac{(FA_i)(100)}{N}$$

Donde:

FA<sub>i</sub> = Frecuencia de aparición de la categoría "i"

N = Suma de frecuencias de todas las categorías

## 6.5 Prueba de Chi-Cuadrada

Se realizó una prueba de bondad de ajuste de Chi- cuadrada para comparar la frecuencia de consumo de los diferentes taxones, en las estaciones del año y se determinó si existían diferencias significativas en la preferencia de consumo entre éstos, el cual se obtuvo mediante la fórmula (Zar, 1999).

$$X^2 = \sum [(F_o - F_e)^2 / F_e]$$

Dónde:

F<sub>o</sub> = frecuencia observada

F<sub>e</sub> = frecuencia esperada

## 6.3 Diversidad trófica

La diversidad trófica se obtuvo por medio del índice de Shannon-Wiener debido a que es uno de los índices más sencillos para calcular la diversidad (Servín y Huxley, 1991) y se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$H = - \sum_{i=1}^S [P_i (\log_b P_i)]$$

Dónde:

S = Número de las categorías de alimento determinadas en cada periodo estacional.

P<sub>i</sub> = Proporción del número total de categoría de alimento en la dieta

Log<sub>b</sub> = logaritmo de base dos

## 6.4 Dominancia

La Dominancia se evaluó por medio del Índice de Simpson (D) el cual toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Krebs,1985).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (P_i)^2$$

Dónde:

D = Índice de Diversidad de Simpson

pi = Proporción de individuos de la especie i en la comunidad

## 6.5 Porcentaje de Germinación

Se determinó el porcentaje de germinación de las semillas, tomando en consideración el número de semillas sembradas en cada tratamiento y el número de semillas germinadas al final de la prueba (Fernández-Bravo *et al.*,2006).

$$PG = \left( \frac{N}{N_s} \right) \times 100$$

Dónde:

N= Número de semillas germinadas

Ns= Número de semillas sembradas

## 7. Resultados

### 7.1 Análisis de Dieta

Se colectaron para la zona de estudio un total de 400 excretas, 100 para cada estación del año, de mayo de 2015 a febrero de 2016. La dieta de coyote estuvo conformada por seis categorías alimenticias, para las que se evaluó el porcentaje de ocurrencia (P0) y la frecuencia de aparición (FA) de cada estación del año.



Durante la primavera, la categoría más consumida fueron los mamíferos (FA<sub>P</sub>= 78; PO<sub>P</sub>= 38%) mientras que los frutos con semilla, resultaron ser la categoría más consumida en las estaciones de Verano (FA<sub>V</sub>=83; PO<sub>V</sub> = 58%), Otoño (FA<sub>O</sub>= 80; PO<sub>O</sub>= 66%), e Invierno (FA<sub>I</sub>= 72; PO<sub>I</sub>= 62%) (Cuadro 1).

Se evaluó la preferencia utilizando la frecuencia de aparición de las categorías entre las estaciones y se observaron diferencias significativas anuales ( $X^2= 1.419$ ; gl= 5;  $P<0.001$ ) demostrando que el coyote tiene una preferencia estacional en la ingesta de alimentos.

Cuadro 1. Resultados estacionales de la frecuencia de aparición (FA) y el porcentaje de ocurrencia (PO) de las 5 categorías determinadas dentro de la dieta del coyote.

