



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA.

---

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y  
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES  
(PATRONES DE BIODIVERSIDAD DEL NEOTRÓPICO)**

DIETA Y REMOCIÓN DE SEMILLAS CONSUMIDAS POR *Dipodomys  
phillipsii oaxacae*, EN COSOLTEPEC, OAXACA.

**T E S I S**

PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

QUE PRESENTA:

**BIOL. YAZMÍN DEL MAR MARTÍNEZ AYÓN**

DIRECTOR DE TESIS:

**DR. MIGUEL ÁNGEL BRIONES SALAS**

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México

Junio de 2015.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

*CARTA CESION DE DERECHOS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 03 del mes de junio del año 2015, el (la) que suscribe Yazmín del Mar Martínez Ayón alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro A130843, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Miguel Ángel Briones Salas y cede los derechos del trabajo titulado: "DIETA Y REMOCIÓN DE SEMILLAS CONSUMIDAS POR *Dipodomys phillipsii oaxacae* EN COSOLTEPEC, OAXACA", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [yazmindelmar@hotmail.com](mailto:yazmindelmar@hotmail.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Yazmín del Mar Martínez Ayón



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 03 del mes de junio del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: "DIETA Y REMOCIÓN DE SEMILLAS CONSUMIDAS POR *Dipodomys phillipsii oaxacae* EN COSOLTEPEC, OAXACA

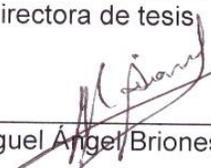
Presentada por la alumna:

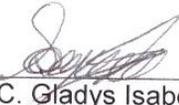
<b>Martínez</b> Apellido paterno	<b>Ayón</b> materno	<b>Yazmín del Mar</b> nombre(s)							
Con registro: <table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </table>			A	1	3	0	8	4	3
A	1	3	0	8	4	3			

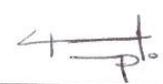
aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Directora de tesis

  
Dr. Miguel Ángel Briones Salas

  
M. en C. Gladys Isabel Manzanero Medina

  
M. en C. Graciela Eugenia González Pérez

  
Dr. Emilio Martínez Ramirez

  
M. en C. Matías Martínez Coronel

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
Dr. José Rodolfo Martínez y Cadenas

  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	4
3. ANTECEDENTES.....	5
4. OBJETIVO E HIPOTESIS.....	7
4.1 Objetivo general.....	7
4.2 Objetivos específicos.....	7
5. MÉTODOS.....	8
5.1 Área de estudio.....	9
5.1.1 Fisiología.....	9
5.1.2 Vegetación.....	9
5.2 Muestreo.....	10
5.2.1 Captura de individuos.....	11
5.2.2 Caracterización de la vegetación.....	15
5.2.3 Remoción postdispersión de semillas.....	17
5.2.4 Madrigueras.....	21
6. RESULTADOS.....	22
6.1 Dieta.....	24
6.2 Caracterización de la vegetación.....	34
6.3 Remoción postdispersión de semillas .....	36
6.4 Madrigueras.....	40
7. DISCUSIÓN .....	45
8. LITERATURA CITADA.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág
		·
1	Distribución de subespecies de <i>Dipodomys phillipsii</i> . Tomado Fernández <i>et al.</i> , 2012, y basado en Jones y Genoways, 1975.....	1
2	Rata canguro, <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> .....	2
3	Localización geográfica del municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	8
4	Vegetación presente en la localidad de Cosoltepec, Oaxaca.....	10
5	Localización de los sitios de muestreo en el Municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	11
6	Medidas somáticas convencionales de un mamífero.....	12
7	Diseño de los transecto tazados para hacer el análisis de vegetación.....	16
8	Sitio de muestreo “el semillero” utilizado para el procedimiento de remoción de semillas en Cosoltepec.....	17
9	Distribución de estaciones para la remoción de semillas y frutos en Cosoltepec...	19
10	Diagrama de diseño experimental para cuantificar la remoción postdispersión de semillas en Cosoltepec.....	20
11	Tratamientos utilizados durante el proceso de remoción a) estación de semillas con el tratamiento de protección b) estación de semillas sin protección.....	20
12	Número de individuos de <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> colectados por transecto en Cosoltepec.....	23
13	Número de individuos de <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> observados y capturados en las diferentes temporadas en Cosoltepec.....	23
14	Número de especies acumuladas predichas en la dieta de <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> , en el estudio.....	27
15	Número de especies vegetales forrajeadas por <i>Dipodomys phillipsii</i> colectadas por transecto en Cosoltepec.....	28
16	Número de especies vegetales forrajeadas por <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> colectadas a través del estudio en Cosoltepec.....	28
17	Diagrama de dispersión entre los individuos y la longitud de las semillas alojadas en los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec.....	32
18	Porcentaje de preferencia de remoción de semillas respecto a la longitud de las semillas alojadas en los abazones de la rata canguro <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec.....	32
19	Peso promedio obtenido de los diferentes transectos estudiados dentro de los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec, Oaxaca.....	33
20	Peso promedio obtenido durante las dos épocas del año dentro de los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec, Oaxaca.....	33
21	Regresión lineal de la cobertura total forestal (CTF), sobre la cobertura total de herbáceas (CTH).....	35
22	Porcentaje de remoción de las 12 especies de semillas ofertadas durante el estudio a los diferentes removedores del suelo de Cosoltepec.....	37
23	Gráficas de dispersión de las variables significativas a) número de túneles vs volumen; b) LT VS Volumen c) número cámaras VS Volumen.....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág
1	Especies de semillas puestas durante el diseño experimental de remoción en Cosoltepec.....	18
2	Lista de especies potenciales dentro de la dieta de <i>Dipodomys phillipsii oaxacae</i> en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca.....	25
3	Número de especies vegetales acumuladas de acuerdo a los modelos de Clench y exponencial.....	27
4	Índices de diversidad de las especies de semillas registradas en los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> en los transectos estudiados y por temporadas en Cosoltepec.....	29
5	Análisis de varianza entre el número de semillas presente en los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> y los transectos estudiados.....	29
6	Comparación de medias del número de semillas en cada uno de los transectos.....	30
7	Análisis de varianza entre el número de semillas presente en los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> y las dos épocas del año.....	30
8	Frecuencias y porcentaje de aparición de las especies de semillas encontradas en los abazones de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec.....	31
9	Características de los transectos en Cosoltepec.....	34
10	Análisis de varianza de la CTF en cada uno de los transectos, mostrando la co-variable de la CTH.....	34
11	Comparación de medias entre la cobertura total forestal y los transectos estudiados.....	35
12	Número de especies vegetales potenciales presentes en los abazones de diferentes heterómidos.....	36
13	Porcentaje de remoción de las 12 especies de semillas colocadas en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.....	36
14	Cuadro de varianzas entre la densidad en el proceso de remoción de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec, Oaxaca.....	38
15	Comparación de medias entre las densidades en el proceso de remoción de <i>D. p. oaxacae</i> en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.....	38
16	Cuadro de varianzas entre los diferentes tratamientos durante el proceso de remoción de <i>D. p. oaxacae</i> en Cosoltepec, Oaxaca.....	38
17	Comparación de medias entre los diferentes tratamientos durante el proceso de remoción de <i>D. p. oaxacae</i> en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.....	38
18	Resultados del ANOVA mostrando la significancia estadística de las especies de semillas utilizadas en el proceso de remoción en Cosoltepec, Oaxaca.....	39
19	Comparación de medias de las especies de semillas ofertadas en el proceso de remoción en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.....	39
20	Variables determinantes del porcentaje de remoción realizado por <i>D. p. oaxacae</i> en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.....	39

21	Madrigueras de <i>D. p. oaxacae</i> excavadas en Cosoltepec, Oaxaca.....	41
22	Correlación de Pearson para las variables medidas en las madrigueras de <i>D. p. oaxacae</i> .....	42
23	Análisis de varianza analizadas en las madrigueras de <i>D. p. oaxacae</i> , en las variables significativas.....	43
24	Análisis de regresión lineal del conjunto de variables con significancia analizadas en las madrigueras de <i>D. p. oaxacae</i> .....	44
25	Coefficientes de regresión, nivel de significancia e intervalos de confianza (95%) de las variables con significancia analizadas en las madrigueras de <i>D. p. oaxacae</i> .....	44

## **APOYO, FINANCIAMIENTO Y BECAS**

El presente estudio fue realizado en las instalaciones del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad-Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-OAX IPN), específicamente en el Laboratorio de Vertebrados Terrestres, el cual proporcionó el apoyo logístico y la infraestructura durante el trabajo de campo, además de las actividades de laboratorio y de gabinete, así como el material necesario para la conclusión del mismo.

El financiamiento se obtuvo parcialmente del proyecto CONABIO-“Modelado de la distribución geográfica de mamíferos endémicos y en riesgo de conservación de Oaxaca” así como del proyecto ACCIONA “Impacto de los aerogeneradores sobre las especies de murciélagos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca” ambos bajo la dirección del Dr. Miguel ángel Briones Salas.

Agradezco al CONACyT por la beca número 521583, y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) periodo 2013-2015 por las becas otorgadas para realizar mis estudios de posgrado.

Finalmente y no menos importante, a la las Autoridades de Cosoltepec y al Comisariado de Bienes Comunales por permitirme realizar este estudio dentro de su comunidad, brindando siempre apoyo logístico durante las estancias de campo.

## RESUMEN

### DIETA Y REMOCIÓN DE SEMILLAS CONSUMIDAS POR *Dipodomys phillipsii oaxacae* EN COSOLTPEC OAXACA.

*Dipodomys phillipsii oaxacae* es una especie de roedor que es endémico del estado y está dentro de la Norma Oficial Mexicana, bajo la categoría de Amenazada. Se distribuye desde el la parte central de Durango hasta el noroeste de Oaxaca y es una de las especies que al igual que muchas está sufriendo fuertemente el proceso de fragmentación de su hábitat. Este trabajo tiene como objetivo determinar la dieta potencial de la especie y conocer el patrón de remoción postdispersión de 12 especies de semillas, y conocer la estructura de las madrigueras en donde almacena las semillas que remueve. Para lo cual se realizaron capturas manuales de los individuos de la especie, y se determinó la remoción postdispersión de semillas y como es afectada por densidades diferentes en lotes de semillas y dos tratamientos de exclusión, uno para el acceso a cualquier tipo de removedor y otro que disponible solo para roedores o del tamaño similar y, finalmente, se excavaron 12 madrigueras utilizadas por *D. p. oaxacae*. Se obtienen 48 morfo-especies diferentes dentro de los abazones de las ratas canguro, en donde el 70% son de tamaño menor a los 6 mm de longitud, siendo *Crusea diversifolia* la especie más frecuente (FA=0.3605, PA=14.97). Así mismo, la remoción más alta estuvo en las semillas de *Stenocereus pruinosus* (90.75%), *Escontria chiotilla* (88.65 %), se mostraron valores de remoción más altos en las densidades bajas (53.33%) que en las densidades altas (52.86%); y en los tratamientos abiertos a todos los agentes removedores fueron los más removidos (54.85%), que en los disponibles solo para roedores (51.34%), sin embargo, el análisis de varianza mostró que las diferencias no son significativas. También se excavaron 12 madrigueras utilizadas por *D. p. oaxacae* las cuales de acuerdo a la clasificación de madrigueras, se encontró que la rata canguro construye cuatro tipos de madrigueras diferentes, se obtuvo que el volumen total de la madriguera, es una característica importante en la construcción de sus refugios.

Palabras clave: *Dipodomys phillipsii oaxacae*, dieta, remoción semillas, madrigueras, Cosoltepec.

## ABSTRACT

### DIET AND REMOVAL OF SEEDS CONSUMED BY *Dipodomys phillipsii oaxacae* IN OAXACA COSOLTPEC.

*Dipodomys phillipsii oaxacae* is a species of rodent endemic of the state of Oaxaca, Mèxico. Is categorized as an endangered species in the Official Mexican Standard. It is distributed from the center of Durango to the northwestern of Oaxaca and is one of the species that like many others is heavily suffering the process of fragmentation of its habitat. This study aims to determine the potential diet of the species and know the pattern of removal post dispersion of 12 species of seeds, and know the structure of the burrows where it stores the seeds removed. Manual capture individuals of the species were made, and post dispersion seed removal was determined and how it is affected by different densities in seed lots and two treatments of exclusion, one for access to any type of remover and other that available only to rodents or similar size and finally 12 burrows used by *D. p. oaxacae* were excavated. It was obtained 48 morpho-species different in the cheek pouches of kangaroo rats, where 70% are smaller than 6 mm in length, *Crusea diversifolia* was the most common species (FA = 0.3605, SD = 14.97). Likewise, the highest removal of seeds was the species *Stenocereus pruinosus* (90.75%) and *Escontria chiotilla* (88.65%), higher values of removal were shown at low densities (53.33%) than in high densities (52.86%) ; and the open treatments all the agents removers were the more removed (54.85%), than the available only for the rodent (51.34%), however, the analysis of variance showed that differences are not significant. 12 burrows used by *D. p. oaxacae* were excavated. which according to the classification of burrows found that the kangaroo rat builds four different holes, it was found that the total volume of the burrow, is an important building their shelters feature.

Keywords: *Dipodomys phillipsii oaxacae*, diet, remove seeds, burrows, Cosoltepec.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Heterómidos son roedores que han sido reconocidos en su papel de dispersores, depredadores y removedores de semillas (Canul-Cruz *et al.*, 2012, Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1998). En México la familia está representada por 42 especies de cuatro géneros: *Dipodomys*, *Chaetodipus*, *Perognathus* y *Heteromys* (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014). La distribución de la familia es principalmente en las zonas áridas y tropicales, siendo abundante en vegetación xerófila, matorrales, pastizales, selvas secas y algunos bosques de pino-encino (Ceballos y Galindo, 1984; Ceballos & Miranda, 2000).

Sin embargo, uno de los roedores más carismáticos de esta familia presentes en el estado de Oaxaca, es la rata canguro *Dipodomys phillipsii*, la cual es una de las especies endémicas del país y la cual se encuentra distribuida en el altiplano desde la parte central de Durango hasta el norte de Oaxaca (Fig. 1) (Hall 1981, Jones y Genoways, 1975; Ceballos y Oliva, 2005). *D. phillipsii* habita en zonas áridas con suelos arenosos, en donde la vegetación dominante son pastizales y matorrales xerófitos. La distribución altitudinal varía de 950 msnm en Oaxaca hasta los 2850 msnm en Veracruz. (Jones y Genoways, 1975).

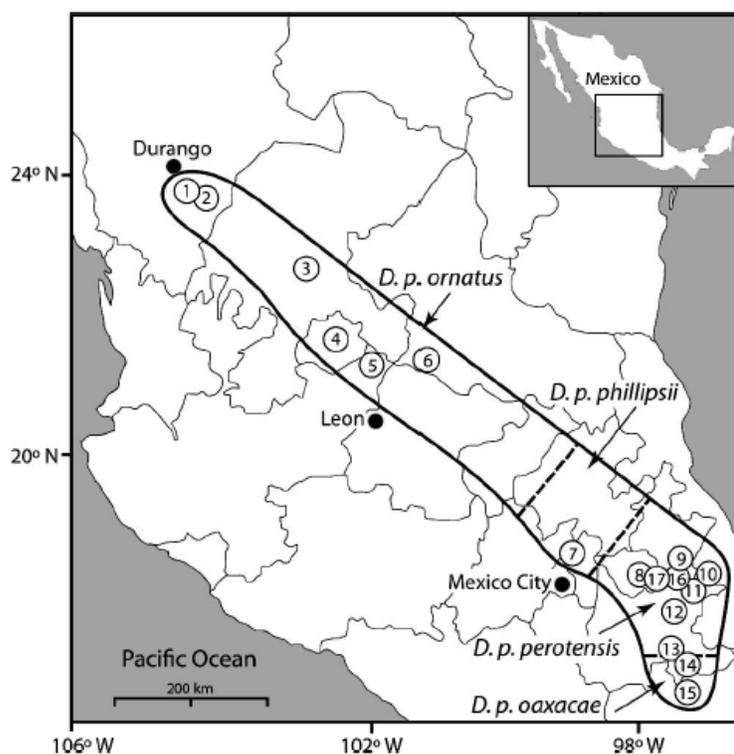


Figura 1. Distribución de subespecies de *Dipodomys phillipsii*. Tomado Fernández *et al.*, 2012, y basado en Jones y Genoways, 1975.

*Dipodomys phillipsii*, es un ratón de tamaño mediano (Fig. 2), miden entre 205 a 370 mm, tiene como característica principal la presencia de abazones externos que se abren anteriormente cerca de la boca (Williams *et al.*, 1993); es decir, bolsas externas forradas de piel, en las cuales guardan las semillas que suelen recolectar, presentan patas traseras notablemente más largas que las delanteras y le sirven para la locomoción a saltos, peculiar de este género, y por lo cual reciben el nombre de ratas canguro (Álvarez, 1961). Presenta cuatro dedos de las patas posteriores y los pelos sobresalen de estas. La cola es relativamente más larga que la longitud de la cabeza y cuerpo juntos, el pelaje largo, suave y sedoso, de color amarillento a café pálido; la parte ventral, brazos, patas, manos y el labio superior son blancos, al igual que las manchas sobre el ojo y detrás de la cabeza. La base de la cola es blanca con líneas longitudinales que se extienden a cada lado, blancas a los lados y oscuras en la parte dorsal y ventral, presenta un mechón de pelos en la punta, formando un pincel (Hall, 1981; Williams *et al.*, 1993).



Figura 2. Rata canguro, *Dipodomys phillipsii oaxacae* (Foto: Y. M. Martínez-A.).

*Dipodomys phillipsii oaxacae*, es la subespecie más pequeña y pálida de la especie. Se distingue de *D. p. perotensis* y de *D. p. phillipsii* porque tiene un cráneo más pequeño y angosto que estas dos subespecies (Jones y Genoways, 1975; Villa y Cervantes, 2003), además, por la longitud de la pata de menos de 42 mm, por su tamaño mediano en comparación con otras especies y por ser la especie con distribución más sureña (Genoways y Jones, 1971; Hall, 1981; Williams *et al.*, 1993). Cabe mencionar, que esta subespecie está considerada en la categoría de Amenazada, por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Ecol-2010, además de estar distribuida en la zona árida del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el sur de Puebla y norte de Oaxaca (Jones y Genoways, 1975; Hall, 1981; Schmidly *et al.*, 1993; Cervantes y Riveros-Lara, 2012; Fernández *et al.*, 2012).

Estos individuos son principalmente roedores granívoros, recolectores y consumidores de frutos y semillas, aunque pueden incluir ocasionalmente en sus dietas, materia vegetal adicional y artrópodos, cuando estos se encuentran disponibles (Jones y Genoways, 1975). Durante el

forrajeo, almacenan sus alimentos en sus abazones lo que les permite la recolección y remoción eficiente de semillas y el transporte de un gran número de ellas de regreso a la madriguera en periodos cortos, lo que a su vez, reduce el riesgo de depredación sobre tierra (Reichman y Price, 1993).

Debido a que transportan y almacenan las semillas en sus madrigueras, algunas de éstas podrán finalmente germinar (Brown y Harney, 1993), lo cual influye en la estructura de comunidades de plantas anuales en hábitats desérticos (Sánchez-Cordero y Fleming, 1993). Al existir esta competencia, también afectan a otros granívoros como hormigas y aves con las cuales luchan por el recurso, controlando sus poblaciones (Brown y Harney, 1993).

Por otra parte, la remoción de semillas es una interacción que acontece comúnmente en el ambiente, y es considerada como el traslado de propágulos de un sitio a otro, el cual es realizado principalmente por vertebrados (Fleming *et al.*, 1987, Dinerstein y Wemmer, 1988; Janzen, 1982). De acuerdo con la definición anterior la remoción es llevada a cabo tanto por depredadores como por dispersores de semillas. Sin embargo, la división entre depredadores y dispersores de semillas es sutil, puesto que muchos vertebrados realizan ambas funciones (Howe y Smallwood, 1982).

Por lo tanto, la remoción de semillas puede ser de dos tipos dependiendo del momento en que es tomado el propágulo: 1) pre dispersión, la cual es cuando las semillas o frutos son tomados directamente de la planta progenitora por los animales antes de ser dispersadas y 2) post dispersión, que ocurre cuando la planta progenitora ha liberado sus semillas o frutos y están disponibles para ser dispersados por los diferentes removedores entre ellos, los roedores.

Los principales removedores de semillas son las hormigas, roedores y algunas aves. Sin embargo, se ha estimado que en ambientes desérticos, las hormigas localizan el 90% de las semillas en el suelo, removiendo entre un 40% y 50%, mientras que los roedores detectan el 100%, llevándose entre un 75-100% de las semillas (Reichman 1979; Abramsky, 1983; Marone *et al.*, 1998)

Algunos factores que influyen en la velocidad y tasa de remoción son: 1) rapidez en que son localizadas las semillas, 2) temperatura ambiente, 3) especie removida, 4) relación costo-beneficio, donde las especies más atractivas son más removidas 5) el tipo de semilla o fruto (es decir, las características propias de las semillas) (Hughes y Westoby 1990; Vander, 1990; Willson y Wheland, 1990; Forget y Milleron, 1991; Murray y Dickman, 1997). Por lo que al momento de la alimentación de los roedores, estas características son tomadas en cuenta, y los convierte en depredadores de semillas,

Esto último, tiene mucho impacto en ecosistemas áridos, ya que consumen semillas de ciertas especies y llegan a eliminar las poblaciones de las especies favoritas, esto puede favorecer el crecimiento de las especies competidoras y de los consumidores de ellas, es por esto que los roedores ejercen una marcada influencia sobre el paisaje debido a su importante acción como

dispersores, depredadores y removedores de semillas (Fleming, 1974; Medellín y Redford, 1992), siendo éstos, de los procesos más importantes que contribuyen al reclutamiento, regeneración, estructura espacial y diversidad de la comunidad de plantas (Levey *et al.*, 2002).

Por otra parte muchas especies de roedores, entre ellos los heterómidos, como *Dipodomys phillipsii*, se caracterizan por construir madrigueras y almacenar alimento, principalmente semillas, las que varían de acuerdo con la temporada del año, la disponibilidad y el tipo de vegetación (Jenkins y Breck, 1998; Price *et al.*, 2000). El tamaño y complejidad de la madriguera dependerá de varios factores como: el tamaño corporal de la especie que la habita (Meadows, 1991; Hansell, 1993), el uso que le da el habitante (Huntly y Reichman, 1994; Rado *et al.*, 1992), el tipo de suelo y la vegetación (Laundré y Reynolds, 1993), la época del año (Andersen, 1987; Williams y Cameron, 1990), la temperatura ambiental (Kenagy, 1973) y la precipitación (Bandoli, 1981).