Categorías alimenticias	Primavera		Verano		Otoño		Invierno	
	(FA)	(PO)	(FA)	(PO)	(FA)	(PO)	(FA)	(PO)
<b>Mamíferos</b>	*78	*39%	41	29%	39	32%	40	34%
<b>Frutos con semillas</b>	73	36%	*83	*58%	*80	*66%	*72	*62%
<b>Insectos</b>	27	13%	7	5%	1	1%	3	3%
<b>Aves</b>	14	7%	5	4%	1	1%	2	2%
<b>Reptiles</b>	7	4%	5	4%	1	1%	-	-
<b>Otros (ND)</b>	-	-	1	1%	-	-	-	-

### 7.1.2 Listado de especies

Dentro de las presas consumidas por el coyote, se lograron identificar, un total de nueve órdenes, 11 familias, 17 géneros, 13 especies silvestres y 2 domésticas (Cuadro 2). Las especies que fueron mayormente consumidas fueron especies vegetales y de donde los coyotes se alimentaron de los frutos de *Juniperus deppeana* (PO=68%) y *Arctostaphylos pungens* (PO=21%) y dentro de los mamíferos, el grupo más consumido fue el de los roedores del género *Peromyscus* spp. (PO=18.5%) y la especie *Sigmodon leucotis* (PO=8%).

*deppeana* (PO=68%) y *Arctostaphylos pungens* (PO=21%) y dentro de los mamíferos, el grupo más consumido fue el de los roedores del género *Peromyscus* spp. (PO=18.5%) y la especie *Sigmodon leucotis* (PO=8%).

**Cuadro 2.** Listado de taxones que el coyote incorporó en su dieta anual, dentro de los bosques templados de la Sierra Madre Occidental.

Taxones incorporados en la dieta de coyote ( <i>Canis latrans</i> ).	
<p><b>Mamíferos</b></p> <p>Rodentia</p> <p>    Muridae</p> <p>        <i>Sigmodon leucotis</i></p> <p>        <i>Neotoma mexicana</i></p> <p>        <i>Peromyscus spp</i></p> <p>        <i>Reithrodontomys fulvecens</i></p> <p>    Heteromyidae</p> <p>        <i>Lyomis irroratus</i></p> <p>    Crisetidae</p> <p>        <i>Baiomys taylori</i></p> <p>    Geomidae</p> <p>        <i>Thomomys sp</i></p> <p>    Sciuridae</p> <p>        <i>Spermophilus variegatus</i></p> <p>        <i>Sciurus nayaritensis</i></p> <p>    Lagomorpha</p> <p>    Leporidae</p> <p>        <i>Sylvilagus audubonii</i></p> <p>        <i>Lepus californicus</i></p> <p>    Artiodactyla</p> <p>    Cervidae</p> <p>        <i>Odocoileus virginianus</i></p>	<p>Bovidae</p> <p>    <i>Bos primigenius</i></p> <p>    <i>Capra aegragus</i></p> <p><b>Material Vegetal</b></p> <p>    Pinales</p> <p>        Cupressacea</p> <p>        <i>Juniperus deppeana</i></p> <p>    Ericales</p> <p>        Ericacea</p> <p>        <i>Arctostaphylos pungens</i></p> <p><b>Aves</b></p> <p>    Galliformes</p> <p>        Phasianidae</p> <p>        <i>Melegris gallopavo</i></p> <p>    Paseriformes</p> <p><b>Reptiles</b></p> <p>    Squamata</p> <p><b>Insectos</b></p> <p>    Coleoptera</p>

### 7.1.3 Diversidad trófica.

La diversidad trófica evaluada con el índice de Shannon-Wiener (Shannon-Weaver, 1949), fue mayor en la estación de primavera ( $H'_P= 1.31$ ), y de todas las temporadas el valor más bajo se presentó en la estación de otoño ( $H'_O= 0.76$ ), en cuanto a los valores de dominancia, se presentó una mayor dominancia en la

estación de otoño ( $D_O=0.53$ ) y los valores de dominancia más bajos fueron en primavera ( $D_P=0.31$ ), (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Resultados de las métricas de diversidad utilizadas para determinar la diversidad trófica del coyote.