Del mismo modo la estructura y el contenido de las madrigueras de una especie, permite conocer también cómo son utilizadas y aporta información sobre su historia natural (Mankin y Getz, 1994). Existe una relación entre la estructura y la función de las madrigueras, como las que son orificios superficiales y sólo son utilizadas en situaciones de peligro como refugios temporales (Hansell, 1993).

Una de las ventajas que tiene la construcción y el mantenimiento de madrigueras construidas en el suelo es que influyen directamente en el ambiente, principalmente modificando sus características, por ejemplo, en los alrededores de las madrigueras puede encontrarse una mayor cantidad de materia orgánica debido a la acumulación de desechos en el exterior (Laundré y Reynolds, 1993); lo que favorece la remoción del suelo; e incrementa la porosidad; se facilita la infiltración del agua al subsuelo y se contribuye a aumentar la fertilidad (Meadows, 1991; Laundré y Reynolds, 1993).

Finalmente la falta de información acerca de cómo están sus poblaciones, la dieta, el nicho que ocupa, la caracterización y uso de sus sitios de descanso, así como las muchas interacciones que tiene con el ambiente sigue aun siendo desconocida (Reichman y Price, 1993) y es el mismo desconocimiento de la biología básica de *Dipodomys phillipsii oaxacae* lo que la ha llevado a estar bajo la categoría Amenazada en las normas mexicanas.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Debido a que el alimento es una dimensión del nicho ecológico, al analizarla brinda una cantidad de información importante para comprender el papel ecológico que un organismo tiene en el ecosistema. En el caso de los Heterómidos está relacionado con la dispersión de semillas que consume y su papel como removedor de estas, así como con una gran cantidad de interacciones que establecen con las plantas de las cuales se alimentan (Johnson, 1961). Sin embargo, México

carece de estudios más profundos acerca de éstas interacciones ecológicas con especies endémicas y que a su vez, estén bajo alguna categoría de riesgo, como *Dipodomys phillipsii oaxacae*, especie que está sufriendo fuertemente el proceso de fragmentación de su hábitat, el cual está sumamente restringido a una pequeña parte del noroeste de Oaxaca. Esto ha originado que esté dentro de la categoría de Amenazada por las normas Mexicanas (NOM-ECOL-059-2010).

Por lo tanto, saber ¿De qué se alimentan? ¿Cómo remueven su alimento? y ¿Cómo es el sitio donde lo almacenan? es esencial para conocer una de las interacciones más importantes que lleva a cabo en su hábitat, y descartar la mala percepción que tienen los habitantes del lugar, donde atribuyen a estos roedores la depredación de la semilla de maíz, esto debido a que al momento de arar las zonas de cultivo, éstos organismos salen de la tierra, llegando a sacrificar a los individuos encontrados.

Desafortunadamente no se conocen muchos aspectos acerca de la biología y de la historia natural de este pequeño mamífero, por tal motivo este estudio aporta información relevante acerca de la composición de la dieta de *Dipodomys phillipsii oaxacae*, así como la interacción que mantiene con el ambiente en su papel como dispersor de semillas.

### 3. ANTECEDENTES

La información acerca de la biología natural de la especie sigue siendo pobremente estudiada. *D. p. oaxacae* fue descrita hace más de 60 años (Hooper, 1947) con cuatro ejemplares de la serie tipo colectados en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, esta era la única localidad reconocida para la subespecie; hasta que se reconoció un ejemplar más colectado en Tehuizingo, Puebla a 130 km al oeste-noroeste de la localidad tipo (Genoways y Jones, 1971).

Los primeros estudios acerca de la biología de la especie, dan inicio con Genoways y Jones, (1971), quienes realizaron algunas notas acerca de su historia natural y algunas localidades de colecta. Posteriormente años después, los mismos autores realizan una recopilación de notas sobre la diagnosis, características generales, distribución, ecología, ontogenia, reproducción, genética, forma y función de *D. phillipsii*, donde hacen mención de su alimentación y solo reportan que han encontrado semillas, hojas pequeñas como las de diente de león y plantas jóvenes en sus abazones (Jones y Genoways, 1975). Sin embargo, reportan en esta misma publicación que la especie es extremadamente difícil de coleccionar en trampas y que en términos generales no existe mucha información sobre la especie.

Posteriormente Williams *et al.*, (1993) publicaron un libro sobre la familia Heteromyidae en el cual incluyen algunas notas adicionales sobre el género *Dipodomys*. Posteriormente, Ramírez-Pulido *et al.* (1999), realiza una revisión de 300 ejemplares de heterómidos del Estado de Puebla procedentes de diferentes colecciones científicas en donde se reconoció a *D. p. perotensis* y *D. p.*

*oaxacae* por sus medidas externas y craneales, y registraron cinco ejemplares nuevos de esta última especie para Puebla.

Al siguiente año Briones-Salas (2000), realizó un listado de las especies de mamíferos que se distribuyen en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en donde registran un total de 52 especies de mamíferos, dentro de ellas *D. phillipsii*, no obstante, durante este estudio no se logró coleccionar ningún ejemplar de la especie, pues a pesar de los esfuerzos por coleccionarla no había sido posible registrarla, por lo que se consideraba que sus poblaciones están muy reducidas e incluso extirpadas.

Años después, Arrambide, 2007, estudió la diversidad (espacio-temporal) de mamíferos pequeños no voladores en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán; en donde reporta a la especie en la localidad de Santa María Tecomavaca, en el Noroeste del Estado de Oaxaca, siendo esta de las especies menos abundantes y nuevo registro para esta localidad; sin embargo, no está catalogado el ejemplar en ninguna colección mastozoológica. Posteriormente, Fernández *et al.* (2012), realizan un estudio de las relaciones filogenéticas entre las poblaciones de *D. phillipsii* en el cual se usaron genes mitocondriales y nucleares, dando como resultado el ascenso a nivel de especie a *D. p. ornatatus (D. ornatatus)* y se sugiere la división de las subespecies como resultado de la formación del Cinturón Volcánico Transmexicano a mediados del Plioceno.

Posteriormente, Cervantes y Riveros (2012), en su estudio realizado en el Municipio de Cosoltepec, en el noroeste de Oaxaca, reportan un total de 32 especies de mamíferos entre ellas *D. phillipsii oaxacae*; y se obtiene el primer registro confiable de la especie en el Estado en más de 60 años y consiguen una tercera localidad de colecta.

Por otra parte, en cuanto a las madrigueras se han realizado estudios principalmente para las especies del norte o con otras especies con las mismas características fosoriales. Mankin y Getz (1994), estudian la morfología de las madrigueras relacionadas con la organización social de *Microtus ochrogaster*, en donde concluyen que las diferencias en la morfología de la madriguera están relacionada principalmente con el tipo de grupo social que habita el nido y no con la estacionalidad del ambiente.

Al año siguiente Germano (1995), muestra la arquitectura del sistema de madrigueras entre dos especies de ratas canguro (*Dipodomys nitratoides nitratoides* y *Dipodomys heermanni tularensis*), al sur del Valle San Joaquín en California, Estados Unidos, en donde concluye que las características de las madrigueras varían entre las especies, sin embargo, ambas especies construyen sistemas superficiales, menores a 25 cm debajo de la superficie y que estos sistemas incluyen múltiples entradas y túneles de interconexión, lo cual significaría una mayor duración de la madriguera.

Posteriormente, Domínguez-Castellanos (2009), determinan la estructura y contenido de las madrigueras de *Liomys pictus*, ratón espinoso emparentado en la misma familia de los heterómidos que *D. phillipsii* (ahora *Heteromys pictus*, Ramírez-Pulido *et al.*, 2014), en selvas tropicales en la estación biológica de Chamela, Jalisco; en donde estudian 24 madrigueras encontrando las madrigueras más complejas en la selva baja que en selva mediana y catalogando un total de 248 especies de plantas encontradas dentro de las madrigueras.

Finalmente Vázquez y Álvarez-Castañeda (2011), estudiaron la distribución de madrigueras de *D. merriami insularis* y su relación con la distribución espacial de la comunidad de roedores en la Isla San José, Baja California Sur, en su estudio obtienen que el número de madrigueras incrementa con la diversidad y abundancia heterogénea de la vegetación a nivel local y, que el sexo y la edad influyen sobre el patrón de proximidad espacial entre madrigueras.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general

Determinar la dieta y la remoción postdispersión de semillas consumidas por *Dipodomys phillipsii oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.

### 4.2. Objetivos específicos

- Conocer las especies potenciales que componen la dieta de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca, en los diferentes transectos y entre épocas del año.

$H_1$ =Se espera que la dieta de *D. p. oaxacae* esté compuesta por semillas similares a otras especies de *Dipodomys* como de mezquite, huizache, uña de gato, *Ficus sp*, cactáceas (Dilford *et al.*, 1985).

$H_0$ =La dieta de *D. p. oaxacae* no esté compuesta por semillas similares a otras especies de *Dipodomys*.

- Conocer el patrón de remoción postdispersión de semillas en la zona templada subhúmeda (Toledo y Ordóñez, 1996 ) de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca, en los diferentes sitios de estudio y entre épocas del año.

$H_1$ =Se espera que la remoción postdispersión de semillas este dada por roedores en los tratamientos abiertos y con densidades altas de semillas puestas en el suelo del área de estudio. (Briones-Salas, 2006)

$H_0$ =La remoción no está dada en los tratamientos abiertos y con densidades altas de semillas puestas en el suelo del área de estudio.

- Conocer la estructura de las madrigueras de *D. p. oaxacae* en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.
  - $H_1$ =Dado que *D. p. oaxacae* se distribuye en ambientes secos con poca cobertura vegetal, se espera que las madrigueras de esta especie sean más similares a heterómidos de ambientes secos, es decir con túneles alargados y una mayor cantidad de cámaras para almacenar las semillas
  - $H_0$ =Que las madrigueras sean similares a heterómidos de ambientes húmedos.

## 5. MÉTODOS

### 5.1. Área de estudio

El Municipio de Cosoltepec se localiza en el noroeste del estado de Oaxaca, al norte del distrito de Huajuapán en la Región de la Mixteca, (97° 47' 24" longitud oeste, 18° 08' 28" latitud norte). Comprende las agencias San Juan Joluxtle y Tultitlán de Guadalcázar teniendo como Cabecera Municipal a Santa Gertrudis Cosoltepec (Álvarez, 2003) (Fig. 3).

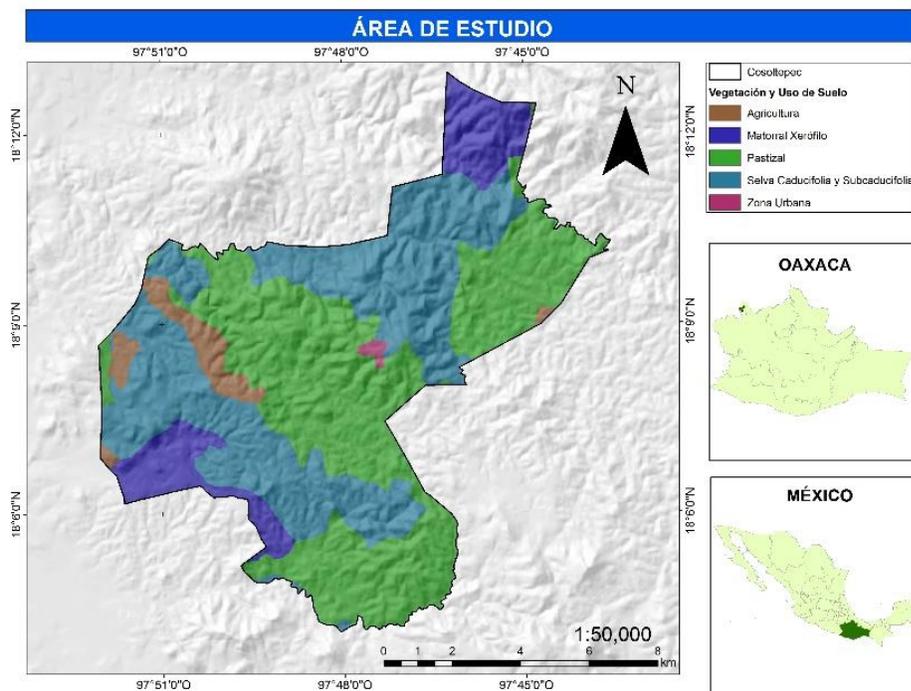


Figura 3. Localización geográfica del municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

El Municipio de Cosoltepec se caracteriza por ser una zona semiárida con vegetación constituida principalmente por selva baja caducifolia (3,227 ha) y matorral xerófilo y pastizales (2,668 ha) en casi toda su extensión. La vegetación ha sido perturbada por el uso humano para leña, carbón, cercos perimetrales, sobre pastoreo e incendios forestales (Plan Municipal de Desarrollo, Cosoltepec, 2008-2010).

El municipio tiene el tipo de clima: BS hw (w)(i')w''g que significa: Clima semiseco, intermedio entre los húmedos tropicales y templados y los muy áridos, se designa como el menos seco de los semiáridos (BS) con régimen de lluvias en verano, con presencia de canícula, precipitación promedio de 517 mm por año y temperatura promedio de 20.3 °C, oscilación de las temperaturas medias mensuales de 5.7 °C. La temperatura mínima de 6° C y una máxima de 34° C, con una precipitación mínima de 308 mm y una máxima de 702 mm, con un periodo de lluvias de mayo a septiembre y un periodo de secas de octubre a abril (Plan Municipal de Desarrollo, Cosoltepec, 2008-2010).

#### 5.1.1. Fisiología.

El Municipio se ubica en la Provincia Fisiográfica de las Montañas y Valles del Occidente, la cual colinda al norte con el estado de Puebla, al noreste con la fosa de Tehuacán, al sureste con los Valles Centrales, al sur con el grupo meridional de la Sierra Madre del Sur y al oeste con el estado de Guerrero. El área municipal se ubica a una altura entre 1300 - 2000 msnm y la elevación más importante es el Cerro del Faisán o del Cantón (Bonilla *et al.*, 2003).

#### 5.1.2. Vegetación.

El municipio presenta como tipo de vegetación original la selva baja caducifolia (Fig. 4), sin embargo, el tipo de vegetación ha ido modificándose con el paso del tiempo dejando manchones con diferente grado de perturbación; se puede observar matorral xerófilo, parches de pastizal inducido y un manchón de bosque de galería. Algunas especies vegetales características del municipio son el cazahuate (*Ipomoea intrapilosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), sabino (*Taxodium mucronatum*), cubata blanca (*Acacia pennatula*), huisaches (*A. farnesiana*), venenillo (*Sapium bilocurare*), guaje (*Leucaena* sp.), cuajote (*Bursera* sp.), quebracha (*Lysiloma divaricata*), tepehuaje (*L. acapulcensis*), palo hediondo (*Gyrocarpus americanus*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), chupandillo (*Cyrtocarpa procera*), hincha huevos (*Pseudosmodingium pemiciosum*), nanche (*Byrsonima crassifolia*), pochote (*Ceiba aesculifolia*), estoraque (*Wimmeria microphylla*), cuetla o uña de gato (*Mimosa biuncifer*), mala mujer (*Cnidoscolus tubulosus*), orégano (*Origanium* sp.), maguey (*Agave* sp.), garambullo (*Myrtillocactus* sp.), biznagas (*Ferocactus* sp. y *Mammillaria* sp.), nopales (*Opuntia* sp.), pitayos (*Stenocereus pruinosus*), xoconostles (*Stenocereus stellatus*) y jitollos (*Escontria chiotilla*; (Bonilla *et al.*, 2003; Torres Colín, 2004).



Figura 4. Vegetación presente en la localidad de Cosoltepec, Oaxaca. (Fotos: Y. M. Martínez-A.)

## 5.2. MUESTREO

Se realizaron salidas previas (agosto, noviembre y diciembre de 2014) a la zona de estudio para confirmar la presencia de la especie y posteriormente establecer los sitios de muestreo en los alrededores de la localidad. Dicha actividad consistió en tres salidas previas, con una duración de entre dos y tres días, en donde se realizaron recorridos nocturnos con el apoyo de un vehículo y cuatro observadores para realizar las capturas manuales de los organismos.

Como resultado de las visitas previas se establecieron seis sitios de muestreo (Fig. 5), todos dentro del municipio de Cosoltepec y con una distancia de 3 km cada uno, siguiendo los caminos de terracería establecidos por la comunidad, distanciados en al menos 1.5 km entre transectos.

El sitio 1, denominado “Tres cruces”, se encuentra ubicado a 2.20 km SO de la localidad de Cosoltepec, (18°07′24.1"N, 97°47′59.1"W/ 18°07′13.8"N, 97°47′15.8"W).

El sitio 2, denominado “Parcela escolar”, se ubica a 3.90 km SO de la localidad (18°07′4.7"N, 97°49′0.9"W/ 18°07′51.8"N, 97°49′42.7"W).

El sitio 3, nombrado como “Jagüey seco”: ubicado a 0.65 km O de la localidad de Cosoltepec (18°08′36.3"N, 97°47′46.9"W/ 18°09′13.0"N, 97°49′0.7"W).

El sitio 4, nombrado como “Azomiate” se ubica a 5 km O de Cosoltepec, (18° 8'8.53"N, 97°50'12.24"O/ 18° 7'50.94"N, 97°51'22.34"O).

El sitio 5 denominado “Sra. Fulvia” Se ubicada a 4.14 km NO de la localidad de Cosoltepec (18°08′41.0"N, 97°49′48.6"W/ 18°09′21.9"N, 97°50′55.0"W).

Y finalmente el sitio 6 nombrado como “Cactus caído” que se ubica a 0.93 km NE de la localidad de Cosoltepec (18°08′53.5"N, 97°47′12.7"W/ 18°10′0.5"N, 97°47′16.8"W).

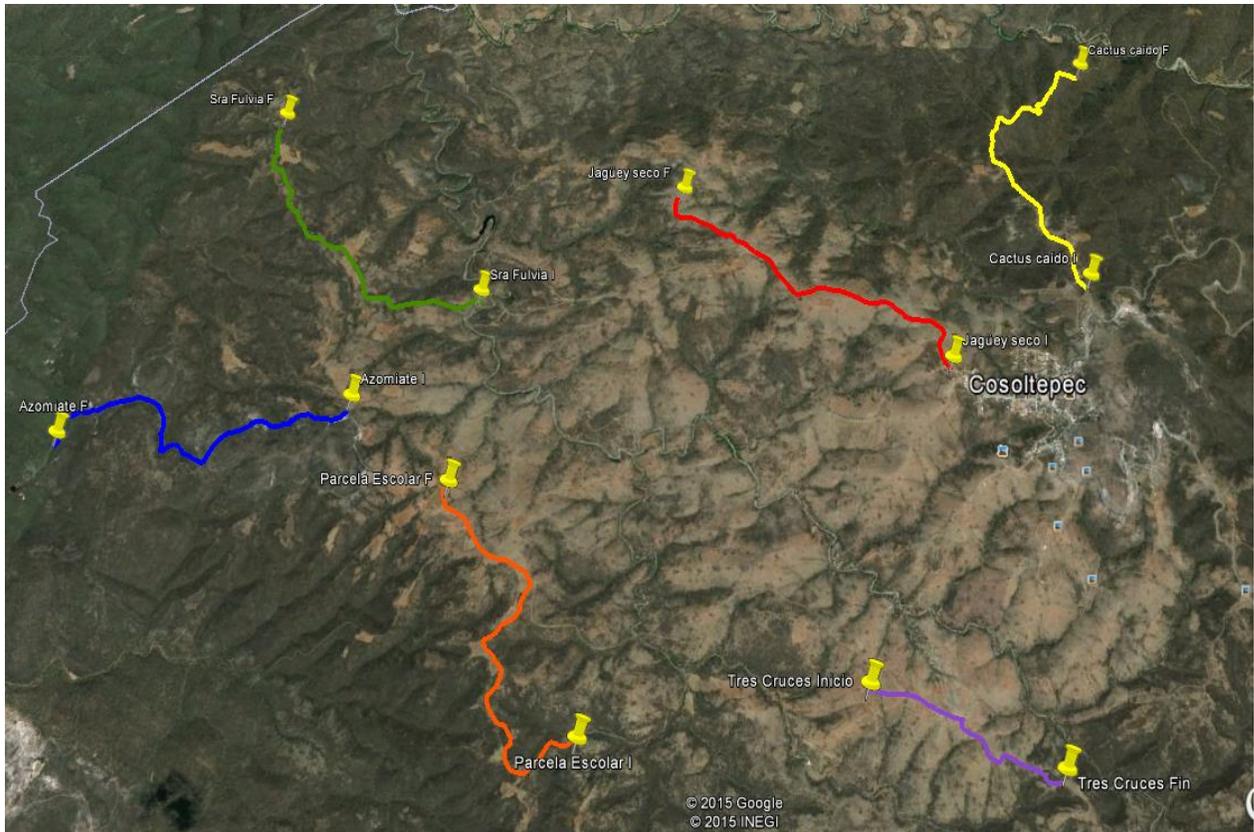


Figura 5. Localización de los sitios de muestreo en el Municipio de Cosoltepec, Oaxaca.

### 5.2.1. Captura de individuos

Se efectuaron 12 muestreos mensuales de enero a diciembre de 2015, con una duración de seis días cada mes, se realizaron recorridos nocturnos a lo largo de los transectos descritos anteriormente, una noche en cada transecto. Los recorridos se iniciaron a partir del ocaso y hasta las ocho horas siguientes, en cada uno se realizaron cuatro recorridos cada dos horas, al momento de avistar a los individuos de la especie *Dipodomys phillipsii oaxacae* se realizó la captura manual de ejemplares.

Debido a que estos organismos son de difícil captura con los métodos tradicionales para el muestreo de roedores (Jones y Genoways, 1975), se optó por el método de captura manual, debido a de acuerdo a lo reportado con otras especies de *Dipodomys*, habitan suelos arenosos abiertos, sobre caminos, en donde la distribución de semillas por el viento se acumula (Best, 1988; Best *et al.* 1988). Para este método se contó con la ayuda de un vehículo tipo pick up que recorrió el transecto a velocidad baja (20 km/hr), así como de entre 5 y 6 observadores apoyados por redes de golpe, lámparas tipo reflector y guantes de carnaza.

A cada individuo capturado se le tomaron las medidas somáticas convencionales (Fig. 6) y el peso, al mismo tiempo que se determinó el sexo y estado reproductivo. Posteriormente se colectaron todas las semillas alojadas en los abazones y se colocaron en tubos ependorf, etiquetando la muestra con la fecha de colecta, sitio de muestreo, sexo y número de colecta consecutivo.

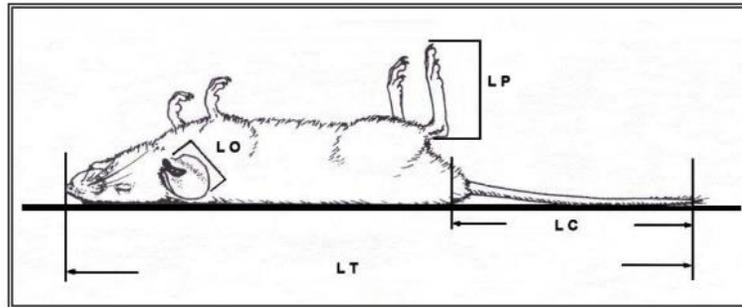


Figura 6. Medidas somáticas convencionales de un mamífero: longitud total (LT), Longitud de la cola (LC), longitud de la pata posterior derecha (LP), longitud de la oreja derecha (Reid, 1997).

Posteriormente se procedió a la liberación del individuo en el mismo sitio de la captura, siguiéndolo visualmente para observar el comportamiento y ubicar la madriguera.

Las muestras de semillas colectadas de cada uno de los individuos se trabajaron en el laboratorio y fueron separadas en diferentes grupos (semillas, restos vegetales y otros). Posteriormente, a cada semilla se le tomaron las medidas de diámetro y longitud, así como el peso de la muestra, y por último las semillas fueron identificadas hasta el nivel taxonómico más bajo posible, apoyados por la colección de semillas y frutos del Herbario Nacional de México de la UNAM (MEXU) a cargo de la M.C Martha Virginia Olvera García, así como del Herbario del CIIDIR-OAX, así como de personal y bibliografía especializada.

Para conocer la abundancia de las especies registradas en los abazones de *D. p. oaxacae* se calculó al dividir el número de individuos de cada especie entre el esfuerzo de muestreo (km recorridos):

$$AR = n / (\text{km/hr/día/mes})$$

Donde:

n = es el número de individuos de cierta especie dentro de los abazones

km/ hr/ día/ mes = el esfuerzo de muestreo.

Así mismo, para obtener el éxito de captura se logró con una regla de tres simple, considerando el 100% al número total de individuos observados.

Se construyó la curva de acumulación de especies para las especies de semillas alojadas en los abazones utilizando el programa Species Accumulation. Se empleó el modelo de Dependencia Lineal y de Clench para la descripción de las curvas de acumulación.

Modelo de Dependencia Lineal=  $S(t) = a/b[1 - \exp(-br)]$

Modelo de Clench=  $S(t) = at/(1 + bt)$

$t$ = es una medida del esfuerzo (expresado en meses)

$S(t)$ = representa el número predicho de especies en  $t$

$a$ = es el índice de incremento al inicio del muestreo

$b$ = son las especies acumuladas

El modelo de Dependencia Lineal es recomendado para los taxas conocidos, por lo tanto todas las especies tienen una alta probabilidad de ser encontradas, o en áreas que son relativamente pequeñas, en donde se puede alcanzar la asíntota en periodos de tiempo finitos, mientras que el Modelo de Clench asume que la probabilidad de adicionar nuevas especies decrece con las especies registradas pero aumenta con el tiempo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2000).

Para estimar la diversidad de especies de semillas removidas dentro de los abazones de *D. p. oaxacae* en los diferentes transectos y épocas del año, se calculó la diversidad alfa, la cual es la riqueza de especies de una comunidad a la cual es considerada como homogénea (Whittaker, 1972). Para lo cual se utilizó el Índice de Shannon-Wiener, el cual asume que los individuos provienen de una comunidad de tamaño infinito y que todas las especies están representadas.

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$\sum(p_i)$ =sumatoria de  $p_i$

$p_i$ =proporción de individuos hallados de la especie  $i$ -ésima.

También se calculó la  $H_{max}$  la cual es la máxima diversidad de especies de la muestra si todas las especies tuvieran igual abundancia.

$$H_{max} = \ln S$$

donde:

$H_{max}$  = diversidad de especies bajo condiciones de máxima equidad,

S = número de especies registradas

La relación entre la diversidad observada y la máxima esperada es un estimador de equitatividad y puede ser interpretada como el grado de igualdad en las abundancias de las especies presentes en una comunidad.

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

donde:

E= equitatividad

H' = diversidad de especies observada

$H_{max}$  = máxima diversidad de especies

La dominancia es la forma común de expresar la importancia numérica de la especie registrada más abundante, es inversamente proporcional a la diversidad, ya que entre más uniformes sean las abundancias de todas las especies, el ambiente se considera más diverso. Para cada sitio y estación se obtuvo la dominancia a través del índice de Berger-Parker.

$$D = \left( \frac{N_{max}}{N} \right) * 100$$

donde:

D= dominancia

$N_{max}$  = número de individuos de la especie más abundante

N= número total de individuos en la muestra.

Para observar la variación entre el número de individuos en cada uno de los transectos y en ambas temporadas, se aplicó inicialmente una prueba de Shapiro Wilks y un gráfico de Q-Q plot para verificar la distribución normal de los datos, posteriormente se aplicó una prueba no-paramétrica de una vía (un factor) Kruskal Walis para comparar las diferencias entre los transectos y temporadas vs el número de individuos registrados en los abazones

Se analizó también la frecuencia de aparición y el porcentaje de aparición de las semillas transportadas en los abazones de *D. p. oaxacae*, de manera general, en cada transecto y por época. Para la obtención de la frecuencia de aparición se utilizó la siguiente fórmula:

$$FA = Fs/Nx100$$

Donde:

FA= frecuencia de aparición

Fs= número de muestras en las que una especie aparece

N=número total de muestras

Esta fórmula expresa la proporción de muestras que contienen una especie, pero no considera la importancia de las otras especies; por lo que se calculó también el porcentaje de aparición (PA):

$$PA = Fs/(\sum Ft) x100$$

Donde:

PA= es el porcentaje de aparición

$\sum Ft$ =la sumatoria de las apariciones.

Con esta última fórmula se obtuvo la proporción en que una especie de semilla es removida por la rata canguro, con relación a las demás, además de conocer la especie potencial más importante en la dieta de *D. p. oaxacae*.

Para conocer la preferencia con respecto al tamaño de las semillas, se midieron las semillas encontradas en los abazones de la rata canguro con un vernier electrónico, se tomó la longitud (considerada como la medida máxima de la semilla) y el diámetro (mm). Se aplicó un análisis simple con una gráfica de dispersión para mostrar la agrupación de los tamaños de las semillas.

Para ver la capacidad de carga transportada por *D. p. oaxacae*, se pesó el contenido encontrado en cada uno de los individuos capturados en una balanza analítica.

### 5.2.2. Caracterización de la vegetación

Para conocer la vegetación asociada al hábitat de la rata canguro, se determinaron cinco puntos al azar en cada uno de los seis transectos, en estos puntos se trazaron cuadrantes de 5 x 5 metros (Fig. 7), haciendo un total de 30 parcelas de vegetación. La toma de los datos fue clasificada de acuerdo a la forma de vida de las especies (árboles, arbustos, herbáceas, y suculentas). Para los árboles obtuvo la n, la altura de los individuos y el diámetro de la copa (DC); para los arbustos la

n, la altura (o en su caso el  $\bar{X}$ ) de los individuos y el DC; para las herbáceas se tomó el porcentaje de individuos presentes en cada uno de los cuadrantes y finalmente para las suculentas se obtuvo la n y el diámetro de los individuos. Todas las medidas fueron tomadas con un flexómetro convencional. De acuerdo a los estándares de colecta botánica, se colectaron individuos para su posterior identificación y apoyo en el reconocimiento de los individuos. Por razones logísticas se realizó el muestreo en la época de lluvias. Con estos datos se calculó la diversidad de especies presentes en cada transecto mediante el Índice de Shannon-Weiner, la  $H_{max}$ , la Equitatividad y la dominancia a través del Índice de índice de Berger-Parker, descritos anteriormente.

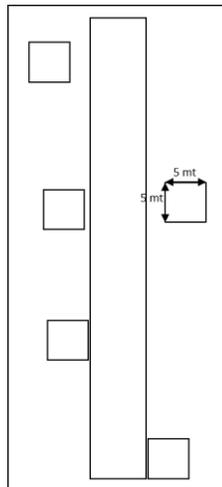


Figura 7. Diseño de los transecto tazados para hacer el análisis de vegetación.

Posteriormente para obtener la cobertura de las diferentes formas de vida (árboles, arbustos, suculentas y herbáceas), se calculó el área cubierta los árboles, arbustos y suculentas mediante las expresiones modificadas para obtener el área ocupada:

$$\text{Cobertura total de árboles (m2) (CTA)} = (\text{radio del dosel}^2 * \pi) N$$

$$\text{Cobertura total arbustos (m2) (CTAr)} = (\text{radio del dosel}^2 * \pi) N$$

$$\text{Cobertura total de suculentas (m2) (CTS)} = (\text{radio de la planta}^2 * \pi) N$$

Mientras que para las herbáceas se obtuvo mediante la sumatoria de porcentajes de las diferentes especies presentes.

$$\text{Cob herbácea total (\%)} (\text{CTH}) = \sum \% \text{ cobertura de sp } 1 \dots \text{sp}_n * 100$$

Se obtuvo también la cobertura total forestal la cual resulta de la suma de la cobertura total de árboles y cobertura total arbustos.

$$\text{Cob total forestal (CTF)} = \sum \text{cobertura total de árboles y cobertura total arbustos}$$

Se aplicó una regresión lineal entre la CTF y cada una de las variables, seguido de un análisis de co-varianza entre estas dos variables. Posteriormente mediante la prueba LSD Fisher (la cual ordena las medias de una variable dada en forma de lista, con las medias ordenadas de mayor a menor y acompañadas por una letra y en donde las medias que tienen la misma letra no muestran diferencias estadísticamente significativas entre ellas, al nivel de significación de 0.05.) se obtuvo la comparación de medias de cada uno de los transecto de acuerdo a la variable CTF. Todos análisis se realizaron en el paquete estadístico INFOSTAT (Lic: E0-B3-2C-04-6A-02).

Finalmente se realizó la búsqueda de bibliografía para conocer con que especies emparentadas de roedores puede estar relacionada la dieta potencial de *D. p. oaxacae*. Para lo cual se obtendrá un promedio general de las especies vegetales reportadas dentro de los abazones de los roedores y así realizar una comparación descriptiva.

### 5.2.3. Remoción postdispersión de semillas

Para este proceso se llevó a cabo en un sitio diferente de muestreo denominado “El semillero” (Fig. 8) ( $18^{\circ} 07'33.1''$  N –  $97^{\circ} 48'5.9''$  O, 1649 msnm), es decir, distinto a los seis sitios de estudio antes mencionados, el cual se caracteriza por ser un área descubierta con presencia de cactáceas y huizaches en menor proporción.



Figura 8. Sitio de muestreo “el semillero” utilizado para el procedimiento de remoción de semillas en Cosoltepec (Foto: Y. M. Martínez-A.).

Se establecieron dos sitios experimentales (SE), cada SE con una área de 1,200 m<sup>2</sup> en donde se cuantificó la remoción de 12 especies de semillas durante todo el estudio (Tabla 1), es decir, cada mes fue ofertada una especie diferente de semilla, la cual fue colectada al menos con un mes de anticipación, y basándose en las características de las semillas colectadas anteriormente en los

abazones de los roedores. Las semillas experimentales son de distribución local y externa (es decir, que no se distribuye naturalmente en la zona de estudio); el número total de semillas utilizadas para los experimentos en campo fue de 13200 semillas durante todo el estudio, es decir, 1100 semillas de cada especie por mes.

Se optó por incluir a especies de distribución externa (maíz, girasol y trigo), el primero debido a la percepción negativa que los comuneros de la localidad tienen hacia estos roedores y a que atribuyen a las ratas canguro el hecho de consumir las semillas de maíz en los terrenos de siembra. La semilla de girasol, se observó que un individuo mantenido en cautiverio consumió preferentemente esta especie de semilla a diferencia otras, como las hojuelas de avena o cacahuates e incluso las semillas nativas de la localidad (Riveros-Lara, 2011).

Finalmente, de acuerdo con lo publicado por Romero-Almaraz (2007), donde recomiendan la semilla de trigo como cebo para mamíferos pequeños, y siguiendo las características de las especies encontradas en los abazones de los roedores se optó por incluirla como especie experimental para ofertarla a los removedores. Finalmente cabe recalcar que Jones y Genoways (1975) muestran que con cebos tales como las nueces, cacahuates o hojuelas de avena, utilizadas para otros roedores, la especie *D. p. oaxacae* no mostró preferencias en cuanto a este tipo de alimento lo cual dificultaba su captura.

Tabla 1. Especies de semillas puestas durante el diseño experimental de remoción en Cosoltepec.

Mes	Especie	Nombre común	Forma de crecimiento	Longitud y diámetro (mm)	Distribución
1 Ene	<i>Acacia pennatula</i>	Huizache blanco	Arbusto	5.46; 4.22	Local
2 Feb	<i>Zea mays</i>	Maíz	Herbácea	4.87; 3.34	Externa
3 Mar	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Arbusto	7.06; 4.39	Local
4 Abr	<i>Mimosa brevispicata</i>	Uña de gato	Arbusto	4.0; 3.48	Local
5 May	<i>Helianthus annuus</i>	Girasol	Herbácea	17.49; 8.50	Externa
6 Jun	<i>Stenocereus pruinosus</i>	Pitaya	Cactus	2.41; 1.29	Local
7 Jul	<i>Prosopis laevigata</i>	Huanacastle blanco	Árbol	11.46; 7.93	Local
8 Ago	<i>Escontria chiotilla</i>	Jiotilla	Cactus	1.65; 1.07	Local
9 Sep	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	Herbácea	8.14; 3.89	Externa
10 Oct	<i>Crusea diversifolia</i>	----	Herbácea	2.94; 2.38	Local
11 Nov	<i>Sida</i> sp.	----	Herbácea	2.51; 1.36	Local
12 Dic	<i>Crotalaria</i> sp.	----	Herbácea	2.04; 1.73	Local

En cada uno de los SE se instalaron 20 estaciones en donde se colocaron las semillas en cápsulas de Petri. Las estaciones fueron distribuidas de manera uniforme a una distancia de 10 metros entre cada estación (Fig. 9). Al mismo tiempo, se colocaron dos densidades diferentes de semillas de manera aleatoria y modificada al azar mensualmente: Densidad alta (DA) constituida por 50 semillas y densidad baja (DB) de 5 semillas (Briones- Salas, 1996) (Fig. 10).

Al mismo tiempo se realizaron dos tratamientos en este estudio: 1) con Protección (CP): Para la cuantificación de la remoción de agentes removedores de tamaño no mayor a 5 cm de altura; estas protecciones consistieron en rejillas de plástico color negro fijados al suelo por medio de estacas tipo alcayatas, así también, se les colocó un plato de plástico de 22 cm de diámetro color café encima de la rejilla de plástico, para evitar las pérdidas causadas por la lluvia (Fig. 11a); y 2) Sin protección (SP): los cuáles fueron estaciones excluyendo dicha protección física, la cual permitió la remoción de las semillas experimentales, por cualquier agente removedor (Fig. 11b); En cada SE se colocaron cinco estaciones de semillas con DA y CP y cinco con DA y SP, al mismo tiempo cinco estaciones de semillas con DB y CP; y cinco con DB, SP. En total para cada tratamiento se colocaron 275 semillas en cada uno de los SE.

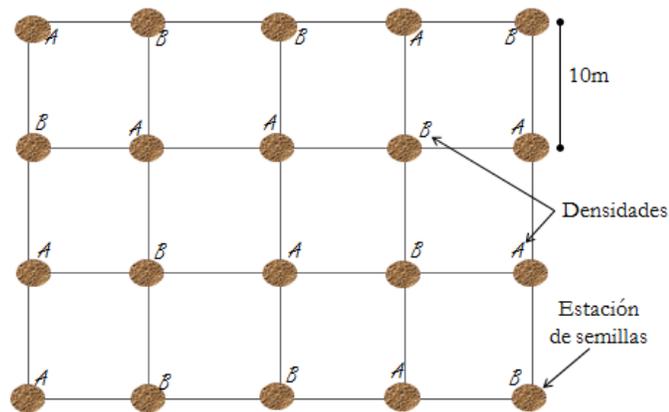


Figura 9. Distribución de estaciones para la remoción de semillas y frutos en Cosoltepec.

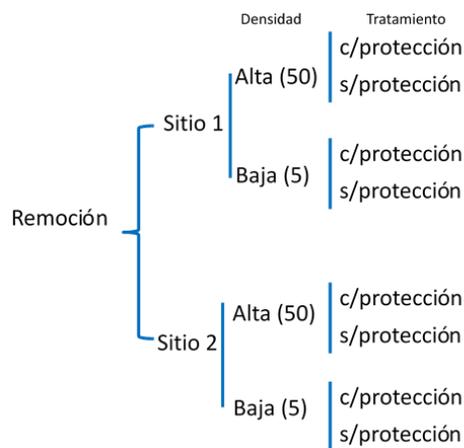


Figura 10. Diagrama de diseño experimental para cuantificar la remoción postdispersión de semillas en Cosoltepec.



Figura 11. Tratamientos utilizados durante el proceso de remoción a) estación de semillas con el tratamiento de protección b) estación de semillas sin protección (Foto: Y. M. Martínez-A.).

Para la instalación de cada una de las estaciones, se llevó a cabo la limpieza de 60 cm de diámetro aproximadamente (hojas, maleza, rocas, piedras etc), para posteriormente instalar una cama de arena de río cernida con malla de mosquetero de 1.5 mm de abertura. Por último dichas estaciones se dejaron activas durante el transcurso de la noche y fueron revisadas todas las mañanas durante seis días de muestreo mensual.

Al final del estudio se colocaron un total de 84 trampas tipo Sherman (42 trampas en cada SE), distribuidas en cuadrícula por encima del SE en donde se aumentaron 10 m al perímetro del SE, éstas fueron cebadas con maíz quebrado y vainilla, con la finalidad de registrar especies de

roedores considerados como posibles removedores de semillas, sin embargo, no se obtuvieron registros de roedores.

Para tener una distribución normal, la remoción de semillas (porcentaje) se le aplicó una prueba de normalidad Q-q plot, se aplicó un análisis de varianza de una vía para ver si las variables presentaron diferencias significativas en las diferentes densidades y entre tratamientos y entre las especies de semillas colocadas, seguido de una prueba de comparación de medias LSD Fisher para valorar cuáles están por encima y cuales por debajo del umbral, es decir que medias de las diferentes variables, tiene mayor preferencia.

Finalmente se probaron las interacciones entre las diferentes variables estudiadas (Sitio x Especie x Densidad x Tratamiento) mediante una prueba de Modelos Lineales Generales y Mixtos (GLMM). Los análisis se realizaron en el paquete estadístico INFOSTAT (Lic: E0-B3-2C-04-6A-02).

#### 5.2.4. Madrigueras.

Durante el mes de diciembre de 2015, se realizó la caracterización de madrigueras de los individuos de *D. p. oaxacae*, en donde se identificaron visualmente las madrigueras de los individuos, marcando posteriormente la madriguera.

A la mañana siguiente, se tomaron datos como coordenadas, fecha, inclinación, asociación vegetal, tipo de madriguera, posteriormente fueron excavadas siguiendo la trayectoria de los túneles y las cámaras, realizando un dibujo a escala por cada madriguera.

Las madrigueras fueron clasificadas de acuerdo a lo propuesto por Harper y Batzli (1996) donde las dividen en cuatro tipos de acuerdo a su estructura y función. *Orificios de escape*: túnel de dimensiones pequeñas utilizados como refugios temporales en situaciones de peligro; *Madrigueras de escape*: túneles largos utilizados como refugio o almacén de alimento temporal; *Madrigueras simples*: formadas por túneles, cámaras y un nido, usadas como sitio de almacén o de descanso, y finalmente, *Madrigueras múltiples*: sistema complejo de túneles, cámaras y dos o más nidos, que se destinan al almacén de alimento, sitio del mantenimiento de las crías y de descanso.

Se tomaron en cuenta para cada madriguera las siguientes dimensiones: número de accesos y diámetro de cada uno, número y longitud de los túneles, diámetro promedio de los túneles: medido en 3 puntos diferentes (inicio, intermedio, final), número y dimensiones (alto, ancho, largo) de cámaras, profundidad: distancia del nivel del suelo hasta el piso de las cámaras y de los túneles, longitud total (suma de las longitudes de cámaras, túneles y nidos), volumen de cámaras y túneles (cm<sup>3</sup>), todas las medidas fueron tomadas con flexómetros y reglas convencionales:

$$V = \frac{3}{4} (abc)/2$$

donde:

a = ancho,

b = largo,

c = alto

Volumen de los túneles (cm<sup>3</sup>):

$$V = r^2 (h)$$

donde:

r = radio,

h = longitud

Volumen total de la madriguera (cm<sup>3</sup>): suma de los volúmenes de cada sección, pendiente: inclinación del terreno donde se excavó la madriguera, que se determinó con un clinómetro.

Para seguir la trayectoria de las madrigueras se contó con un guía plástica de electricidad, las madrigueras fueron abiertas con la ayuda de una barreta pequeña o con palas de jardinería y la excavación fue manual, introduciendo las manos para verificar el seguimiento o término de las madrigueras, esto permitió conocer el ambiente en el que habita la rata canguro e identificar si comparte las madrigueras con otros vertebrados o si hay asociación con especies vegetales.

Para observar la relación entre las diferentes variables medidas en las madrigueras de *D. p. oaxacae*, se aplicó una correlación de Pearson, para conocer la magnitud de la relación entre las diferentes variables. En caso de haber alguna relación se aplicó un análisis de regresión lineal. Los análisis se realizaron en el paquete estadístico INFOSTAT (Lic: E0-B3-2C-04-6A-02).

## 6. RESULTADOS

Durante los recorridos se observaron un total de 431 individuos, de los cuales se capturaron 101 organismos, recorriendo un total de 864 km/noche, lo que representa un éxito de captura del 23.5%, considerando el 100% al número total de individuos observados.

En el transecto de la “parcela escolar” fue donde se obtuvieron más individuos colectados con 38 de los 182 individuos observados, seguido del de “tres cruces” con 34 de los 96 individuos avistados, mientras que en el transecto del “cactus caído” no se obtuvo ninguna observación y por consiguiente ninguna captura (Fig. 12).