	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
<b>Categorías alimenticias</b>	5	6	5	4
<b>(FA)</b>	199	142	122	117
<b>Shannon (H')</b>	1.31	1.09	0.76	0.83
<b>Dominancia (D)</b>	0.31	0.43	0.53	0.50
<b>Simpson (1-D)</b>	0.69	0.57	0.47	0.50
<b>Equitatividad (J)</b>	0.81	0.61	0.47	0.60

## 7.2 Resultados de germinación.

Las pruebas de germinación solo se pudieron realizar con las semillas de la especie *Juniperus deppeana*, y no se realizaron con la especie *Artostaphylos pungens* debido a las condiciones que se requerían para la germinación de las semillas. se experimentó con un total de 600 semillas viables, 40 días después de la siembra se obtuvieron los porcentajes de germinación de los tres tratamientos, y el tratamiento 2 fue el que resulto con un mayor porcentaje de germinación. el tratamiento 1, con semillas extraídas de las excretas de coyote ( $T_1= 1\%$  de germinación), el tratamiento 2 donde las semillas se escarificaron manualmente ( $T_2= 2\%$  de germinación) y en el tratamiento 3 semillas de la planta madre, sin ningún tratamiento de escarificación ( $T_3= 1\%$  de germinación).

## 8. Discusión

Tomando en cuenta los resultados de esta investigación se pudo observar que, dentro de los bosques templados de la Sierra Madre Occidental, el coyote tiene una dieta muy variada, incorporando a lo largo del año un buen número de categorías

alimenticias (6 Categorías), lo cual también se ha observado en otros estudios dentro de la zona (Servín y Huxley, 1991) y en otros sitios con climas y tipos de vegetación similares (Paez,2012; Cruz-Espinoza *et al.* 2010; Martínez-Vázquez *et al.* 2010; Aranda *et al.*,1995), aunque la dieta del coyote fue muy variada y se observaron los hábitos alimenticios generalistas y oportunistas de la especie, hubo diferencias significativas en la preferencia de ciertas categorías a lo largo del año, observándose una tendencia especialista en la dieta del coyote hacia el consumo de materia vegetal, siendo los (Frutos y Semillas), la categoría que más apareció en tres estaciones. Durante la estación de primavera el coyote tuvo un consumo mayor de Mamíferos, lo que concuerda con el trabajo de Servín y Huxley, (1991). En cuanto al consumo de materia vegetal (Frutos y semillas), el coyote tuvo un elevado consumo en 3 estaciones, siendo la estación de verano (Húmeda) en donde más materia vegetal consumió, esto concuerda con otros estudios como el de Guerrero *et al.*, (2002) y Guerrero *et al.*, (2004), ambos realizados en la costa de jalisco, donde se observa que el coyote incorpora a su dieta la materia vegetal como alimento principal durante todo el año y en otros estudios como el de (Cruz-Espinoza *et al.*, 2010;Martínez-Vázquez *et al.*,2010) la materia vegetal aparece como la segunda o tercera categoría mayormente consumida por el coyote.

Por otra parte, se lograron identificar 15 especies incorporadas a la dieta, de las cuales las especies que más se presentaron fueron *Juniperus deppeana* que representó el 68% de la dieta y *Arctosthapylos pungens* con 21% y los roedores del género *Peromyscus* Sp. (18,5%) y la especie *Sigmondon leucotis* (8%) estas especies ya habían sido descritas en la dieta del coyote y al igual que en este estudio eran incorporadas a la dieta de forma abundante (Servín y Huxley, 1991) esto resalta la importancia del coyote como controlador de especies de roedores que eventualmente se pueden convertir en plagas.

El consumo de especies domésticas y de interés cinegético, fue muy bajo, lo que pone de manifiesto, al igual que en otras investigaciones que el coyote se alimenta principalmente de mamíferos medianos y pequeños como lagomorfos y roedores

(Delibes et al.,1986; Aranda et al.,1995; Grajales-Tam *et al.*,2003; López-Soto *et al.*, 2001; Martínez-Vázquez et al., 2010; Guerrero *et al.*,2002; Paez,2012).