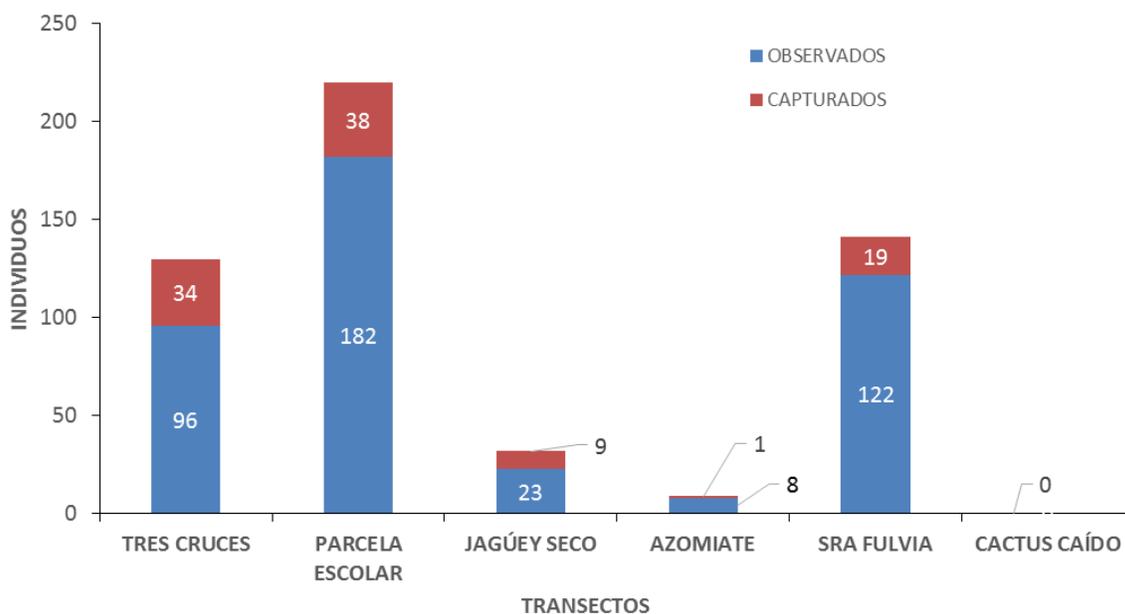


Figura 12. Número de individuos de *Dipodomys phillipsii oaxacae* colectados por transecto en Cosoltepec.

Por otra parte, durante la época lluviosa se observaron un mayor número de individuos (228) de los cuales se capturaron 53, mientras que para la época seca se observaron 203 individuos de los cuales solo 48 fueron capturados (Fig. 13).

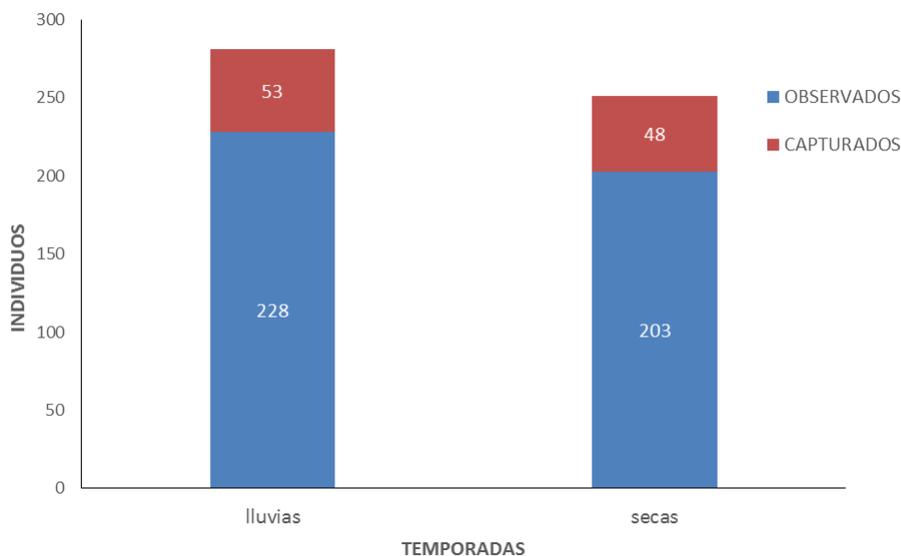


Figura 13. Número de individuos de *Dipodomys phillipsii oaxacae* observados y capturados en las diferentes temporadas en Cosoltepec.

### 6.1. Dieta

De los 101 organismos capturados de la rata canguro *Dipodomys phillipsii oaxacae*, solamente 86 tuvieron muestras de semillas, hojas de pastos doblados, hojas tiernas de herbáceas, retoños de flores y algunas piedras pequeñas o de tierra comprimida. Se determinaron 48 semillas diferentes de las cuales se pudieron identificar 14 a nivel específico, 12 a nivel de género, seis a nivel de familia y 16 no pudieron ser determinados (Tabla 2) (Anexo I); todas las identificadas fueron agrupadas en 14 familias. *Fimbristylis* sp. fue la especie más abundante durante el muestreo (0.9213) mientras que el *Zea mays*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa* sp., la especie 8, 35, 37 y 44 mostraron las abundancias más bajas (0.0012) ya que registraron una semilla durante todo el estudio.

Por otra parte los individuos de *D. p. oaxacae* prefirieron remover en sus abazones a cinco de las 48 especies de semillas en grado de importancia, lo que corresponde al 46% del total y las cuales corresponden a las especies *Bidens* sp., *Crotalaria* sp., *Richardia scabra*, *Crusea diversifolia*, *Heterosperma pinnatum*.

Las curvas de acumulación de especies señalan que el modelo de Clench es el que mejor se ajusta a los datos, sin embargo, éstos aún no han llegado a la asíntota (Fig. 14); por lo que con este modelo al menos se esperan encontrar 27 especies de plantas más, para completar las 75 especies esperadas de acuerdo al modelo (Tabla 3).

Tabla 2. Lista de especies potenciales dentro de la dieta de *Dipodomys phillipsii oaxacae* en el municipio de Cosoltepec, Oaxaca. FC=Forma de crecimiento: H=hierba, Ar=arbusto, A=árbol, S=suculenta; Ab. rel= abundancia relativa. Transectos: TC= Tres cruces, PE= Parcela escolar, JS= Jagüey seco, AZ= Azomiate, SF= Señora Fulvia; LI= llluvias, S= secas.

No.	Familia	Especie	Nombre común	FC	N	Longitud y diámetro (mm)	Ab. rel	Presencia	
								Espacial	Temporal
1	Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	Mosiquelite	H	228	6.48 x 0.41	0.263889	TC,PE, JS,SF	LI, S
2	Asteraceae	Especie 2	----	H	436	6.22 x 0.36	0.50463	TC, PE, JS, AZ, SF	S
3	Asteraceae	<i>Heterosperma pinnatum</i>	----	H	98	6.55 x 1.07	0.113426	TC, PE, JS, SF	LI, S
4	Asteraceae	Especie 4	----	H	10	9.2 x 0.61	0.011574	PE	S
5	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maíz	H	1	3.34 x 4.87	0.001	SF	S
6	----	Especie 6	----	--	84	2.59 x 0.83	0.097222	PE, JS	S
7	Fabaceae	<i>Mimosa brevispicata</i>	Uña de gato	Ar	20	4 x 3.48	0.023148	TC, PE, SF	LI, S
8	Fabaceae	Especie 8	----	Ar	1	3.85 x 3.3	0.001157	SF	S
9	Euphorbiaceae	<i>Richardia scabra</i>	Golondrina blanca	H	629	2.37 x 1.51	0.728009	TC, PE, SF	LI, S
10	Poaceae	Especie 10	----	H	68	3.03 x 1.39	0.078704	PE, JS, SF	LI, S
11	Rubiaceae	<i>Crusea diversifolia</i>	----	H	667	2.94 x 2.38	0.771991	TC, PE, JS, SF	LI, S
12	----	Especie 12	----	--	23	3.57 x 3.62	0.02662	TC, JS	LI, S
13	Poaceae	Especie 13	----	H	3	5.11 x 2.87	0.003472	TC,	S
14	Fabaceae	<i>Crotalaria</i> sp.	----	H	481	2.04 x 1.73	0.556713	TC, PE, JS, SF	LI, S
15	Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	----	H	7	2.51 x 1.36	0.008102	TC, PE	LI, S
16	----	Especie 16	----	--	26	1.54 x 1.24	0.030093	TC, PE	S
17	----	Especie 17	----	--	4	3.58 x 2.02	0.00463	TC, PE	S
18	Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	H	188	5.84 x 0.95	0.217593	TC, PE, JS	S
19	----	Especie 19	----	--	21	2.53 x 2.49	0.024306	TC, PE	LI, S
20	Asteraceae	<i>Tithonia tuberosa</i>	Acahual	H	2	4.55 x 1.92	0.002315	PE	S
21	----	Especie 21	----	--	15	2.06 x 0.9	0.017361	TC, PE, SF	LI, S
22	----	Especie 22	----	--	18	2.5 x 2.05	0.020833	TC, PE,	LI, S

23	----	Especie 23	----	--	5	4.37 x 3.83	0.005787	PE	S
24	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	----	H	8	5.61 x 2.24	0.009259	PE	S
25	Malvaceae	Especie 25	----	--	7	5.34 x 2.27	0.008102	TC, PE	S
26	Asteraceae	<i>Montanoa</i> sp.	----	--	82	3.35 x 1.33	0.094907	TC, PE	LI, S
27	Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar	3	3.34 x 3.49	0.003472	PE, SF	LI, S
28	----	Especie 28	----	--	2	5.91 x 4.43	0.002315	PE	S
29	Fabaceae	<i>Senna wislizeni</i>	Tecuahüe	A	18	1.85 x 1.6	0.020833	TC, PE,SF	LI, S
30	Cactaceae	<i>Escontria chiotilla</i>	Jiotilla	S	232	1.65 x 1.07	0.268519	TC	LI
31	Cactaceae	<i>Opuntia</i> sp.	Nopal	S	2	3.69 x 3.33	0.002315	TC	LI
32	Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	----	H	25	2.5 x 2.02	0.028935	TC	LI
33	----	Especie 33	----	--	8	4.86 x 1.18	0.009259	PE	LI
34	Convolvulaceae	<i>Ipomoea murucoides</i>	Cazahuate	Ar	1	2.78 x 2.59	0.001157	PE	LI
35	----	Especie 35	----	--	1	3.8 x 4.32	0.001157	PE	LI
36	Euphorbiaceae	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	Durasnillo	Ar	59	4.45 x 2.74	0.068287	PE, SF	LI
37	----	Especie 37	----	--	1	4.96 x 2.65	0.001157	PE	LI
38	Fabaceae	<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite blanco	A	4	11.46 x 7.93	0.00463	PE	LI
39	Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp.	----	Ar	1	5.24 x 3.68	0.001157	PE	LI
40	Fabaceae	<i>Acacia</i> sp.	----	Ar	3	7.06 x 4.39	0.003472	PE	LI
41	----	Especie 41	----	--	13	1.12 x 1.06	0.015046	PE	LI
42	Cyperaceae	<i>Fimbristylis</i> sp.	----	H	796	1.59 x 0.54	0.921296	TC, PE	LI
43	----	Especie 43	----	--	183	2.95 x 2.91	0.211806	TC, JS, SF	LI
44	----	Especie 44	----	--	1	5.77 x 2.51	0.001157	TC	LI
45	Caryophyllaceae	<i>Silene</i> sp.	Clavel de monte	H	64	0.52 x 0.49	0.074074	TC	LI
46	Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	Pasto	H	4	2.56 x 2	0.00463	PE	LI
47	----	Especie 47	----	--	231	2.7 x 0.98	0.267361	SF	S
48	Asteraceae	<i>Dyssodia papposa</i>	Caléndula	H	194	2.98 x 1.08	0.224537	TC,AZ	S
<b>TOTAL</b>						4978			

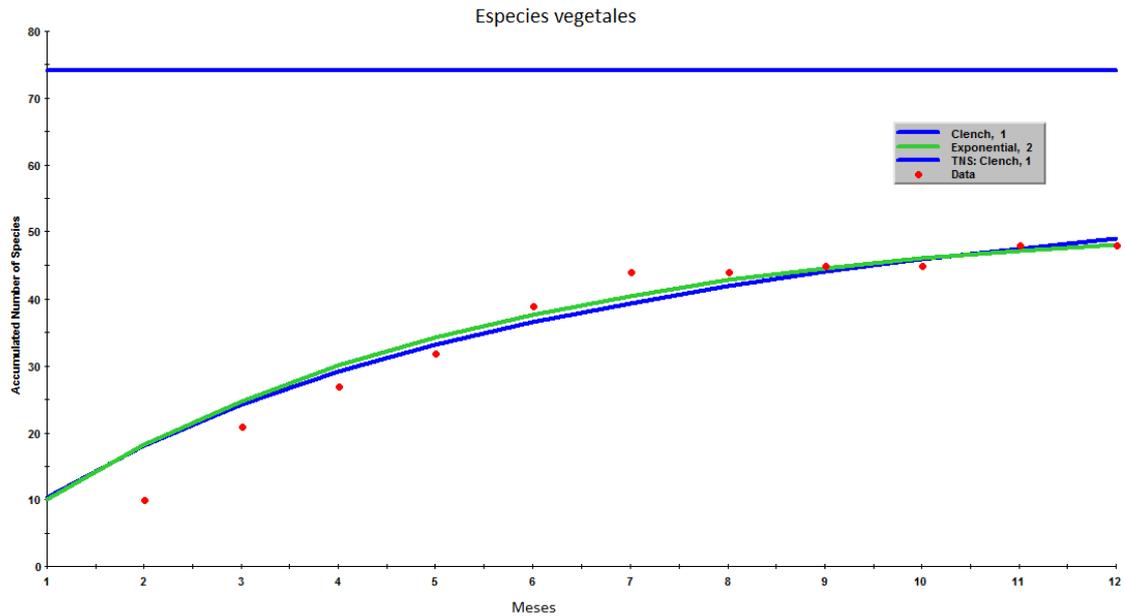


Figura 14. Número de especies acumuladas predichas en la dieta de *Dipodomys phillipsii oaxacae*, en el estudio.

Tabla 3. Número de especies vegetales acumuladas de acuerdo a los modelos de Clench y exponencial.

Model	a	b	Rho	TNS	Log L	LR	1/LR
<i>Clench</i>	12.014126	0.162157	0.734192	75	-14.417	1	1
<i>Exponential</i>	11.228415	0.216258	0.768824	52	-14.534232	0.88938	1.124379
<i>Logarithmic</i>	12.653513	0.039208	0.658133	---	-15.643136	0.293424	3.408035

De las especies de semillas registradas en los abazones de *D. p. oaxacae*, el transecto de la Parcela Escolar fue el sitio en donde se alcanzó registrar un mayor número de especies forrajeadas por este roedor, con 36 especies (Fig. 15), mientras que los transectos del Azomiate y el Cactus caído, fueron los que registraron muy poca riqueza de especies en los abazones con dos y cero respectivamente. Del mismo modo se observa que los transectos de tres cruces y el de la Parcela Escolar variaron en relación con los otros transectos ( $\bar{X}=15.66$ ; D.E= 14.17).

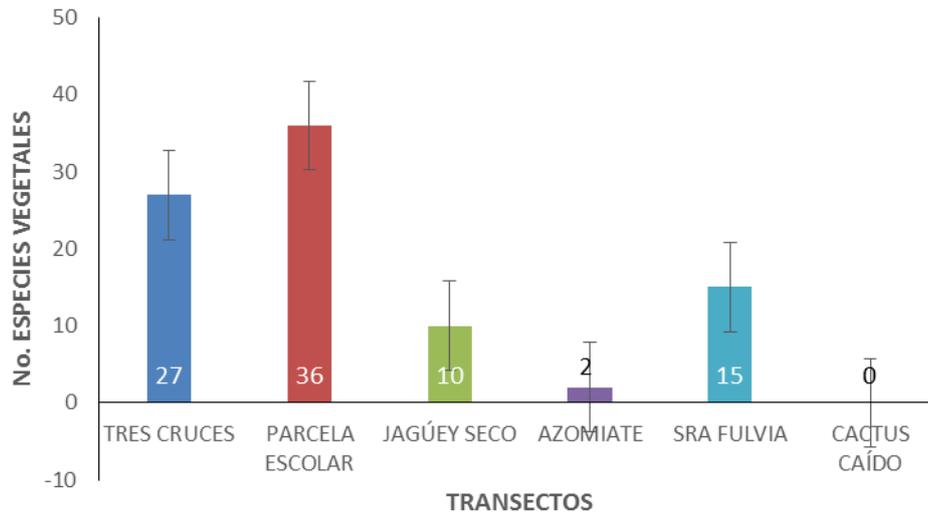


Figura 15. Número de especies vegetales forrajeadas por *Dipodomys phillipsii* colectadas por transecto en Cosoltepec.

Por otra parte, durante la época lluviosa se registró un mayor número de especies vegetales dentro de los abazones de los roedores (31), mientras que durante la época seca se obtuvo un menor número de especies (31). Al mismo tiempo que se observa que no hubo variación entre las dos temporadas en cuanto a número de especies (Fig. 16).

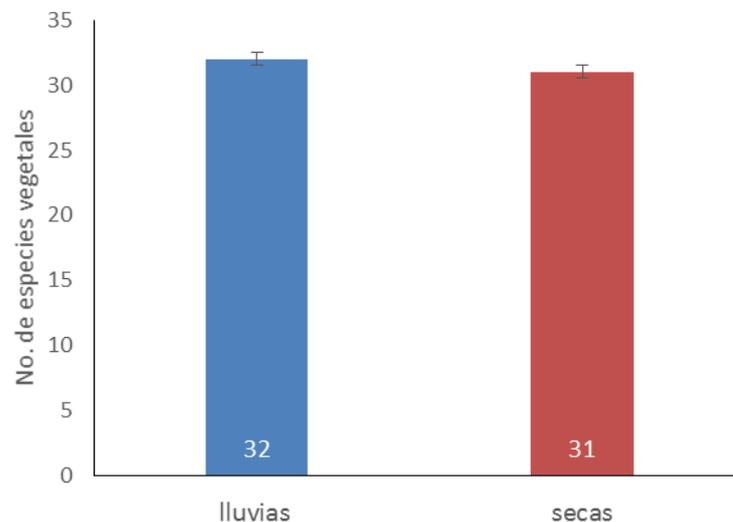


Figura 16. Número de especies vegetales forrajeadas por *Dipodomys phillipsii oaxacae* colectadas a través del estudio en Cosoltepec.

De acuerdo con el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), el transecto de Tres Cruces registró la mayor diversidad ( $H'=2.27$ ), con respecto a los demás transectos, sin embargo, el valor de la diversidad máxima esperada no es cercana a este valor ( $H_{max}=3.29$ ). La dominancia de este transecto fue de 0.206, mientras que la equidad fue de 0.689, haciéndolo uno de los

transectos más equitativos después del transecto del Azomiate ( $E=0.952$ ) (Tabla 4) mientras que el transecto de Cactus caído no registró ninguna especie, por lo tanto la diversidad fue de cero.

Por otra parte, durante la época seca se registró una mayor diversidad (2.47) en relación con la época húmeda que registró una menor diversidad de especies dentro de los abazones de los roedores (2.22).

Tabla 4. Índices de diversidad de las especies de semillas registradas en los abazones de *D. p. oaxaca* en los transectos estudiados y por temporadas en Cosoltepec. Transectos: TC= Tres cruces, PE= Parcela escolar, JS= Jagüey seco, AZ= Azomiate, SF= Señora Fulvia; Ll= Lluvias, S= secas;  $H'$ = Índice de Shannon-Wiener

	TC	PE	JS	AZ	SF	CC	Lluvias	Secas	Total
No. de individuos	1637	2156	324	304	557	0	2322	2656	4978
Riqueza (r)	27	36	10	2	16	0	32	31	
$H'$	2.27	2.15	1.42	0.66	1.68	0	2.22	2.47	
$H_{max}$	3.296	3.584	2.303	0.693	2.773	0	3.466	3.434	
Equidad	0.689	0.600	0.617	0.952	0.606	0	1.561	1.390	
Dominancia	0.206	0.340	0.466	0.628	0.415		0.188	0.300	

Mediante la prueba de Shapiro Wilks y el gráfico de Q-Q plot, se observó que las muestras sugieren una distribución que no se ajusta a la normalidad, al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis se encontró que si existieron diferencias significativas en los diferentes transectos ( $gl=5$ ;  $H=48.96$ ;  $p=0.0001$ ), con respecto al número de individuos de las especies de semillas registrados en los abazones (Tabla 5), así mismo, al realizar la comparación de las medias de los diferentes transectos muestra que el transecto de Parcela Escolar tiene una mayor diferencia ( $\bar{X}=364$ ) con respecto a los demás transectos en el número de individuos, (Tabla 6), es decir, que tiene un mayor grado de importancia con respecto al número de semillas registradas en este transecto.

Tabla 5. Análisis de varianza entre el número de semillas presente en los abazones de *D. p. oaxaca* y los transectos estudiados.

Variable	Transecto	N	Medias	D. E.	gl	H	P
No. de semillas	PE	96	22.46	51.45	5	48.96	<0.0001
	TC	96	17.05	86.16			
	JS	96	3.38	17.11			
	AZ	96	3.17	22.55			
	SF	96	5.80	28.47			

CC	96	0.00	0.00
----	----	------	------

Tabla 6. Comparación de medias del número de semillas en cada uno de los transectos.

Transecto.	Media de rango			
PE		A		
TC	339.67	A		
SF	283.76		B	
JS	267.88		B	C
AZ	240.89		B	C
CC	234.00			C

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se observó que durante las épocas del año no hubo diferencias significativas en cuanto al número de semillas alojadas en los abazones de los roedores con respecto a la temporada del año. ( $g/ = 1$ ,  $p=0.1033$ ) Tabla 7.

Tabla 7. Análisis de varianza entre el número de semillas presente en los abazones de *D. p. oaxacae* y las dos épocas del año.

Variable	Temporada	N	Medias	D. E.	<i>g/</i>	H	<i>P</i>
No. de semillas	Lluvias	288	8.06	50.62	1	1.24	0.1033
	secas	288	9.22	37.92			

Las especies más removidas en los abazones de la rata canguro fue *Fimbristylis* sp. ( $n= 796$ ) y *Crusea diversifolia* ( $n=667$ ), mientras que las menos transportadas fueron *Zea mays*, *Ipomoea murucoides*, *Mimosa* sp. y las especies 8, 35, 37 y 44 ( $n=1$ ).

Por otra parte las especies de semillas que presentaron los valores más altos de frecuencia y porcentaje de aparición fueron *Crusea diversifolia* (FA=0.3605, PA=14.97) y *Heterosperma pinnatum* (FA=0.1977, PA= 8.21) (Tabla 8); mientras que las menos frecuentes fueron *Zea mays*, *Tithonia tuberculiformis*, *Paspalum* sp., *Opuntia* sp., *Solanum* sp., *Ipomoea murucoides*, *Prosopis laevigata*, *Mimosa* sp., *Silene* sp., *Paspalum* sp. y las especies 8, 13, 23, 28, 33, 35, 37 y 41 (FA=0.0116, PA=0.4831).