La diversidad trófica evaluada con el índice de Shannon-Wiener mostró los valores más altos en la estación de primavera ( $H' = 1.31$ ), donde el coyote incorporó todas las categorías alimenticias, seguramente porque durante la primavera existe una amplia gama de recursos disponibles, el valor más bajo se presentó en la estación de otoño ( $H' = 0.73$ ) y esto se puede constatar porque en esta estación también presentó el mayor valor de dominancia ( $D = 0.53$ ) y un menor valor de equitatividad ( $J = 0.47$ ) y confirmando estos valores con la marcada preferencia en los consumos durante esta época de materia vegetal y mamíferos. Los valores de diversidad, fueron muy similares a los calculados por Servín y Huxley, (1991) solo que la mayor diversidad la encontraron en invierno ( $H' = 1.52$ ), los valores calculados de diversidad para invierno en el presente trabajo fueron de ( $H' = 0.83$ ), valores muy similares a los encontrados en otra zona de estudio al noreste de México por López-Soto et al.,(2001) para la temporada de invierno en dos sitios ( $H' = 0.84$  y  $H' = 0.89$ ).

El elevado consumo de materia vegetal que apareció en las 4 estaciones del año y fue la categoría más consumida durante 3 estaciones, está fuertemente relacionado con la biología de *Juniperus deppeana* la especie más consumida, que inicia su época de fructificación desde el mes de agosto hasta octubre y los frutos pueden permanecer en el árbol, durante los 3 meses siguientes. es decir, que la disponibilidad de este recurso se extiende al menos durante 6 meses y después de que maduran y se desprenden muchos de los frutos y se conservan por debajo de la planta madre (Adams,2014; CONABIO, 2018; CONAFOR, 2015). Por otra parte, también se debe considerar dentro de las interacciones de frugivoría algunos fenómenos que ocurren en las poblaciones vegetales, donde la especie genera adaptaciones que le permiten atraer a ciertos dispersores, ya sea generando un mayor número de frutos o frutos con una cantidad mayor de azúcar, incrementando la cantidad de pigmentos del fruto, etc. Aspectos que podrían estar atrayendo al coyote hacia el consumo de los frutos de *Juniperus*, por ser un recurso más inmediato y que su búsqueda no significa un gasto energético considerable. (Gutiérrez, 1998; Revilla y Encinas-viso, 2015).

Después de haber determinado el alto consumo de frutos y semillas de al menos dos especies vegetales de los bosques templados de la Sierra Madre Occidental por el coyote, se realizaron las pruebas de germinación en al menos una de las dos especies que aparecieron en las excretas (*Juniperus deppeana*), que fue la más abundante dentro de la dieta y no se realizaron con (*Artostaphylos pungens*), debido a que los métodos para germinar semillas de Manzanita son muy complejos y tardados, ya que es una especie que se presenta en los bosques de encino-pino de las serranías de México y el sur de Estados Unidos y se establece en sitios donde han ocurrido incendios, su germinación puede darse hasta después de 2 años haber ocurrido el incendio y sus semillas logran germinar cuando se someten a las mismas condiciones que se dan durante el incendio (Márquez Linares et al., 2005; Márquez Linares et al., 2006; Laskowski et al., 2013).

En el caso de (*Juniperus deppeana*), se comprobó que el paso por el tracto digestivo de los coyotes no causó daño aparente a las semillas, porque el porcentaje de germinación fue igual al de las semillas extraídas de la planta madre, se podría decir en primera instancia que el coyote está aportando al proceso de dispersión, esto tomando en cuenta que en el proceso de dispersión de semillas de las especies vegetales, la posibilidad de que una semilla germine y llegue a colonizar nuevos sitios, es alejándose de la planta madre tal como lo menciona (Revilla y Encinas-viso, 2015). Sin embargo otros autores Laffitte y Suárez, (2015) mencionan que en los artículos que tratan las interacciones entre plantas y animales frugívoros existe cierta tendencia a enfatizar los posibles beneficios (mayores tasas de germinación, llegada a hábitats vacantes, incremento del flujo génico) y a desconocer los inevitables costos asociados, y los efectos de la frugivoría sobre la dinámica de las poblaciones de plantas distan de ser simples.

Otro punto importante y que se logró observar durante la presente investigación es que el proceso de masticación del coyote, no causó un daño considerable a las semillas, lo que ya había sido reportado por Herrera, (1989) como una característica importante dentro de la frugivoría por parte de los carnívoros.

De igual forma se debe considerar que este proceso de dispersión de semillas es un proceso que envuelve un número considerable de especies, que son atraídas por los frutos o recompensas de las especies vegetales y como lo menciona Revillas y Encinas-Viso (2015) para estudiar las adaptaciones relacionadas con la endozoocoria, podríamos comenzar con el caso más sencillo, es decir, estudiar la evolución y no la coevolución de rasgos en las plantas o en los animales. Sin embargo, una de las razones para estudiar este proceso y principalmente en las plantas a pesar de que aparentemente se trata de una interacción muy beneficiosa para ambos agentes, es que la viabilidad poblacional de las plantas depende críticamente del servicio ecológico brindado por los frugívoros y como lo mencionan Gonzáles-Varo et al., (2015) las interacciones planta frugívoro son cruciales para la dinámica de las comunidades vegetales, especialmente en escenarios de cambio ambiental y debe de entenderse que las especies frugívoras pueden contribuir desproporcionalmente a las semillas, mediando el flujo de genes, la conectividad de las poblaciones y la estructura génica, a pesar de la importancia de estos procesos para las poblaciones y comunidades de plantas, aun no se investigan lo suficiente y permanecen pobremente entendidos. (Jordano et al.2007).

En cambio, los frugívoros poseen usualmente una gran variedad de recursos disponibles para su consumo, lo cual no limita su supervivencia y reproducción tan drásticamente como en el caso de las plantas (Revillas y Encinas-Viso, 2015) y esto es lo que vuelve de suma importancia conocer la función de los carnívoros dentro de los procesos de dispersión de semillas de las especies vegetales con las que interactúan ya que como lo menciona Fedriani y Delibes, (2005). Existen dos variables que deben considerarse en estos estudios, la cantidad de dispersión (número de semillas que manipulan) y la calidad de dispersión que es la probabilidad de dispersar dichas semillas a) viables, b) en lugares con bajo riesgo de depredación y c) con altas perspectivas de establecimiento de sus plantas estas características tanto cantidad como calidad son identificadas como componentes de la eficiencia de dispersión aunque sigue faltando evaluación en la variación de estos factores para la mayoría de sistemas planta-dispersor, esta escasez de datos es aún más marcada en vectores animales poco frecuentes como los mamíferos

frugívoros del orden Carnívora, en nuestro caso el coyote y esto limita la capacidad para generalizar los conocimientos de dispersión por Endozoocoria .

Por último, se debe considerar que para la zona de estudio Los Juniperus tienen una importancia ecológica debido a que son especies que se conocen como especies secundarias y habitan en zonas de transición entre los bosques de pino, encino y abies, es decir representan fases de sucesión secundaria, cuyo clímax corresponde al pinar o al encinar, varias especies de Juniperus son integrantes más o menos normales de bosques de Pinos y Quercus, principalmente de los de tipo xerófilo. Una de las especies más difundidas es *J. deppeana*, que forma bosques en muchas partes del país, como, por ejemplo, en la Sierra Madre Occidental y en el Eje Volcánico Transversal (Rzedowki y Huerta 1978).

Aunque también en estudios de vegetación dentro de la zona como los realizados por González-Elizondo *et al.*, (1993) se considera que buena parte de los matorrales de Juniperus del área no parecen representar comunidades secundarias, sino más bien zonas de transición entre pastizales y bosques. En algunos casos en que ocupan claros y bajíos dentro del bosque es probable que estén siendo favorecidos por la deficiencia de drenaje del suelo y pueden también ser considerados como parte de la vegetación clímax, esto deja en claro la importancia de conocer de que forma el coyote y los demás carnívoros que habitan la zona, están influyendo en la dinámica de la vegetación a partir del procedo de frugivoría.