Al realizar este mismo ejercicio en cada uno de los transectos se observó que también *Crusea diversifolia* tiene los valores más altos en cuanto a FA y PA, en tres de los cuatro transectos en los que se registró esta especie. (Tres Cruces=FA=0.4643, PA= 15.66); (Parcela escolar=FA=0.3438, PA= 13.25); (Jagüey seco=FA=0.6250, PA= 31.25); (Señora Fulvia=FA=0.1176, PA= 8.333). Del mismo modo entre temporada, ya que tanto en temporada de lluvias como en secas *Crusea diversifolia* indicó los valores superiores (Lluvias=FA=0.3182, PA= 17.073; Seca=FA=0.405, PA= 13.60) con respecto a las demás especies registradas

Tabla 8. Frecuencias y porcentaje de aparición de las especies de semillas encontradas en los abazones de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec. F= Frecuencia; FA= frecuencia de aparición; PA= porcentaje de aparición.

Especies	F (n=207)	FA	PA	Especies	F (n=207)	FA	PA
<i>Bidens</i> sp.	16	0.1860	0.0773	Especie 25	3	0.0349	0.0145
Especie 2	8	0.0930	0.0386	<i>Montanoa</i> sp.	2	0.0233	0.0097
<i>Heterosperma pinnatum</i>	17	0.1977	0.0821	<i>Acacia farnesiana</i>	2	0.0233	0.0097
Especie 4	3	0.0349	0.0145	Especie 28	1	0.0116	0.0048
<i>Zea mays</i>	1	0.0116	0.0048	<i>Senna wislizeni</i>	6	0.0698	0.0290
Especie 6	3	0.0349	0.0145	<i>Escontria chiotilla</i>	3	0.0349	0.0145
<i>Mimosa brevispicata</i>	6	0.0698	0.0290	<i>Opuntia</i> sp.	1	0.0116	0.0048
Especie 8	1	0.0116	0.0048	<i>Solanum</i> sp.	1	0.0116	0.0048
<i>Richardia scabra</i>	15	0.1744	0.0725	Especie 33	1	0.0116	0.0048
Especie 10	4	0.0465	0.0193	<i>Ipomoea murucoides</i>	1	0.0116	0.0048
<i>Crusea diversifolia</i>	31	0.3605	0.1498	Especie 35	1	0.0116	0.0048
Especie 12	6	0.0698	0.0290	<i>Croton ciliatoglandulifer</i>	4	0.0465	0.0193
Especie 13	1	0.0116	0.0048	Especie 37	1	0.0116	0.0048
<i>Crotalaria</i> sp.	16	0.1860	0.0773	<i>Prosopis laevigata</i>	1	0.0116	0.0048
<i>Sida</i> sp.	6	0.0698	0.0290	<i>Mimosa</i> sp.	1	0.0116	0.0048
Especie 16	4	0.0465	0.0193	<i>Acacia</i> sp.	2	0.0233	0.0097
Especie 17	2	0.0233	0.0097	Especie 41	1	0.0116	0.0048
<i>Rhynchelytrum repens</i>	2	0.0233	0.0097	<i>Fimbristylis</i> sp.	7	0.0814	0.0338
Especie 19	3	0.0349	0.0145	Especie 43	5	0.0581	0.0242
<i>Tithonia tuberformis</i>	1	0.0116	0.0048	Especie 44	1	0.0116	0.0048
Especie 21	5	0.0581	0.0242	<i>Silene</i> sp	1	0.0116	0.0048
Especie 22	3	0.0349	0.0145	<i>Paspalum</i> sp.	1	0.0116	0.0048
Especie 23	1	0.0116	0.0048	Especie 47	2	0.0233	0.0097
<i>Paspalum</i> sp.	1	0.0116	0.0048	<i>Dyssodia papposa</i>	2	0.0233	0.0097

El tamaño de las semillas contenidas en los abazones de *D. phillipsii*, varió de 0.5 mm a 11.5 mm (Fig. 17), sin embargo, el 70 % de la dieta de *D. phillipsii* consiste en semillas que tienen un tamaño que va de 0 hasta 6 mm, posteriormente, el 21 % de la dieta corresponde a semillas que miden de 6.01 mm hasta 8 mm; mientras que solo el 2 % corresponde a especies de semillas mayores a 8 mm (Fig. 18).

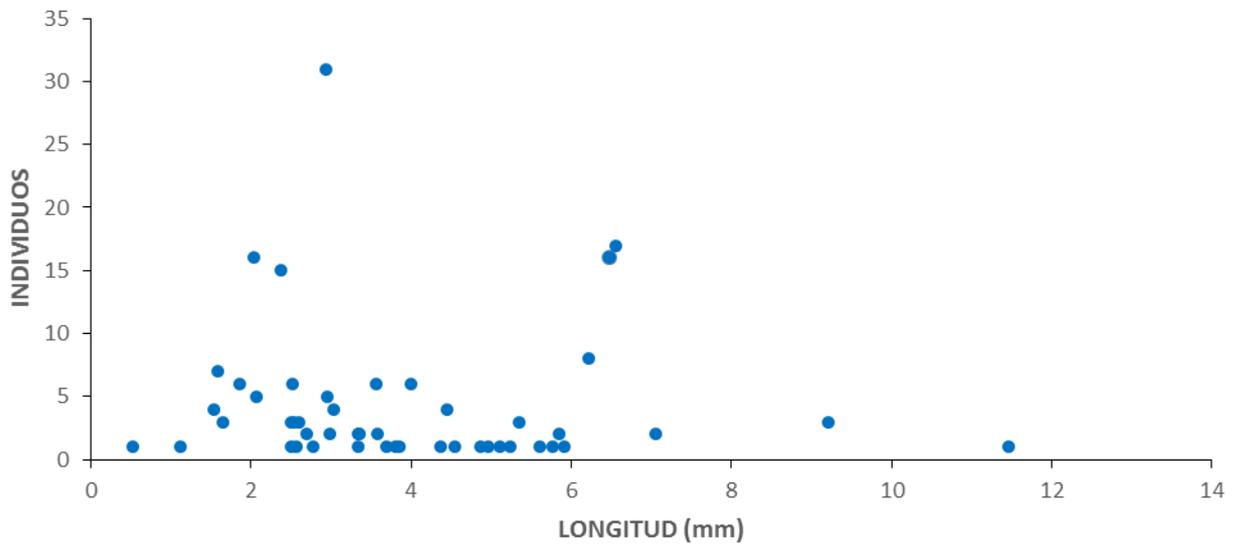


Figura 17. Diagrama de dispersión entre los individuos y la longitud de las semillas alojadas en los abazones de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec.

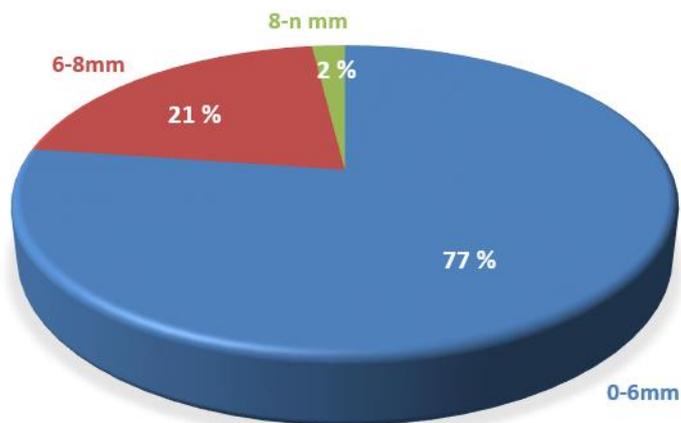


Figura 18. Porcentaje de preferencia de remoción de semillas respecto a la longitud de las semillas alojadas en los abazones de la rata canguro *D. p. oaxacae* en Cosoltepec.

Por otra parte, *D. p. oaxacae* puede transportar en sus abazones hasta 1.233 g de alimento u otros materiales. Sin embargo, los individuos presentes en el transecto del Azomiate, fueron los que en promedio cargaron una mayor cantidad de alimento (0.246 g), seguido de los

individuos del transecto de la Parcela escolar (0.182 g), mientras que el los presentes en el transecto del Jagüey seco transportaron una menor cantidad de alimento en sus abazones (0.081 g) (Fig. 19).

Por otra parte durante la época húmeda, los individuos de *D. p. oaxacae* transportaron en promedio una mayor cantidad de alimento (0.160 g) a diferencia de la época seca (0.136 g) (Fig. 20). Sin embargo, la variación entre temporadas es mínima ( $\bar{X}=0.148$ ; D. E= 0.0168).

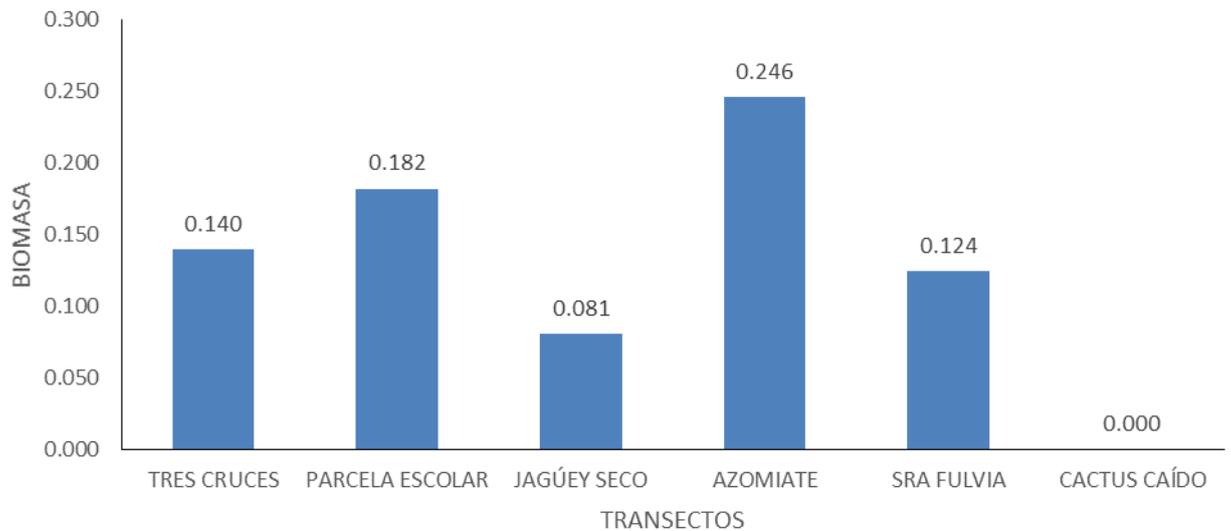


Figura 19. Peso promedio obtenido de los diferentes transectos estudiados dentro de los abazones de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.

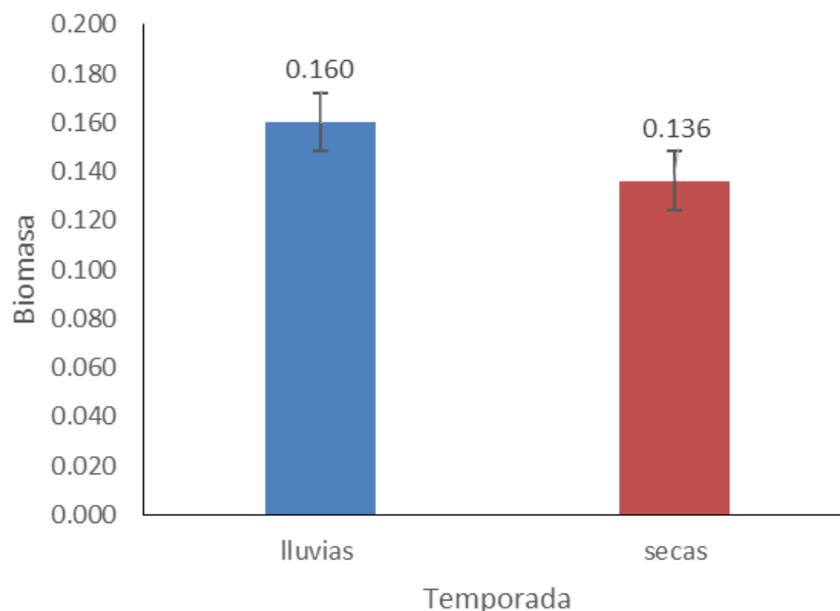


Figura 20. Peso promedio obtenido durante las dos épocas del año dentro de los abazones de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.

## 6.2. Caracterización de la vegetación

Se registraron un total de 152 especies de plantas diferentes en todo el muestreo. El transecto Cactus caído que registró un mayor número de especies vegetales (59), mientras que el transecto de la Parcela escolar fue el que presentó el menor número de especies (30).

Para conocer las características ambientales de los transecto estudiados, se analizó la vegetación en los seis transectos. El transecto de la Sra Fulvia mostró una mayor diversidad (2.99), seguido del Azomiate (2.81) (Tabla 9). Considerando que el mayor número de individuos observados se encuentra en el transecto de la Parcela Escolar, este cuenta con una baja diversidad de especies (2.21), lo cual es una relación baja en comparación con la diversidad esperada ( $H_{max}=3.40$ ); así mismo con una cobertura total de árboles y arbustos baja (CTF=40.08) y un mayor porcentaje de cobertura de plantas herbáceas (CTH=336.01). El transecto resulto no ser el más equitativo con respecto a las especies vegetales registradas.

Tabla 9. Características de los transectos en Cosoltepec. TC=Tres Cruces, PE=Parcela Escolar, JS=Jagüey seco, AZ=Azomiate, SF=Sra. Fulvia, CC=Cactus caído. Variables: R= riqueza, AR=Abundancia relativa, H'=diversidad de especies.

Variables	TC	PE	JS	AZ	SF	CC
R	46	30	35	41	57	59
H'	2.6275	2.2131	2.4228	2.8146	2.9960	2.2250
H <sub>max</sub>	3.829	3.401	3.555	3.714	4.043	4.078
E	0.686	0.651	0.681	0.758	0.741	0.546
CTH %	652.370	336.010	357.370	203.160	300.550	293.590
CTA (m2)	16.510	32.110	64.320	113.320	125.290	112.220
CTAr (m2)	23.570	13.000	25.540	91.360	199.480	16.500
CTS (m2)	14.570	0.570	2.650	12.140	30.190	82.600
CTF (m2)	40.080	45.110	89.860	204.680	324.770	405.810

Al aplicar la regresión lineal entre todas las variables analizadas (CTH, CTA, CTAr, CTS), contra la variable regresora (CTF) se encontró que solamente la variable de las herbáceas (CTH) era una buena variable regresora (Tabla 10), por lo que al aplicar la regresión lineal solamente entre estas dos variables CTF y CTH, mostró que mientras aumenta la CTF (cobertura total de árboles y arbustos), disminuye la CTH (cobertura total de herbáceas) (Fig. 21).

Tabla 10. Análisis de varianza de la CTF en cada uno de los transectos, mostrando la co-variable de la CTH.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	20708.45	6	3451.41	4.20	0.0068	
Transecto	11697.01	5	2339.40	2.84	0.0425	

Cob Herbácea total p	937.17	1	937.17	1.14	0.2984	0.26
Error	16446.85	20	822.34			
Total	37155.29	26				

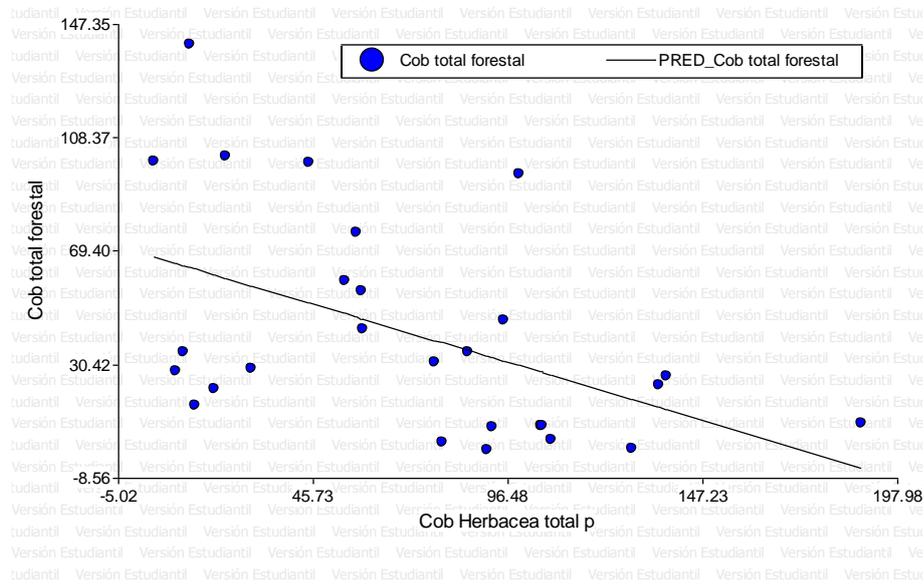


Figura 21. Regresión lineal de la cobertura total forestal (CTF), sobre la cobertura total de herbáceas (CTH).

Al aplicar la prueba LSD Fisher, se obtuvo que el transecto del Cactus caído tiene una mayor significancia con relación a la cobertura total forestal (CTF) (Tabla 11), mientras que los transectos de Parcela escolar y Tres cruces fueron los de menor significancia en relación con la cobertura total forestal. Es decir que el transecto del Cactus caído presenta una mayor cobertura de árboles y arbustos, mientras que el transecto de Tres Cruces, presenta una menor cantidad de estas formas de vida, por lo tanto existen más espacios abiertos a través del transecto.

Tabla 11. Comparación de medias entre la cobertura total forestal y los transectos estudiados.

Transecto	Medias	n	E.E.				
CC	95.27	5	18.41	A			
SR	67.87	5	13.11	A	B		
AZ	48.87	5	14.82		B	C	
JS	17.92	4	14.96			C	D
PE	4.68	3	19.19				D
TC	-7.07	5	19.09				D

En los trabajos realizados para heterómidos se encontró que el género *Dipodomys* son los roedores que remueven un mayor número de especies vegetales dentro de sus abazones ( $\bar{X}=40.5$ ), seguido del género *Liomys* con 37 especies forrajeadas en promedio, mientras que,

el género *Heteromys* remueve un número menor de semillas ( $\bar{X}=13$ ). Por lo que se puede inferir que la alimentación del género *Liomys* es más emparentado con las especies del género *Dipodomys* en cuanto a número de especies (Tabla 12).

La familia que se comparten entre los tres diferentes grupos de heterómidos es Poaceae, mientras que el mayor número de familias (*Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Malvaceae*, *Fabaceae*) se comparte entre los géneros de *Liomys* y *Dipodomys*.

Tabla 12. Número de especies vegetales potenciales presentes en los abazones de diferentes heterómidos.

ESPECIES	n	$\bar{X}$	Familias	Autor
<i>Liomys</i> sp.	40		<i>Anacardiaceae</i> , <i>Apocynaceae</i> , <i>Boraginaceae</i> , <i>Chrysobalanaceae</i> , <i>Cochlospermaceae</i> , <i>Combretaceae</i> , <i>Convolvulaceae</i> , <i>Cucurbitaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Gramineae</i> , <i>Leguminosae</i> , <i>Malvaceae</i> , <i>Moraceae</i> , <i>Palmae</i> , <i>Simaroubaceae</i> , <i>Vitaceae</i> .	Sánchez-Cordero y Fleming, 1993
		37		
<i>Liomys irroratus</i>	34		<i>Acanthaceae</i> , <i>Apocynaceae</i> , <i>Bignoniaceae</i> , <i>Burseraceae</i> , <i>Caricaceae</i> , <i>Convolvulaceae</i> , <i>Cochlospermaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Polygonaceae</i> , <i>Rutaceae</i> , <i>Sapindaceae</i> , <i>Sterculiaceae</i> , <i>Tiliaceae</i> .	Mason, 2005
<i>Heteromys desmarestianus</i>	21		<i>Lauraceae</i> , <i>Sapotaceae</i> .	Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1993
<i>Heteromys australis</i>	5	13	<i>Gramineae</i> , <i>Lauraceae</i> , <i>Sapotaceae</i> y <i>Palmae</i> .	Sánchez-Giraldo y Díaz-N, 2010
<i>Dipodomys merriami</i>	33		<i>Leguminosae</i> , <i>Cactaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Zygophyllaceae</i> .	O'Connell, M. A. 1979.
<i>Dipodomys phillipsii</i>	48		<i>Asteraceae</i> , <i>Compositae</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Fabaceae</i> , <i>Euphorbiaceae</i> , <i>Rubiaceae</i> , <i>Malvaceae</i> , <i>Cactaceae</i> , <i>Solanaceae</i> , <i>Convolvulaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Caryophyllaceae</i> .	Este estudio
		40.5		

### 6.3. Remoción postdispersión de semillas

La remoción de las 12 especies de semillas experimentales varió entre especies, sitios, densidades y tratamientos, pero de manera general se encontró el siguiente orden descendiente en la remoción de semillas en el área de estudio: *Stenocereus pruinosus* (90.75%), *Escontria chiotilla* (88.65 %), *Crusea diversifolia* (83.3 %), *Prosopis laevigata* (80.7%), *Triticum aestivum* (70.5%), *Zea mays* (54.2%), *Sida* sp.(48.7%), *Helianthus annuus* (36.5%), *Mimosa brevispicata* (26%), *Acacia pennatula* (25.3%), *Crotalaria* sp. (16.8%) y *Acacia farnesiana* (12.7%) (Tabla 13, Fig. 22)

Tabla 13. Porcentaje de remoción de las 12 especies de semillas colocadas en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca. **C/P**= con Protección; **S/C**=sin protección; **DA**=densidad alta (50 semillas); **DB**=densidad baja (cinco semillas).