## 9. Conclusiones

- La dieta anual del coyote en los bosques templados de la Sierra Madre Occidental está conformada por 6 categorías alimenticias y 15 especies.
- El coyote tiene una dieta estacional variada que demuestra sus preferencias generalistas, sin embargo, las diferencias estacionales en los consumos muestran una tendencia a la especialización en el consumo de frutos y semillas.
- La especie más consumida a lo largo del año por el coyote fue *Juniperus deppeana*.
- La diversidad trófica fue mayor en primavera
- La viabilidad de las semillas, no se vio afectada por los procesos de digestión.
- La germinación de las semillas fue muy similar en los tres tratamientos. Lo que demostró que el coyote está influyendo en el proceso de dispersión de semillas de la especie, debido a que aleja a las semillas de la planta madre, dejando disponibles las semillas a otras especies que intervienen en el proceso de dispersión de *Juniperus* y eso podría hacer llegar las semillas a lugares donde sea más probable su germinación.

## 10. Referencias

- Adams, R. P. (2014). *Junipers of the world: the genus Juniperus*. Trafford Publishing.
- Andresen, E. (2012). Dispersión de semillas por animales frugívoros y granívoros. *Ecología y Evolución de las Interacciones Bióticas*, /coordinadoras Ek del Val y Karina Boege, México: FCE, UNAM, CIE. 275 pp.
- Aranda, M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- Aranda, M., López-Rivera, N., y López-de Buen, L. (1995). Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 65, 89-99.
- Arita, H. T., y Aranda, M. (1987). *Técnica para el Estudio y Clasificación de los Pelos*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Baca Ibarra, I. I., Sánchez-Cordero, V., y Stoner, K. E. (2009). Morfología del pelo en mamíferos terrestres. En A. F. Cervantes., Y.H. Moncada y J. V. Cuenca (Eds.). *60 años de la colección nacional de mamíferos del Instituto de Biología, UNAM. Aportaciones al conocimiento y conservación de los mamíferos mexicanos*. Pgs. 89-102. México: Instituto de Biología.
- Baca Ibarra, I. I., y Sánchez-Cordero, V. (2004). Catálogo de pelos de guardia dorsal en mamíferos del estado de Oaxaca, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 75(2).
- Bekoff, M. (1977). *Canis latrans*. *Mammalian Species*. The American Society of Mammalogists. 79: 1-9.
- Bekoff, M., y Wells, M. C. (1980). The social ecology of coyotes. *Scientific American*, 242(4), 130-148.
- Carlson, D. A., y Gese, E. M. (2008). Reproductive biology of the coyote (*Canis latrans*): integration of mating behavior, reproductive hormones, and vaginal cytology. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 654-664.
- CONABIO. (2018) *Juniperus deppeana* Recuperado de: [www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/27-cupre2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/27-cupre2m.pdf).

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2015). Fichas técnicas, Consultado el 8/11/15. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas>.
- Cruz-Espinoza, A., Pérez, G. E. G., y Santos-Moreno, A. (2010). Dieta del Coyote (*Canis Latrans*) en Ixtepeji, Sierra Madre de Oaxaca, México. *Naturaleza y desarrollo*, 8(1), 33-45.
- Delibes, M., Hernández, L., y Hiraldo, F. (1986). Datos preliminares sobre la ecología del coyote y gato montés en el sur del Desierto de Chihuahua, México. *Historia Natural*, 6, 77-82.
- Elbroch, M. (2006). *Animal skulls: a guide to North American species*. Stackpole Books.
- Fedriani, J. M., y Delibes, M. (2005). Dispersión de semillas por mamíferos en Doñana: beneficios del mutualismo y consecuencias para la conservación del Parque Nacional. *Proyectos de Investigación en Parques Nacionales*, 2008, 249-262.
- Fernández-Bravo, C., Urdaneta, N., Silva, W., Poliszuk, H., y Marín, M. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2), 188-196.
- Gallina-Tessaro, S. y López-González, C. (2012). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE-Semarnat. México, D.F. 377 pp.
- García García, D., Chacoff, N. P., Herrera Vega, J. M., y Amico, G. C. (2009). La escala espacial de las interacciones planta-animal. *Ecología y evolución de interacciones planta-animal*.
- Gonzalez-Elizondo, S., Gonzalez-Elizondo, M., y Cortes-Ortiz, A. (1993). Vegetación de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. *Acta Botánica Mexicana*, (22), 1-104.
- González-Varo, J. P., Laffitte, J. M. F., Guitián, J., López-Bao, J. V., y Suárez-Esteban, A. (2015). Frugivoría y dispersión de semillas por mamíferos carnívoros: rasgos funcionales. *Revista Ecosistemas*, 24(3), 43-50.
- Grajales-Tam, K. M., Rodríguez-Estrella, R., y Cancino Hernández, J. (2003). Dieta estacional del coyote *Canis latrans* durante el periodo 1996-1997 en el desierto de Vizcaíno, Baja California Sur, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (89), 17-28.

- Guerrero, S., Badii M. H., Zalapa, S. S., y Arce, J. A. (2004). Variación espacio-temporal en la dieta del coyote en la costa norte de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*. 20(2):145-157.
- Guerrero, S., Badii, M. H., Zalapa, S. S., y Flores, A. E. (2002). Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarundi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana*, (86), 119-137.
- Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. En R. Ardila, W. López, A.M. Pérez, R. Quiñones, y F. Reyes (Eds.). *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento*. Pgs. 359-381. Madrid: Librería Nueva.
- Herrera, C. M. (1989). Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed Mediterranean habitats. *Oikos*, 250-262.
- Hillson, S. (2005). *Teeth*. Cambridge university press.
- Ibarra, I. I. B., Sánchez-Cordero, V., y Stoner, K. E. (2010). Morfología del pelo en mamíferos terrestres.
- Jordano, P., García, C., Godoy, J. A., & García-Castaño, J. L. (2007). Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(9), 3278-3282.
- Krebs, C. J. (1985). *Ecología, Estudio de la Distribución y Abundancia*. 2da. Editorial Harla, México.
- Laffitte, J. M. F., y Suárez-Esteban, A. (2015). Frutos, semillas, y mamíferos frugívoros: diversidad funcional de interacciones poco estudiadas. *Revista Ecosistemas*, 24(3), 1-4.
- Laskowski, M. J., Dicksion, C. C., Schaefer, B., & Young, B. (2013). Examining smoke water as a potential germination-enhancing technique to aid the recovery of the endangered Franciscan manzanita (*Arctostaphylos franciscana* Eastw.[Ericaceae]). *Native Plants Journal*, 14(1), 49-54.
- Litvaitis, J. A. (2000). Investigating food habits of terrestrial vertebrates. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*, 165-190.
- López-Soto, J. H., Henández, R. E. G., y Badii, M. H. (2001). Dieta invernal del Coyote (*Canis latrans*) en un rancho del noreste de México. *Ciencia Nicolaita*, 27: 27-35.