Especie	Tratamiento	Sitio 1		Sitio 2		TOTAL		% Total
		DA (50)	DB (5)	DA (50)	DB (5)	% DA	% DB	
<i>Aca_pen</i>	C/P	31.20	44.00	17.60	24.00	22.4	28.25	25.325
	S/P	27.60	40.00	13.20	5.00			
<i>Zea may</i>	C/P	18.00	44.00	79.20	60.00	53.4	55	54.2
	S/P	78.00	84.00	38.40	32.00			
<i>Aca_far</i>	C/P	9.20	4.00	22.80	8.00	21.7	3.75	12.725
	S/P	22.00	0.00	32.80	3.00			
<i>Mim_bre</i>	C/P	26.40	20.00	40.40	40.00	25	27	26
	S/P	26.40	32.00	6.80	16.00			
<i>Hel_ann</i>	C/P	0.40	8.00	59.60	96.00	35	38	36.5
	S/P	0.00	8.00	80.00	40.00			
<i>Ste_pru</i>	C/P	77.20	76.00	87.60	100.00	87.5	94	90.75
	S/P	85.20	100.00	100.00	100.00			
<i>Pro_lae</i>	C/P	81.20	68.00	73.60	100.00	80.4	81	80.7
	S/P	69.60	76.00	97.20	80.00			
<i>Esc_chi</i>	C/P	99.60	100.00	72.40	84.00	89.3	88	88.65
	S/P	100.00	100.00	85.20	68.00			
<i>Tri_aes</i>	C/P	40.40	80.00	85.60	64.00	71	70	70.5
	S/P	79.60	76.00	78.40	60.00			
<i>Cru_div</i>	C/P	95.60	80.00	51.20	84.00	80.6	86	83.3
	S/P	97.20	100.00	78.40	80.00			
<i>Sid_sp.</i>	C/P	63.60	40.00	18.00	36.00	53.4	44	48.7
	S/P	57.60	40.00	74.40	60.00			
<i>Cro_sp.</i>	C/P	13.20	20.00	12.40	8.00	14.6	19	16.8
	S/P	9.20	8.00	23.60	40.00			

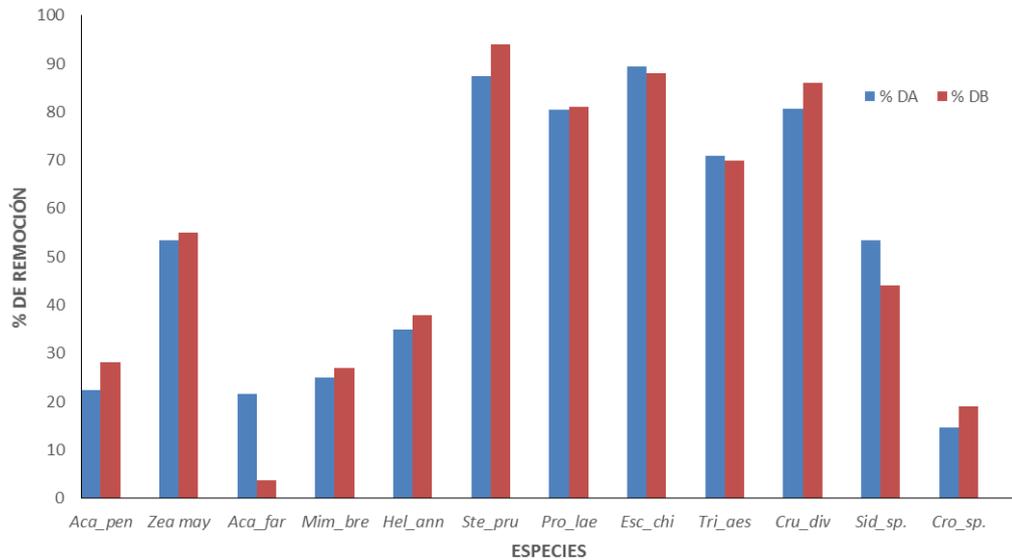


Figura 22. Porcentaje de remoción de las 12 especies de semillas ofertadas durante el estudio a los diferentes removedores del suelo de Cosoltepec.

Al inicio del análisis se aplicó una prueba de normalidad Q-q plot; para observar la normalidad de los datos, obteniendo un  $r=0.99$ , en donde se confirma la normalidad sobre los residuos de los datos; seguido de una prueba de homogeneidad de varianzas mediante un gráfico de dispersión para ver la distribución de las varianzas. Cabe mencionar que los valores de remoción previamente fueron estandarizados.

De acuerdo a la densidad, no se observaron diferencias significativas en la remoción postdispersión de semillas entre ambas densidades ( $F=0.01$ ;  $gl=1$ ,  $p=0.9050$ ) (Tabla 14). Sin embargo, se observó una mayor remoción en la densidad baja ( $\bar{x}=53.33$ ) (Tabla 15).

Tabla 14. Cuadro de varianzas entre la densidad en el proceso de remoción de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo.</b>	27.07	1	27.07	0.01	0.9050
<b>DENSIDAD</b>	27.07	1	27.07	0.01	0.9050
<b>Error</b>	907984.52	478	1899.55		
<b>Total</b>	908011.59	479			

Tabla 15. Comparación de medias entre las densidades en el proceso de remoción de *D. p. oaxacae* en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.

DENSIDAD	Medias	n	E.E.	
<b>Baja</b>	53.33	240	2.81	A

<b>Alta</b>	52.86	240	2.81	A
-------------	-------	-----	------	---

De acuerdo a los tratamientos, no se observaron diferencias significativas en la remoción postdispersión de semillas entre ambos tratamientos ( $F=0.78$ ;  $gl=1$ ,  $p=0.3780$ ) (Tabla 16). Sin embargo, se observó una mayor remoción en el tratamientos sin protección ( $\bar{x}=54.85$ ) (Tabla 17).

Tabla 16. Cuadro de varianzas entre los diferentes tratamientos durante el proceso de remoción de *D. p. oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	1477.01	1	1477.01	0.78	0.3780
<b>Tratamiento</b>	1477.01	1	1477.01	0.78	0.3780
<b>Error</b>	906534.58	478	1896.52		
<b>Total</b>	908011.59	479			

Tabla 17. Comparación de medias entre los diferentes tratamientos durante el proceso de remoción de *D. p. oaxacae* en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>
<b>SP</b>	54.85	240	2.81 A
<b>CP</b>	51.34	240	2.81 A

Se obtuvo que el modelo aplicado está bien ajustado; así mismo se muestra que en cuanto a especies si hubo diferencias significativas ( $F= 29.08$ ;  $gl.= 11$ ;  $p=<0.0001$ ) (Tabla 18).

Tabla 18. Resultados del ANOVA mostrando la significancia estadística de las especies de semillas utilizadas en el proceso de remoción en Cosoltepec, Oaxaca.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	37.20	14	2.66	23.05	<0.0001
<b>ESPECIE</b>	36.87	11	3.35	29.08	<0.0001
<b>Error</b>	53.60	465	0.12		
<b>Total</b>	90.80	479			

Al aplicar la prueba de LSD Fisher a las diferentes especie, se obtiene que *Stenocereus pruinosus* y *Escontria chiotilla*, tienen una mayor significancia (Tabla 19), es decir, son más importantes para los agentes removedores, sin embargo, al no haber un parámetro de comparación con las demás especies, la preferencia de estas dos especies con las demás puede deberse a diferentes factores (valor dietético, tamaño, uso, etc.). Por otro lado las especies poco preferidas en el proceso de remoción son *Acacia farnesiana* y *Crotalaria* sp.

Tabla 19. Comparación de medias de las especies de semillas ofertadas en el proceso de remoción en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.

ESPECIE	Medias	n				
<i>Stenocereus pruinosus</i>	0.91	0.06	A			
<i>Escontria chiotilla</i>	0.89	0.06	A			
<i>Crusea diversifolia</i>	0.83	0.06	A	B		
<i>Prosopis laevigata</i>	0.81	0.06	A	B		
<i>Triticum aestivum</i>	0.71	0.06		B		
<i>Zea mays</i>	0.55	0.06			C	
<i>Sida sp.</i>	0.49	0.06			C	D
<i>Helianthus annuus</i>	0.37	0.06			D	E
<i>Acacia pennatula</i>	0.28	0.06				E F
<i>Mimosa brevispicata</i>	0.27	0.06				E F
<i>Crotalaria sp.</i>	0.18	0.06				F
<i>Acacia farnesiana</i>	0.15	0.06				F

Finalmente mediante el análisis de Modelos lineales generales y mixtos, nos permitió ver las interacciones entre las variables relacionadas con el ecosistema (Especie, Densidad, Protección), teniendo el porcentaje de remoción, como variable de respuesta y donde se obtuvo que, ninguna de las variables están relacionadas unas con otras, por lo que la remoción en este estudio está determinada solamente por las diferentes especies de semillas ofertadas durante este trabajo (Tabla 20).

Tabla 20. Variables determinantes del porcentaje de remoción realizado por *D. p. oaxacae* en el suelo de Cosoltepec, Oaxaca.

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	431	792.50	<0.0001
ESPECIE	11	431	28.03	<0.0001
DENSIDAD	1	431	0.02	0.8805
PROTECCIÓN	1	431	1.24	0.2670
ESPECIE x DENSIDAD	11	431	0.41	0.9535
ESPECIE x PROTECCIÓN	11	431	0.65	0.7891
DENSIDAD x PROTECCIÓN	1	431	1.75	0.1867
ESPECIE x DENSIDAD x PROTECCIÓN	11	431	0.36	0.9711

#### 6.4. Madrigueras

Se excavaron un total de 12 madrigueras utilizadas por *Dipodomys phillipsii oaxacae*. Hubo una variación amplia con relación a la estructura de las madrigueras, el número de entradas varió de 1 a 3, las cámaras de 0 a 4, al igual que los túneles de 1 a 5 y la longitud total de las madrigueras varió de 25 cm hasta los 200 cm (Anexo II).

De acuerdo a la clasificación modificada de Harper y Batzli (1996) las madrigueras de *D. p. oaxacae* fueron dos orificios de escape, cuatro de escape, tres simples y tres múltiples. Los orificios de escape presentaron solo una entrada con un túnel de dimensiones pequeñas. Las madrigueras de escape se caracterizaron por presentar de una a dos entradas y un túnel de longitudes de hasta dos metros y con una estancia al final sin llegar a formar una cámara. Las madrigueras simples fueron con un mayor volumen y longitud, con túneles ramificadas con al menos una cámara de pequeñas dimensiones, se podía ubicar también una especie de “respiradero” con dimensiones más pequeñas que las de una entrada (3 cm de diametro), finalmente las madrigueras múltiples estuvieron conformadas por túneles con mayores dimensiones y volúmenes así como un mayor número de ramificaciones, contaron con al menos una cámara bien diferenciada y en algunos casos con diferentes niveles de profundidad.

Todas las madrigueras analizadas presentaron entradas libres y limpias En las madrigueras excavadas fueron encontrados otros vertebrados compartiendo las madrigueras al tiempo con *D. p. oaxacae*, como largartijas (*Aspidoscelis* sp.), Alacranes (*Centruroides* sp.), Escarabajos (coleópteros Fam: Tenebrionidae), cien pies (Clase Chilopoda) (Tabla 21). También algunas madrigueras estuvieron asociadas a especies vegetales tales como Mezquites, (*Prosopis* sp.) Huizaches (*Acacia farnesiana*, *Acacia* sp.), o copal (*Burcera* sp.) y arbustos como “barredor” (*Cordia curassavica*).

Tabla 21. Madrigueras de *D. p. oaxacae* excavadas en Cosoltepec, Oaxaca; *Tipo*: E=de escape, S=simple, M=múltiple; Ent= entradas; Tún= túneles; Cám= cámaras; LT= lago total de la madriguera Vt=Volumen de los túneles; Vc=volumen de las cámaras; VTm= volumen total de la madriguera; Dc= distancia de la entrada de la madriguera al centro del camino de terracería. Incl= inclinación; x= ausencia de asociación.

Mad	Tipo	Ent	Tún	Cám	LT (cm)	Vt (cm <sup>3</sup> )	Vc (cm <sup>3</sup> )	VTm (cm <sup>3</sup> )	Dc (m)	Incl (°)	Asociación	
											Vegetal	Fauna
1	OE	1	1	0	25	71.5	--	72	10.2	-8	x	x
2	M	3	7	1	186	387.5, 701.12, 207, 484.5, 550, 294.5, 330	270	3225	10.3	-8	x	x
3	S	2	1	1	84	1000.0	900	1900	49.6	-9	Barredor ( <i>Cordia curassavica</i> )	x
4	E	2	1	0	100	92.5	--	93	49.55	-9	Barredor ( <i>Cordia curassavica</i> )	x
5	E	3	1	0	109	810.0	--	810	13.3	-7	Mezquite ( <i>Prosopis</i> sp.)	x
6	S	2	2	0	69	188.5, 340	--	340	1.5	-10	x	x
7	E	1	1	0	200	1150.0	--	1150	3	-6	x	x
8	E	1	1	0	69	396.8	--	397	3	-6	Huizache ( <i>Acacia</i> sp.)	Cien pies (Clase Chilopoda) (n=1)
9	S	1	1	2	77	640.0	614.25, 360	640	4	-7	Copal ( <i>Burcera</i> sp.)	x
10	M	1	2	0	150	510, 689.8	--	2174	4.3	-7	Huizache ( <i>Acacia farnesiana</i> )	Lagartija ( <i>Aspidoscelis</i> sp.)(n=1)
11	OE	1	1	0	55	323.1	--	323	3.2	-3	X	x
12	M	1	4	4	140	1249.5, 450, 250, 288.8	78.75, 540, 118.12, 405	3380	2.58	-7	X	Alacrán ( <i>Centruroides</i> sp.) (n=1, ♂); Escarabajos (coleópteros Fam: Tenebrionidae) (n=2)

Finalmente se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables: Número de entradas, número de túneles, número de cámaras, volumen total de la madriguera, largo total de la madriguera (LT), distancia al camino e inclinación. En donde las correlaciones significativas fueron número de túneles vs volumen (0.0025), largo total vs volumen (0.0139) y número de cámaras vs volumen (0.0250) (Tabla 22).

Tabla 22. Correlación de Pearson para las variables medidas en las madrigueras de *D. p. oaxacae*: número de túneles, número de cámaras, Volumen total de la madriguera, largo total de la madriguera (LT), distancia al camino (D camino) e inclinación.\*correlaciones significativas.

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
No túneles	No cámaras	12	0.43	0.1629
No túneles	Volumen	12	0.78	0.0025*
No túneles	LT	12	0.55	0.0627
No túneles	D camino	12	-0.19	0.5593
No túneles	inclinación	12	-0.17	0.5955
No túneles	No entradas	12	0.41	0.1833
No cámaras	Volumen	12	0.64	0.0250*
No cámaras	LT	12	0.19	0.5441
No cámaras	D camino	12	-0.10	0.7467
No cámaras	inclinación	12	-0.04	0.9001
No cámaras	No entradas	12	-0.16	0.6300
Volumen	LT	12	0.69	0.0139*
Volumen	D camino	12	-0.07	0.8246
Volumen	inclinación	12	-0.08	0.8102
Volumen	No entradas	12	0.19	0.5582
LT	D camino	12	-0.11	0.7343
LT	inclinación	12	0.02	0.9563
LT	No entradas	12	0.23	0.4799
D camino	inclinación	12	-0.47	0.1199
D camino	No entradas	12	0.38	0.2268
inclinación	No entradas	12	-0.46	0.1344

Posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal simple para cada una de las correlaciones con significancia (Fig. 23), tomando como variable regresora el volumen total de la madriguera el cual esta relacionando en las tres variables con significancia (No. de túneles, Largo total y No. de cámaras).

Para la correlación entre el volumen (regresora) y el número de túneles existió una relación lineal entre las dos variables (Fig. 23a). El modelo estadístico implementado se acepta ( $F=15.99$ ,  $gl$  1,  $p<0.0025$ ) (Tabla 23). El  $R^2$  ajustado es de 0.58, es decir el 58% de la variabilidad del número de túneles es explicada por el volumen (Tabla 24).

También existe una relación lineal entre el volumen (regresora) y largo total de la madriguera (Fig. 23b). El modelo estadístico implementado se acepta ( $F=8.86$ ,  $gl\ 1$ ,  $p=0.0139$ ) (Tabla 23). El  $R^2$  ajustado es de 0.42, es decir el 42% de la variabilidad en el largo total de la madriguera es explicada por el volumen (Tabla 24).

En esta correlación (Largo total-Volumen) se puede mencionar que por cada incremento de un centímetro cúbico en volumen, con un 95% de confianza, incrementan 0.31 cm de longitud en la madriguera, con un intervalo de confianza de entre 0.07 y 0.54 cm (Tabla 25).

Así mismo existió una relación lineal de orden cuadrática entre el volumen (regresora) y el número de cámaras (Fig. 23c). El modelo estadístico implementado se acepta de igual manera ( $F=4.44$ ,  $gl\ 2$ ,  $p=0.0455$ ) (Tabla 23). El  $R^2$  ajustado es de 0.38, es decir el 38% de la variabilidad del número de cámaras es explicada por el volumen (Tabla 24). Por lo que cada incremento de un centímetro cúbico en volumen, con un 95% de confianza, incrementan 0.00000036 túneles, con un intervalo de confianza de entre 0.00000029 y 0.00000102. Es decir, por cada incremento de 2.8 m<sup>3</sup> de volumen aumenta una cámara con un intervalo de confianza de entre 3.4 y 0.9 m<sup>3</sup> (Tabla 25).

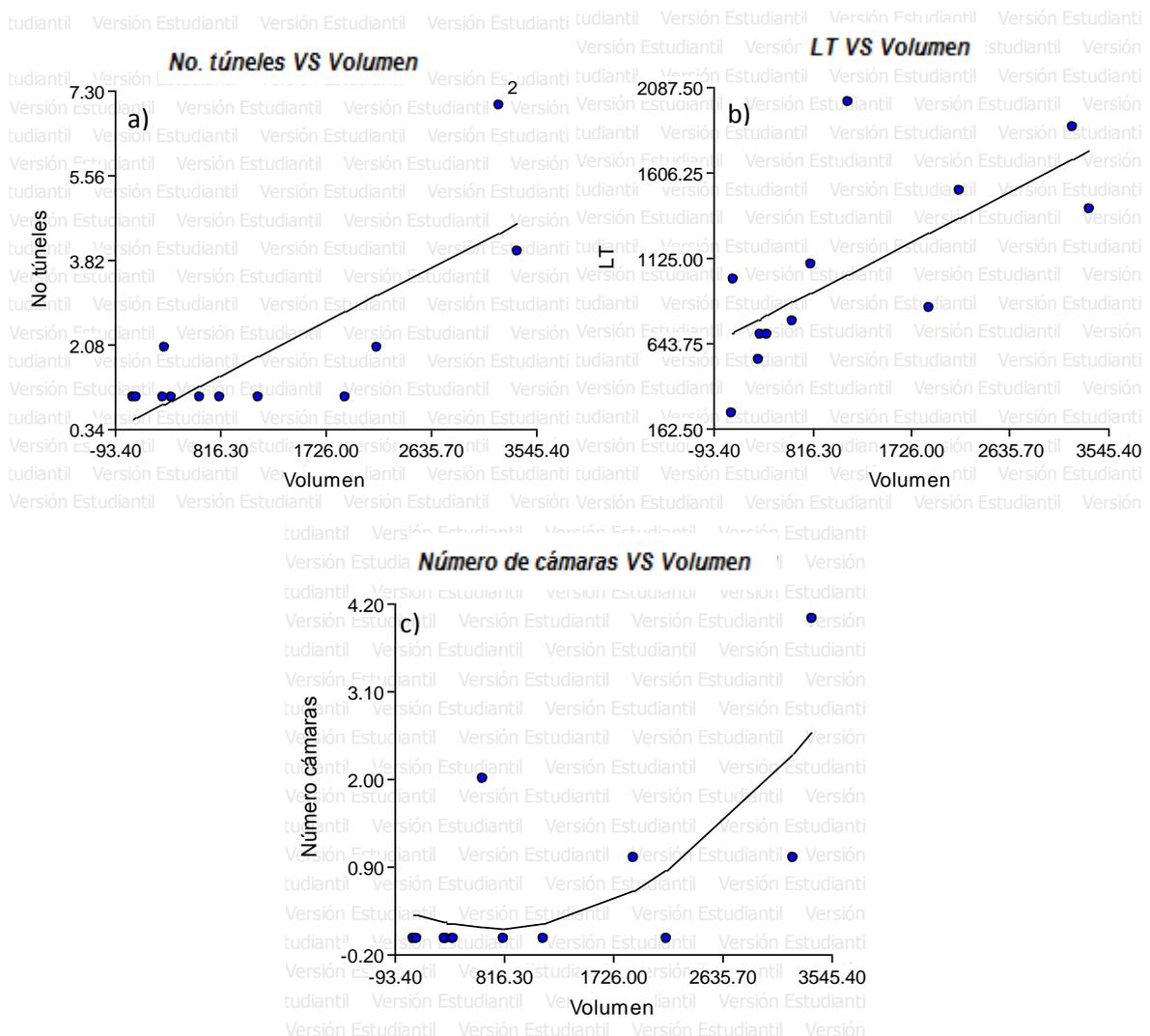


Figura 21. Gráficas de dispersión de las variables significativas a) número de túneles vs volumen; b) LT VS Volumen c) número cámaras VS Volumen.

Tabla 23. Análisis de varianza analizadas en las madrigueras de *D. p. oaxacae*, en las variables significativas.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
No. Túneles	Modelo.	22.7129	1	22.7129	15.9907584	0.00252303
	Volumen	22.7129	1	22.7129	15.9907584	0.00252303
	Error	14.2037666	10	1.42037666		
	<b>Total</b>	<b>36.9166667</b>	<b>11</b>			
LT	Modelo.	1484422.09	1	1484422.09	8.86	0.0139
	Volumen	1484422.09	1	1484422.09	8.86	0.0139
	Error	1674844.57	10	167484.46		
	<b>Total</b>	<b>3159266.67</b>	<b>11</b>			
No. cámaras	Modelo.	8.28	2	4.14	4.44	0.0455
	Volumen	8.28	2	4.14	4.44	0.0455
	Error	8.39	9	0.93		
	<b>Total</b>	<b>16.67</b>	<b>11</b>			

Tabla 24. Análisis de regresión lineal del conjunto de variables con significancia analizadas en las madrigueras de *D. p. oaxacae*. \*regresión lineal de orden cuadrática.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	AIC
No túneles	12	0.62	0.58	42.08
LT	12	0.47	0.42	182.21
Número cámaras*	12	0.50	0.38	37.76

Tabla 25. Coeficientes de regresión, nivel de significancia e intervalos de confianza (95%) de las variables con significancia analizadas en las madrigueras de *D. p. oaxacae*.

	Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor
No. túneles	Const	0.44930795	0.50300482	-0.67145643	1.57007232	0.8932478	0.3927136
	Volumen	0.00121403	0.0003036	0.00053758	0.00189048	3.99884463	0.00252303
LT	Const	678.206002	172.725968	293.348632	1063.06337	3.92648546	0.0028363
	Volumen	0.31036459	0.10425112	0.07807867	0.54265051	2.97708648	0.0138766
	Const	0.34371544	0.56088846	-0.92510209	1.61253297	0.61280534	0.5551715
No. cámaras	Volumen	-	0.00100874	-0.00283826	0.00172559	-0.55151807	0.5947046
	Volumen^2	0.00000036	0.00000029	-0.00000029	0.00000102	1.24894056	0.2431937

## 7. DISCUSIÓN

Con el método de captura utilizado se logró obtener un éxito de captura del 23.5%, como resultado de los 864 km/noche recorridos, lo que significa que el método de captura manual resultó efectivo para la obtención de los registros de los individuos presentes en la zona, ya que se había reportado la dificultad para capturar a estos organismos, pues básicamente solo se podían obtener individuos cebando trampas con semillas nativas y ocultándolas en las entradas de las madrigueras (Jones y Genoways, 1975).