- Márquez Linares, M. A., Jurado Ybarra, E., y González Elizondo, S. (2006). Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. *Ciencia UANL*, 9(2).
- Márquez Linares, M. A., Jurado, E., y López González, C. (2005). Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* Hbk., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. *Madera y bosques*, 11(2), 35-48.
- Martínez-Orea, Y., Castillo Argüero, S., y Guadarrama Chávez, P. (2009). La dispersión de frutos y semillas y la dinámica de comunidades. *Ciencias*, 96 (096).
- Martínez-Vázquez, J., González-Monroy, R. M., y Díaz-Díaz, D. (2010). Hábitos alimentarios del Coyote en el parque nacional Pico de Orizaba. *THERYA*, 1(2), 145-154.
- Medrano Nájera, R., Ramírez Pinero, M., y Guevara Sada, S. (2014). Una mirada a la dispersión de semillas en las excretas de mamíferos.
- Monge-Nájera, J., y Morera-Brenes, B. (1986). La dispersión del coyote (*Canis latrans*) y la evidencia de los antiguos cronistas. *Costa Rica. Brenesia*, 25(26), 251-260.
- Monroy-Vilchis, O., M. Ortega y A. Velázquez. (2003). Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. *Las enseñanzas de San Juan*. (Velázquez, A., A. Torres, y G. Bocco, comps.). SEMARNAT-INE y Gobierno de Michoacán. México, D. F., pp. 565-59.
- Monroy-Vilchis, O., y Rubio-Rodríguez, R. (2003). Guía de identificación de mamíferos terrestres del Estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca
- Monroy-Vilchis, O., y Velázquez, A. (2002). Distribución regional y abundancia del lince (*Linx rufus escuinape*) y el coyote (*Canis latrans cagottis*) por medio de estaciones olfativas: un enfoque espacial. *CIENCIA ergo-sum*, 9(3), 293-300.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T—Manuales y Tesis SEA*, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Osuna, H., Osuna, A., y Fierro, A. (2016). Manual de propagación de plantas superiores. México, se 91p.
- Páez, M. A. S. (2012). Hábitos alimenticios de la zorra, coyote y gato montés en la sierra tarasca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, (62)12.

- Pech-Canche, J. M., Sosa-Escalante, J. E., y Cruz, M. E. K. (2009). Guía para la identificación de pelos de guardia de mamíferos no voladores del Estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva época)*, 13(1), 7-33.
- Revilla, T. A., y Encinas-Viso, F. (2015). *Ecología y Evolución de la Endozoocoria*. ECOLOGÍA.
- Ricklefs, R. E. (1989). *Invitación a la Ecología; La economía de la Naturaleza*. México: Médica Panamericana.
- Rumiz, D. I. (2010). *Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. Distribución, Ecología y Conservación de los Mamíferos Medianos y Grandes de Bolivia*. Editorial. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Rzedowski, J., y Huerta, L. (1978). *Vegetación de México* editorial limusa. México, DF.
- Servín, J., C. Huxley, J. García y R. Rodríguez-Mazzini. (1992). Identificación de excretas de coyote y zorra gris en una zona de distribución simpátrica. *Simposio sobre Fauna Silvestre FMVZ-UNAM*. 10:352-359.
- Servín, J., E. Chacón y C. Huxley. (2000). ¿La disponibilidad del alimento influye en el tamaño del ámbito hogareño (*Canis latrans*)? México. *Simposio Fauna Silvestre* (18), 125-129.
- Servín, J., Sánchez-Cordero, V., y Gallina, S. (2003). Distances traveled daily by coyotes, *Canis latrans*, in a pine-oak forest in Durango, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 84(2), 547-552.
- Servín, J., y C. Huxley. (1991). La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 44, 1-26.
- Servín, J., y Chacón, E. (2005). Coyote. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 34-350.
- Shannon C.E., y Weaver W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.
- Vázquez-Yanes, C., Batis Muñoz A. I., Alcocer Silva M. I., Díaz Gual M. y Dirzo Sánchez. C. (1999). Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO -Instituto de Ecología, UNAM.

- Villalobos Escalante, A., Buenrostro-Silva, A., y Sánchez-de la Vega, G. (2014). Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 5(1), 355-363.
- Voigt, D. R., y Berg, W. E. (1987). Coyote. Wild furbearer management and conservation in North America, 345-357.
- Willian, R. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales (No. Fe 20/2). FAO.
- Zar J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Cuarta Edición. Pince Hall. New Jersey. USA. pp.663.