Con el análisis de coberturas se pudo observar que el *Dipodomys* prefiere forrajear zonas con baja cobertura arbórea y arbustiva, y centrar la presencia en las zonas con mayor área cubierta por hierbas, por lo que se puede inferir que su presencia en el transecto de Parcela escolar (182 observaciones) se deba a la disponibilidad de alimento proporcionada por las herbáceas.

Del mismo modo la baja presencia de la especie en el transecto del "Azomiate", con tan solo una captura de las ocho observaciones obtenidas durante todo el estudio, puede deberse, principalmente al tipo de suelo presente en este sitio, ya que se caracteriza por ser un suelo rocoso-arcilloso, lo cual impide la excavación de madrigueras de *D. phillipsii*, por lo que de acuerdo con lo reportado con Ebensperger y Bozinovic, (2000), en donde mencionan que para los roedores fosoriales, la excavación de madrigueras en suelos duros es energéticamente más caro que en suelos blandos, ya que en este tipo de suelo eliminan más tierra por minuto que en suelos duros; es permisible la baja presencia de individuos en esta zona. Todo esto a pesar de que el transecto presenta una diversidad alta de especies vegetales (2.81) en relación con los demás transectos.

### **Dieta**

La dieta potencial de *Dipodomys phillipsii oaxacae* está compuesta por al menos 48 especies de plantas, de las cuales solo las semillas de huizache, mezquite (*Prosopis* sp.), *Larrea tridentata*, *Acacia constricta*, *Prosopis velutina* y cactus están registradas dentro de la dieta del género (Cox *et al.*, 1993, Dillford *et al.*, 1985; Grenot y Serrano, 1980; Lockard y Lockard, 1971; Bradley y Mauer, 1971). Mientras que para la especie tan solo esta reportada la presencia del diente de león (*Taraxacum* sp.), dentro de las madrigueras de estas ratas (Jones y Genoways, 1975). Por lo que la contribución de la lista de especies potenciales presentes en la dieta de la rata canguro es de gran relevancia para conocer la biología básica de esta especie.

Por otra parte el mayor número de especies de semillas forrajeadas por *Dipodomys phillipsii oaxacae*, se presentó en los transectos de la Parcela Escolar seguido del transecto de Tres Cruces, esto puede relacionarse a que la especie prefiere recolectar su alimento

Por otra parte, *D. p. oaxacae* prefirió remover a cinco especies de plantas en mayor proporción (46%), las cuales son especies herbáceas, mientras que para *Liomys pictus*, la preferencia está en las semillas de árboles y lianas (Fleming y Brown, 1975; Janzen, 1982; Sánchez-Cordero y

Fleming, 1993), y para las especies de *Heteromomys desmarestianus* y *H. gaumeri* se ha encontrado principalmente semillas árboles y arbustos (Fleming, 1974; Martínez-Gallardo y Sánchez-Cordero, 1993; Sánchez-cordero y Fleming, 1993).

Cabe mencionar que dentro de la dieta de la rata canguro, tan solo se registró un trozo de maíz durante el mes de noviembre, lo cual indica que esta especie no es fuertemente forrajada por la rata canguro; mientras que para *Dipodomys elator*, el 70 % del contenido encontrado en sus abazones, está constituido por plantas cultivadas, principalmente *Avena sativa* y *Sorghum halepense*, mientras que tan solo el 40% corresponden a plantas herbáceas anuales (Dilford *et al.*, 1985).

La curva de acumulación de especies sugiere que el registro de especies de semillas dentro de la dieta de *D. phillipsii*, no ha sido completado y que existe la probabilidad de encontrar al menos 27 especies vegetales más, por lo que es necesario continuar con el muestreo para incrementar la lista de especies dentro de la dieta de la rata canguro.

Mediante la prueba de Kruskal Wallis, se pudo ver la variación entre los diferentes transectos ( $gl=5$ ;  $H=48.96$ ;  $p=0.0001$ ), observándose que existe una mayor preferencia para forrajear en el transecto de Parcela escolar ( $\bar{X} = 364.80$ ), ya que *D. p. oaxacae* pudo obtener un mayor número de semillas en este sitio el cual se caracteriza por tener uno de los valores más altos en cuanto cobertura herbácea. Sin embargo, no existieron diferencias entre las diferentes épocas del año.

*Crusea diversifolia* fue la especie más frecuente dentro de los abazones de los roedores (FA=0.3605, PA=14.97), esto puede deberse a que esta especie de pasto es muy abundante en la zona y de fácil acceso para los roedores, ya que la altura promedio de esta herbácea es de 3 cm, lo cual hace que sea un recurso fácilmente forrajable, ya que está presente tanto en la época húmeda, como en la época seca, mediante la exposición de sus semillas, para ser removidas por *D. p. oaxacae*. Esto es similar a *Dipodomys nelsoni*, quien a pesar del oportunismo en su alimentación, existe la preferencia sobre los granos de *Prosopis* (mesquites) (Grenot y Serrano, 1980).

En relación al tamaño de las semillas encontradas en los abazones de *D. p. oaxacae*, esta especie prefiere remover semillas de tamaño pequeño (entre el 0-6 mm de longitud), a diferencia de otras semillas de tamaño superior a los 8 mm de longitud, esto pueda deberse a la especialización de su alimento (Reichman y Price, 1993) y a diferencia de especies como *Liomys* sp. (la cual es un roedor emparentado dentro de la misma familia que *Dipodomys* y presente en el área de estudio), que es una especie generalista y de acuerdo con lo reportado por Briones-Salas y Sánchez-Cordero, (1999) aprende a evitar la selección de algunas semillas y frutos presentes en el ambiente. Por otro lado, la preferencia de tamaño hecha por *D. p. oaxacae* también difiere con *Dipodomys deserti* la cual prefiere semillas de 45 mm de diámetro, esto concuerda con el tamaño de la especie que llega a medir hasta 377 mm de longitud, siendo así una de las especies más grandes del género (Lockard y Lockard, 1971).

Por otra parte, aunque *D. p. oaxacae* consumió semillas principalmente de tamaño pequeño, también removió semillas de *Prosopis laevigata* con tamaño superior a los 11 mm de longitud, las cuales fueron tomadas del suelo por los individuos en el mes de junio, lo cual coincide con el término de fructificación y caída de las vainas del árbol progenitor, lo cual supone que los organismos de esta especie aprovechan la disponibilidad de las semillas presentes en el suelo, cuando estas están disponibles; así mismo, la semilla de la *Acacia* sp. (especie 40), la cual también tiene un tamaño de 7.06 mm de longitud, registrada en el mes de junio; es una especie la cual está fuertemente presente en la zona, por lo que también es aprovechada en la época lluviosa que es cuando las semillas están disponibles en el suelo y donde las vainas están húmedas y las semillas pueden contener un mayor porcentaje de humedad, esto coincide con lo reportado por Briones-Salas y Sánchez-Cordero (1999), en la selva baja de Chamela, Jalisco, donde mencionan que *Liomys pictus* pueden preferir algunas semillas húmedas con características preferenciales como el valor nutricional de éstas, esto para mantener un balance hídrico favorable.

En cuanto a la caracterización de los transectos se pudo ver como *D. p. oaxacae* prefiere forrajear en áreas con menor cobertura arbórea y arbustiva y mayor cobertura de herbácea, esto permite inferir que en esta zona existe la disponibilidad de alimento proporcionada por las herbáceas y que la preferencia a las zonas abiertas con pastos cortos y con inclinaciones del suelo poco pronunciadas, es también debido a su locomoción dípoda de la especie, ya que el desplazamiento en este tipo de ambientes es más fácil para los organismos, lo cual coincide con la mayoría de especies de *Dipodomys* (Hall, 1946, 1981; Best y Lackey, 1985; Lidicker, 1960; Best, 1988).

#### *Remoción postdispersión de semillas*

Las especies de semillas más removidas por parte de los removedores fueron *Stenocereus pruinosus* y *Escontria quiotilla* (90.75 y 88.65% respectivamente), esto puede deberse a diferentes factores como al tamaño, valor nutricional, uso que le dan a las semillas. Así mismo, la preferencia por estas dos especies, que son de distribución local o nativas, difieren con lo reportado por Olney, (2008) en donde utilizando la proporción de selección como un método de medición, las ratas canguro gigantes (*Dipodomys ingens*) no quitaron cantidades significativamente mayores de semillas no nativas en relación con las semillas nativas, esto en las praderas del Monumento Nacional de Carrizo Plain, California; por lo que en el municipio de Cosoltepec, las especies distribuidas en el ambiente de manera natural son también fuertemente aprovechadas por los removedores de semillas presentes en la zona.

Se observaron valores similares de remoción en las parcelas abiertas a todos los agentes removedores (SP) y en las que las semillas estaban disponibles sólo a los roedores o aquellos de tamaño similar (CP), por lo que se sugiere que los roedores fueron los removedores importantes de las semillas probadas. Eso es similar a lo reportado por Sánchez-Rojas *et al.*, (2004), en donde de igual forma no existieron diferencias entre los tratamientos abiertos y los disponibles solo para roedores, y en donde también *Liomys pictus* es el principal removedor

de semillas y frutos en la Estación Biológica de Chamela (Briones-Salas y Sánchez-Cordero, 2006).

Por otra parte, de acuerdo con lo reportado por Cervantes y Riberos-Lara (2012), se distribuyen un total de 18 mamíferos removedores de semillas, entre ellos *Liomys irroratus*, heterómido que tiene también hábitos similares al de *D. p. oaxacae*, sin embargo, aunque se ha observado que son principalmente granívoras y que consumen en general, semillas de mayor tamaño que las especies de zonas desérticas (Reichman y Price, 1993) también se ha reportado la preferencia por especies arbóreas (Fleming y Brown, 1975; Janzen, 1982; Mendoza, 1997; Sánchez-Cordero y Fleming, 1993), sin embargo, el estudio realizado por Mason-Romo (2005) con *L. irroratus* en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, menciona que este roedor presenta una dieta herbívora basada en 10 especies distintas, pese a esto, presenta preferencias por *Oplismenus burmanii* (Poaceae). Por lo que con este estudio no se puede discriminar la remoción exclusiva por parte de *D. p. oaxacae*, por lo que se recomienda realizar más estudios con énfasis en discriminar la remoción llevada a cabo por *L. irroratus*, además de estudiar su dieta exclusivamente en la zona de estudio.

En cuanto a densidad, la remoción no presentó diferencias significativas, sin embargo la mayor remoción estuvo dada en las estaciones con densidad baja, esto difiere a lo reportado por Sánchez-Rojas *et al.* (2004), donde las remociones fueron significativas en las estaciones de alta y mediana densidad (50 y 25 semillas respectivamente) en el bosque seco tropical de la estación biológica de Chamela, Jalisco. Por otra parte la lluvia pudo ser un fuerte determinante de la remoción de semillas colocadas, así como de la abundancia de la vegetación presente, por lo que las preferencias podían cambiar a medida que cambia la disponibilidad de estas a través de los años. Por lo que en estudios futuros se podría considerar la abundancia de la vegetación, junto con la remoción de las semillas durante varios años para poder comprender de mejor manera como la eliminación se explica por la disponibilidad de los recursos.

En este estudio solo se mostraron diferencias significativas con respecto a la especie, mientras que con respecto a las variables de densidad y tratamiento no hubo diferencias significativas. Sin embargo, se reportan que las mayores porcentajes de remoción en las especies están en las estaciones con densidades bajas, no obstante en todas las especies excepto la colocada en el mes de marzo, muestran ligeras variaciones en las densidades bajas con relación a las altas; esto difiere con lo reportado por Sánchez-Rojas *et al.*, (2004), muestran que las mayores remociones están en las estaciones con densidad alta, por parte de *Liomys pictus* en la selva baja de la estación de Chamela en Jalisco; al igual que lo reportado por Martínez-Gallardo (1995) en la una región de los Tuxtlas, Veracruz, donde muestra que la mayor remoción de semillas realizada por los mamíferos.

En relación a las interacciones se muestra que en ninguna de las interacciones (Especie:Densidad; Especie:Protección y Densidad:Protección ) tienen relación entre ellas, esto coincide con lo reportado por Sánchez-Cordero y Martínez- Gallardo (1998) en donde tampoco obtuvo relaciones significativas en las interacciones de densidad/protección en la

remoción por parte de los roedores presentes en la selva húmeda de Los Tuxtlas; de mismo modo Sánchez- Rojas *et al.* (2004), reportan que si existieron interacciones entre las variables de densidad, hábitat y especies (excepto Especies X densidad y hábitat X densidad); por lo que dichos parámetros no son independientes uno del otro y que existe una interacción entre todos los factores analizados en *Liomys pictus*, lo cual difiere a las interacciones obtenidas en donde los parámetros no están relacionados, por lo tanto son independientes.

Por lo tanto los agentes removedores presentan una preferencia de remoción de acuerdo a la especie de semilla colocada, por lo que no importando los tratamientos puestos, ni la densidad colocada en el ambiente, e incluso el sitio donde se encuentren las semillas, van a removerlas en proporciones diferentes. Caso contrario a Sánchez-Rojas *et al.* (2004), donde si existieron diferencias significativas por parte de *Liomys pictus* durante el proceso de remoción de las especies colocadas en diferentes tipos de ambiente en la Estación biológica de Chamela, Jalisco.

### *Madrigueras*

Las madrigueras se encuentran ubicadas entre 1.5 m y 50 m en línea perpendicular al centro de los caminos de terracería; sin embargo, existe una mayor presencia de madrigueras en un rango de 1m a 10 m, lo cual coincide con lo reportado por varios autores (Hall, 1946, 1981; Best y Lackey, 1985; Lidicker, 1960; Best, 1988), donde mencionan que las especies de *Dipodomys* están relacionadas con los espacios arenosos y abiertos; esto es similar a lo reportado por Gutiérrez Ramos y Álvarez-Castañeda (1999) donde mencionan que en ambientes desérticos, uno de los factores que influyen en el forrajeo del alimento es el microhábitat y que está relacionado directamente con su forma de desplazamiento, por lo que las especies bípedas como *Dipodomys* utilizan zonas abiertas.

Broown y Harney (1993), donde mencionan que la frecuencia de captura para *Dipodomys* sp. es principalmente en el borde de los arbustos, independientemente si es entre la vegetación o cercana a los caminos. Lo cual coincide con la asociación de diferentes especies de arbustos (*Cordia curassavica*, *Prosopis* sp., *Acacia farnesiana*, en cinco de las madrigueras analizadas. Esto es similar a lo reportado por Jameson y Peeters (1988), donde las entradas de las madrigueras estaban frecuentemente asociadas a arbustos de *Larrea tridentata*. Caso contrario con *D. gravipes*, donde ninguna madriguera se ha encontrado debajo de arbustos.

*D. phillipsii oaxacae* construye madrigueras de cuatro tipos (orificios de escape, escape, simples y múltiples o complejas) al igual que *Liomys pictus* (Domínguez-Castellanos, 2009), las cuales constan de elementos como entradas, túneles, cámaras. Las madrigueras de escape (seis madrigueras en este estudio) solo presentan de una a dos entradas, mientras que *Microtus ochrogaster*, construye las de escape con un solo túnel y dos accesos y con un túnel de longitud pequeña, lo cual siguiendo la clasificación propuesta por Harper y Batzli, 1996, este tipo de madrigueras tiene la función dese ser un refugio temporal o de escape ante los depredadores.

Por otra parte las madrigueras de *Dipodomys phillipsii oaxacae*, difieren con respecto a las madrigueras de *D. nelsoni* donde esta especie se caracteriza por realizar sus madrigueras en forma de montículos de hasta 2.7 m y 0.60 m de alto.

Las madrigueras múltiples pueden llegar a tener hasta tres entradas y con al menos una cámara presente en ella, y túneles interconectados incluso a diferentes profundidades; el volumen de estas madrigueras llegan hasta los 3380 cm<sup>3</sup>, lo cual difiere con las madrigueras de *D. gravipes*, las cuales tienen en promedio de 4.7 entradas, donde incluyen un túnel principal y varios secundarios, registrándose hasta 3.3 nidos por madriguera y hasta 10 depósitos de alimento (Best y Lackey, 1985).

Estas madrigueras (múltiples) son utilizadas como un refugio permanente, en donde la madriguera la puede ocupar para el almacenamiento de mayores cantidades de comida, así como para la construcción de sus nidos en temporadas reproductivas o incluso la probabilidad de ser heredadas a las siguientes generaciones, como en el caso de *Dipodomys spectabilis* (Brown y Harney, 1993).

Acerca de las características morfológicas de las madrigueras se observa que las madrigueras utilizadas por *D. phillipsii oaxacae* son más grandes en relación a las madrigueras de *Liomys*, ya que éstas llegan a tener hasta 884 cm de LT en la Estación biológica de Chamela, Jalisco (Domínguez-Castellanos et al., 2009).

Las entradas de las madrigueras de *D. p. oaxacae*, difieren a las de *D. merriami*, las cuales acostumbra tapar durante el día, lo cual les ayuda a mantener un microclima favorable dentro de la madriguera, esto puede deberse a que en las zonas áridas del norte del país en donde se distribuye *D. merriami*, la temperatura es superior, mientras que para las especies más sureñas como *D. p. oaxacae* no necesiten de esta regulación de temperaturas.

Con las correlaciones realizadas a las variables medidas en las madrigueras, se encontró que el volumen total de la madriguera fuertemente relacionada con tres de las variables analizadas: largo total de las madrigueras, número de túneles y de cámaras (0.69, 0.78 y 0.64 respectivamente). Con este análisis podemos ver como las madrigueras de *D. p. oaxacae* van a estar directamente relacionadas con el volumen y estas tres variables. Por lo que se puede inferir que estos organismos invierten la mayor energía en aumentar el volumen de sus madrigueras haciéndolas más ramificadas o en un túnel nuevo o adicionando una cámara y no en hacer túneles más anchos ni cámaras más grandes, lo que lo ayuda a estos individuos a que no entren depredadores de tamaño superior al del individuo que la ocupa y de esta manera sufrir un desplazamiento de la madriguera.

El tipo de suelo es un factor importante para la presencia de la especie y para la construcción y estructura de sus madrigueras, por lo que se espera que sea tomado en cuenta para futuras investigaciones, ya que de acuerdo con las características del suelo (grado de compactación, % de humedad, % materia orgánica, textura) puede influir en la construcción de los mismos (Laundré y Reynolds, 1993).

Por último, debido a que dentro de la dieta potencial de *D. phillipsii oaxacae* mostrada en este estudio, no existe la presencia frecuente del maíz, se justifica entonces la presencia de la especie en las zonas de cultivo debido a la facilidad para la construcción de sus madrigueras en suelos blandos como se mencionó anteriormente, por lo que se infiere que al momento de preparar la tierra para el cultivo, las madrigueras sean destruidas. Por lo tanto la presencia de esta especie no se debe a la depredación del maíz en las zonas agrícolas.

## 8. CONCLUSIONES

Con este estudio se contribuyen con las primeras aportaciones realizadas para conocer la dieta potencial de *Dipodomys phillipsii oaxacae*, la cual está constituida por al menos 48 especies de semillas presentes en la localidad de Cosoltepec.

Así mismo, el estudio de remoción postdispersión, sugiere que *D. p. oaxacae* sea uno de los principales removedores de plantas presentes en la zona. Con esto se contribuye al conocimiento de que la mayor remoción de semillas en el ecosistema, es realizada por roedores (Sánchez-Cordero y Martínez-Gallardo, 1998; Sánchez-Rojas et al., 2004 y Briones-Salas, y Sánchez-Cordero, 2006)

Así mismo, conocer como son estructuralmente las madrigueras en donde son depositadas las semillas removidas por *D. p. oaxacae*, permite saber que las madrigueras son utilizadas de diferentes maneras, ya que existieron los utilizados en momentos de escape, como las madrigueras bien estructuradas y provistas de cámaras, las cuales son importantes, para el almacenamiento de semillas.

Así mismo, esta investigación aporta conocimientos valiosos para conocer la biología básica de la especie lo cual a su vez ayudar a protegerla, ya que como se mencionó al inicio de este estudio, es una especie que está dentro de la norma oficial mexicana, en la categoría de Amenazada, por lo que cualquier conocimiento realizado con la especie aportará valiosa información para que sea protegida, al menos de manera local en la comunidad de Cosoltepec y de esta manera evitar que sean maltratadas y extirpadas de manera local.

## 9. LITERATURA CITADA

- ABRAMSKY Z. 1983. Experiments on seed predation by rodents and ants in the Israeli Desert. *Oecologia* 57: 328–332.
- ÁLVAREZ, L. R. 2003. Geografía General de Estado de Oaxaca. Cuarta edición. *Carteles Editores*. Oaxaca, México.
- ÁLVAREZ, T. 1961. Sinopsis de las especies mexicanas del género *Dipodomys*. *Soc. Mexicana Hist. Nat.* 21:391-424.
- ANDERSEN, D.C. 1987. *Geomys bursarius* burrowing patterns: influence of season and food patch structure. *Ecology*, 68:1306-1318.

- ARRAMBIDE, N. 2007. Variación espacio-temporal de la diversidad de pequeños mamíferos no voladores de tres localidades de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán-Oaxaca y Puebla. Tesis de Maestría. *Universidad Autónoma de México*.
- BANDOLI, J.H. 1981. Factors influencing seasonal burrowing activity in the pocket gopher, *Thomomys bottae*. *Journal of Mammalogy*, 62:293-303.
- BEST, T. L. 1988. *Dipodomys nelsoni*. *Mammalian species*, 326: 1-4.
- BEST, T. L., C. Intress y K. D. Shull. 1988. Mound structure in the three taxa of mexican kangaroo (*Dipodomys spectabilis cratodon*, *D. s. zygomaticus* y *D. nelsoni*). *American Midland Naturalist*, 119:216-220.
- Bradley W. G. y R. A. Mauer. 1971. Reproduction and Food Habits of Merriam's Kangaroo Rat, *Dipodomys merriami*. *Journal of Mammalogy*. Vol. 52, No. 3 (Aug., 1971), pp. 497-507
- BONILLA, O., L. Arias, R. Soriano y H. Losada. 2003. Experiencia de Extensionismo y la Presentación de un Modelo de trabajo para un Manejo Integral de los Recursos Naturales en la Mixteca Oaxaqueña. *LEAD Hispanoparlante*. 14 pp.
- BRIONES, M. y V. Sánchez-Cordero. 1999. Dietary value of fruits and seeds to spiny pocket mice *Liomys pictus* (HETEROMYIDAE). *Stud Neotrop Fauna & Environm.* 34:65- 71.
- BRIONES-SALAS M. 1996. Estudio sobre la remoción postdispersión de frutos y semillas por mamíferos en un bosque tropical caducifolio. Tesis de Doctorado. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- BRIONES-SALAS, M. 2000. Lista anotada de los Mamíferos de la Región de la Cañada, en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 81:83-103.
- BRIONES-SALAS, M., V. Sánchez-Cordero y G. Sánchez-Rojas. 2006. Multi-species fruit and seed removal in a tropical deciduous forest in Mexico. *Canadian Journal of Botany*, 84:433-442.
- BROWN J. H. y Harney, 1993. Population and community ecology of heteromyid rodents in temperate habitats. En: *Biology of the family Heteromyidae*. J. H. Brown y H. H. Genoways, eds) Spec. Publi. Amer. Soc. Mamm. No. 10.
- CANUL-CRUZ A., J. A. Vargas-Contreras y G. Escalona-Segura., 2012. Algunos aspectos poblacionales del ratón de abazones *Heteromys gaumeri* de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México En: *Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos* (Cervantes R., F. y C. Ballesteros UNAM-UAM 280 pp.
- CEBALLOS, G. & Galindo, C. (1984). Mamíferos silvestres de la cuenca de México (pp. 179, 180). Limusa. México. 299pp.
- CEBALLOS, G., y g. Oliva (COORDS). 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica. México. 986 pp.

- CEBALLOS, G. y A. Miranda. 2000. Guía de campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A. C. *Instituto de Ecología e Instituto de Biología*, UNAM. México, D.F.
- CERVANTES, F. y B. Riveros. 2012. Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca, México. *Therya* 3(3):311-325.
- COX, J.R., A. Alba-Avila, R.W. Rice y J.N. Cox. 1993. Biological and physical factors influencing *Acacia constricta* and *Prosopis velutina* establishment in the Sonoran Desert. *Journal of Range Management Archives*. Vol 46: 43-48.
- DILFORD C. C., D. Webster, J. Knox-Jones, C. Jones y D. Suttkus. 1985. *Dipodomys elator*. *Mammalian species*. 232:1-3
- DINERSTEIN, E. y Wemmer, C. M. 1988. Fruits Rhinoceros eat: dispersal of *Trewia nudiflora* (Euphorbiaceae) in lowland Nepal, *Ecology* 69 (6): 1768-1774).
- DOMÍNGUEZ-CASTELLANOS, Y., B. Hernández-Meza, A. Mendoza D. y G. Ceballos. 2009. Madrigueras de *Liomys pictus* en dos selvas tropicales del Pacífico Mexicano. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 13:63-81.
- EBENSPERGER, L. A. y F. Bozinovic. 2000. Energetics and burrowing behaviour in the semifossorial degu *Octodon degus* (Rodentia:Octodontidae). *Journal Zoological of London* (252):179-186.
- FERNÁNDEZ, J. A., F. A. Cervantes y M. S. Hafner. 2012. Molecular systematics and biogeography of the Mexican endemic kangaroo rat, *Dipodomys phillipsii* (Rodentia: Heteromyidae). *Journal of Mammalogy* 93(2):560-571.
- FLEMING, T. H. 1974. The population ecology of two species of Costa Rican heteromyid rodents. *Ecology*, 55:493-561.
- FLEMING, T. H., R. Breitwisch y G. H. Whitesides. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Ann Rev. Ecol. Syst.* 18:91-109.
- FORGET, P. M. y T. Milleron. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panamá. *Oecología* 87:596-599.
- GENOWAYS, H. H y J. K. Jones, Jr. 1971. Systematics of Southern banner-tailed kangaroo rats of the *Dipodomys phillipsii* group. *Journal of Mammalogy*. 52:265-287.
- GERMANO, D. J. 1995. Characteristics of Kangaroo rat burrows in fallow fields of the southern San Joaquín Valley. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society*. 31:40-44.
- GRENOT, C., and V. Serrano. 1981. Ecological organization of small mammal communities at the bolsón de Mapimí (Mexico). p. 89-100 En: R. Barbault and G. Halfter (ed.). *Ecology of the Chihuahuan Desert*. Mexico D.F.: Instituto de Ecología, A.C
- HALL, E. R. 1981. The Mammals of North America. John Willey and Sons. New York, 1: 1-600, 2: 601-1181.

- HANSELL, M.H. 1993. The ecological impact of animal nests and burrows. *Functional Ecology*, 7:5-12.
- HARPER, S.J. y G.O., Batzli. 1996. Effects of predators on structure of burrows of voles. *Journal of Mammalogy* 77:1114-1121.
- HOOVER, E. T. 1947. Notes on Mexican Mammals. *Journal of Mammalogy*. 28: 40-57.
- HOWE, H. F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol 13. 201-228.
- HUGHES, L. y Westoby, M. 1990. Removal Rates of Seeds Adapted for Dispersal by Ants. *Ecology*. Vol. 71, No. 1. 138-148 pp.
- HUNTLY, N. y O.J. Reichman. 1994. Effects of subterranean mammalian herbivores on vegetation. *Journal of Mammalogy*, 75:852-859
- JANZEN, D. H. 1982. Seed removal from fallen guanacaste fruits (*Enterolobium cyclocarpum*) by spiny pocket mice (*Liomys salvini*). *Brenesia*, 19/20: 425-429.
- JENKINS, S.H., AND S.W. BRECK. 1998. Differences in food hoarding among six species of heteromyid rodents. *Journal of Mammalogy* 79:1221–1233.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., J. Hortal. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8(31):151-161.
- JOHNSON, D. R. 1961. The food habits of rodents on rangelands of Southern Idaho. *Ecology*, 42(2):407-410.
- JONES, J. K., JR., y H. H. Genoways. 1975. *Dipodomys phillipsii*. *Mammalian Species* 51:1–3.
- KENAGY, G.J. 1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. *Ecology*, 54:1201-1219
- LAUNDRÉ, J.W. y T.D. Reynolds. 1993. Effects of soil structure on burrow characteristics of five small mammal species. *Great Basin Naturalist*, 53:358-366.
- LEVEY, DJ; Silva, WR; Galetti, M. 2002. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. Ed. *CABI International*, New York, USA. 19–34.
- LOCKARD R. B. y J. S. Lockard. 1971. Seed Preference and Buried Seed Retrieval of *Dipodomys deserti*. *Journal of Mammalogy*. Vol. 52, No. 1 (Feb., 1971), pp. 219-221
- MANKIN, P.C. y L.L. Getz. 1994. Burrow morphology as related to social organization of *Microtus ochrogaster*. *Journal of Mammalogy*, 75:492-499.
- MARONE L, Rossi BE & Lopez de Casenave J. 1998. Granivore impact on soil-seed reserves in the central Monte desert, Argentina. *Functional Ecology*. 12:640–645
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J. L. 2004. Fragmentación y remoción de semillas en el piso de la selva húmeda tropical: El caso de la reserva natural de Los Tuxtlas, sureste de México. *Universidad y Ciencia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*. 20(39):7-14.

- MEADOWS, P.S. 1991. The environmental impact of burrows and burrowing animals—conclusions and a model. *Symp. Zool. Soc. Lond*, 63:327-338.
- MEDELLÍN, R. A. y K. H. Redford. 1992. The role of mammals in neotropical forest-savanna boundaries. Pp 519-548, En: Nature and dynamics of forest-savanna boundaries (P. Furley, J. Ratter, and J. Proctor, eds). *Chapman & Hall, London, Inglaterra*.
- MORENO C. E., 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Textos Universitarios, *Universidad Veracruzana*. 49 pp.
- MURRAY, B. R. y C. R. Dickman, 1997. Factors affecting selection of native seed in two species of Australian desert rodents. *Journal of Arid Environmental*, 35:517-525.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010. Protección ambiental—especies nativas de México de flora y fauna silvestres—categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio—lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Jueves 30 de diciembre de 2010. Gobierno de la Republica, México Distrito Federal, México
- O'CONNELL, M. A. 1979. Coexistence of two species of kangaroo rats (Genus *Dipodomys*) in the Guadalupe Mountains National Park, Texas. Pp. 349-371 En: *Biological Investigations in the Guadalupe Mountains Nation Park*. (H. H. Genoways and R. J. Baker, eds.). National Park Service.
- Plan Municipal de Desarrollo, Cosoltepec, 2008-2010.
- PRICE, M.V., N.M. WASER, AND S. MCDONALD. 2000. Seed caching by heteromyid rodents from two communities: implications for coexistence. *Journal of Mammalogy* 81:97–106.
- RADO, R., Z. Wollberg y J. Terkel. 1992. Dispersal of young mole rats (*Spalax ehrenbergi*) from the natal burrow. *Journal of Mammalogy*, 73:885-890.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. Castro-Campillo, A. Salame-Méndez y H. H. Genoways. 1999. The Heteromyid rodents from the Mexican State of Puebla. *Mastozoología Neotropical*. 6(2):113-127.
- RAMÍREZ-PULIDO, J., N. González-Ruíz, A. L. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of Recent Land Mammals of México. *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*, Number 63
- REICHMAN O.J. 1979. Desert granivore foraging and its impact on seed densities and distributions. *Ecology* 60: 1085–1092.
- REICHMAN, O.J. y M.V. Price.1993. Ecological aspects of heteromyid foraging. Pp. 539-573, en: Biology of the Heteromyidae. (Genoways, H.H. y J.H. Browns, eds.) *The American Society of Mammalogists*, Special publications USA Reic p. 539-574
- REID, F. A. 1997. A field guide to mammals of Central America and Southwest México. *Oxford University Press*, New York, 334 pp.

- RIVEROS-LARA, B. 2011. Mamíferos del Municipio de Cosoltepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. *Universidad Nacional Autónoma de México*. 117 pp.
- ROMERO-ALMARAZ, M. L., C. Sánchez- Hernández, C. García Estrada y R. D. Owen. 2007. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. *Universidad Nacional Autónoma de México*. México D. F. 204 pp.
- SÁNCHEZ-CORDERO V. y R. Martínez-Gallardo. 1998. Fruit and Seed Removal by Forest-Dwelling Rodents in a Lowland Rainforest in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 14:139-151.
- SÁNCHEZ-CORDERO V. y T. H. Fleming. 1993. Ecology of tropical heteromyids. Pp. 301-316, En: Biology of the family Heteromyidae. J. H. Brown y H. H. Genoways, eds) Spec. Publi. *Amer. Soc. Mamm.* No. 10.
- SÁNCHEZ-ROJAS, G., V. Sánchez-Cordero, M. Briones-Salas. 2004. Effect of plant species, fruit density and habitat on post-dispersal fruit and seed removal by spiny pocket mice (*Liomys pictus*, Heteromyidae) in a tropical dry forest in Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. (39):1-6.
- Toledo, V.M. y M. Ordóñez. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*, Oxford University Press. Nueva York.
- TORRES COLÍN, R. 2004. Tipos de Vegetación. En: A. J. García Mendoza, M. J. Ordóñez y M. Briones-Salas (eds). Biodiversidad de Oaxaca. *Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México*. pp 105-117.
- VANDER W., S. B. 1994. Seed Fate Pathways of Antelope Bitterbrush: Dispersal by Seed-Caching Yellow Pine Chipmunks. *Ecological Society of America Ecology*. Vol. 75, No. 7, pp. 1911-1926
- VÁSQUEZ J. y S T Álvarez-Castañeda. 2011. Spatial relationships between burrows of an insular population of *Dipodomys merriami*. *Mammalian Biology*. 76:577-582
- VILLA, B. y F. A. Cervantes. 2003. Los Mamíferos de México. Grupo Editorial *beroamericana*. México.
- WEISZ, M. M., J. M. Nassar y E. M. Pérez. 2012. Experimentos de oferta de semillas para estimar granivoría y sus errores metodológicos. *Sociedad Venezolana de Ecología*. ECOTRÓPICOS 25(2): 75-85.
- WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21(2/3):213-251.
- WILLIAMS, F., H. H. Genoways y J. K. Braun. 1993. Taxonomy. En: Genoways, H. H. y J. H. Brown (eds). Biology of the Heteromyidae. Special Publications. *The American Society of Mammalogists*. p. 38-196.

WILLIAMS, L. R. y G. N. Cameron, 1990. Dynamics of burrows of Attwater's pocket gopher (*Geomys attwateri*). *Journal of Mammalogy*, 71:433-438.

WILLSON, M. F. y C. J. Wheland. 1990. Variation in post dispersal survival of vertebrate dispersal seed: effects of density, hábitat, location, season and species. *Oikos*, 57:191-198.

WILSON, D. E. y D. M. Reeder (eds). 1993. *Mammals Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. Segunda edición. *Smithsonian Institution Press*, Washington, D. C.

# ANEXO I

ESPECIES VEGETALES POTENCIALES PRESENTES EN LA DIETA DE *Dipodomys phillipsii oaxacae*  
EN COSOLTEPEC, OAXACA.



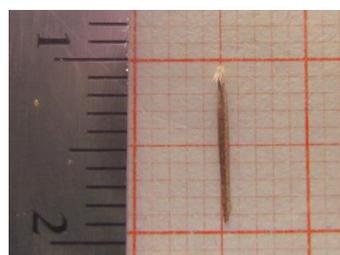
*Bidens* sp.



Especie 2



*Heterosperma pinnatum*



ESPECIE 4



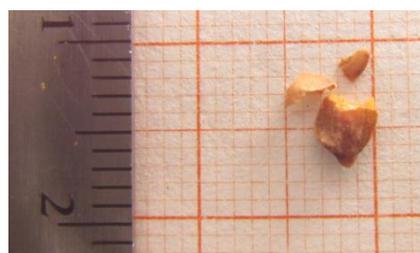
*Zea mays*



ESPECIE 6



*Heterosperma pinnatum*



ESPECIE 8



*Richardia scabra*



ESPECIE 10



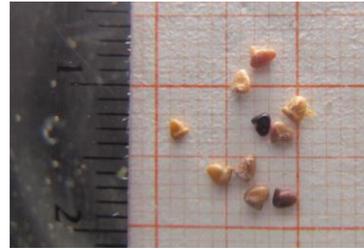
*Crusea diversifolia*



ESPECIE 12



ESPECIE 13



*Crotalaria* sp.



*Sida* sp.



ESPECIE 16



ESPECIE 17



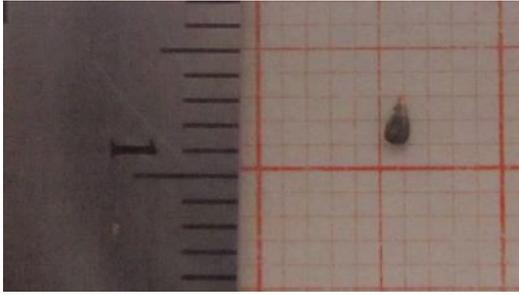
*Rhynchelytrum repens*



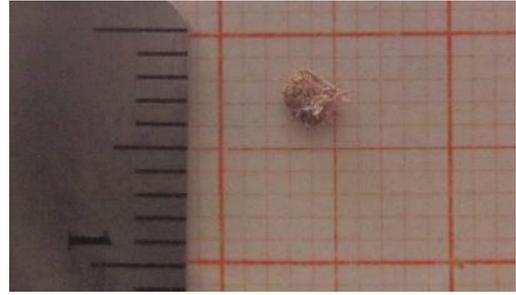
ESPECIE 19



*Tithonia tuberformis*



ESPECIE 21



ESPECIE 22



ESPECIE 23



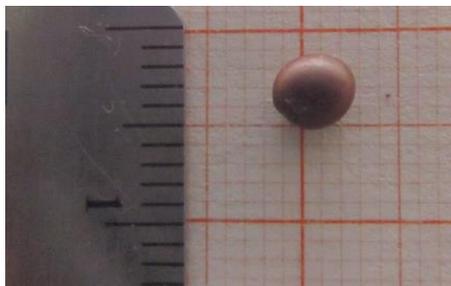
*Paspalum* sp.



ESPECIE 25



*Montanoa* sp.



*Acacia farnesiana*



ESPECIE 28



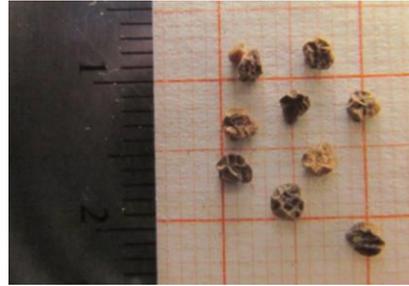
*Senna wislizeni*



*Escontria chiotilla*



*Opuntia sp*



*Solanum sp*



ESPECIE 33



*Ipomoea murucoides*



ESPECIE 35



*Croton ciliatoglandulifer*



ESPECIE 37



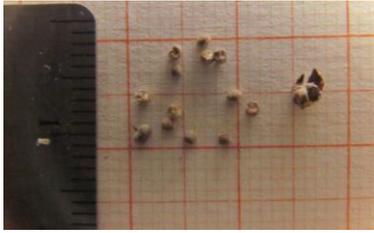
*Prosopis laevigata*



*Mimosa sp.*



*Acacia sp*



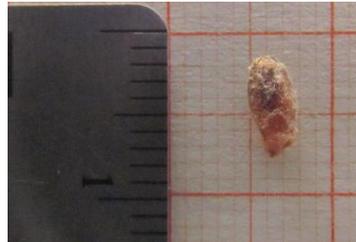
ESPECIE 41



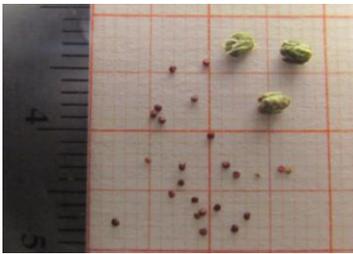
*Fimbristylis* sp.



ESPECIE 43



ESPECIE 44



*Silene* sp



*Paspalum* sp



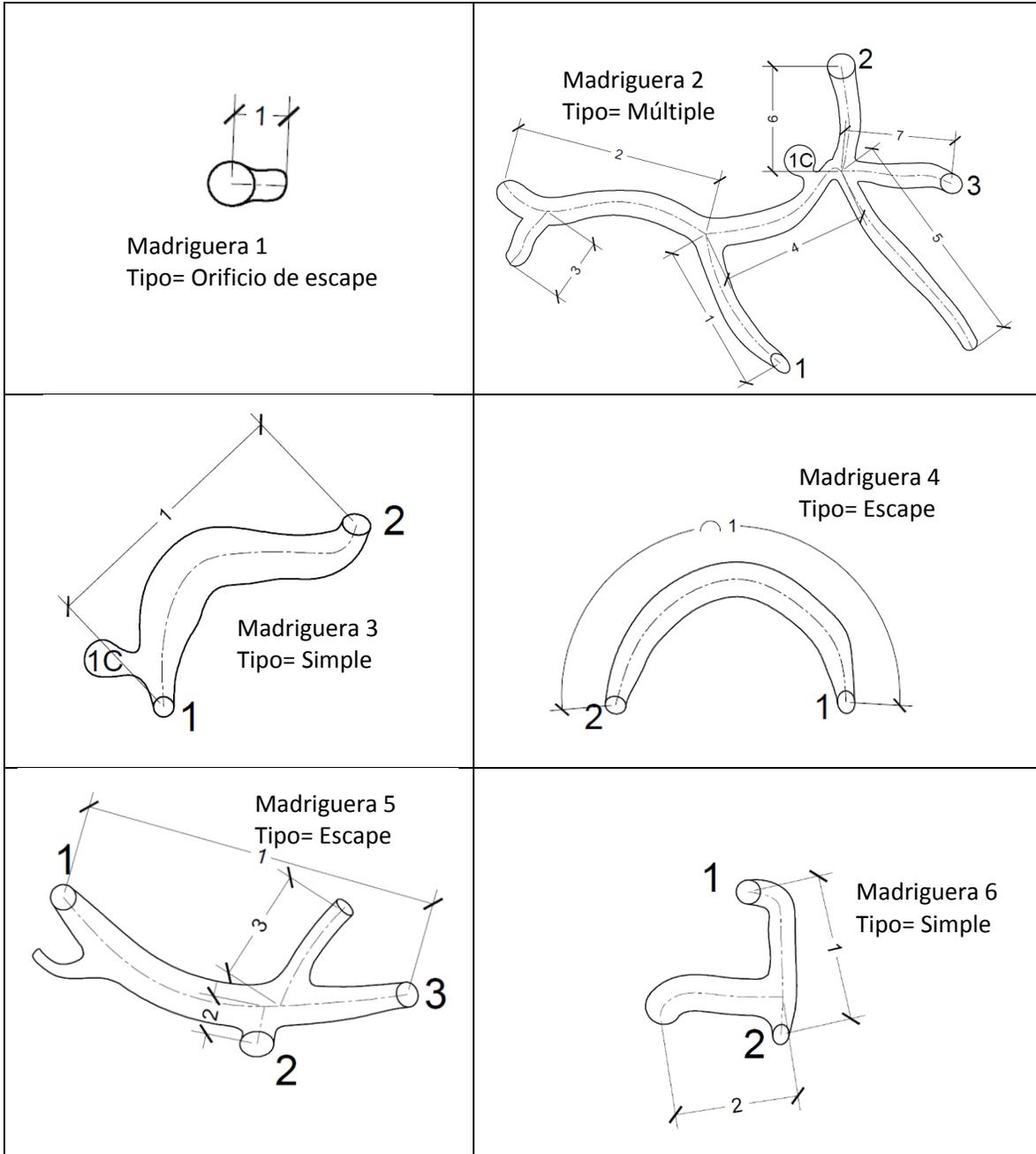
ESPECIE 47

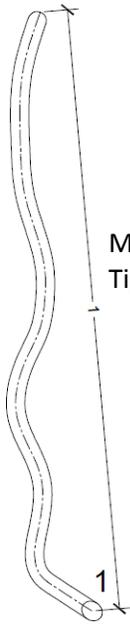
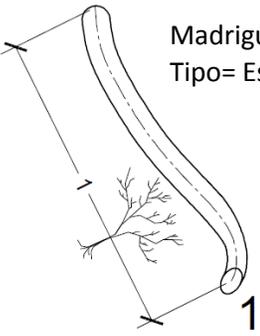
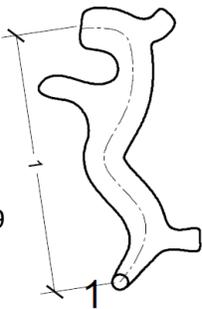
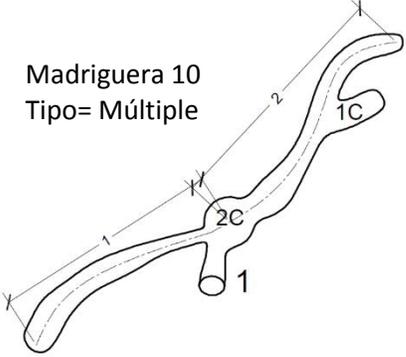
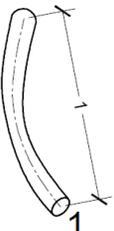
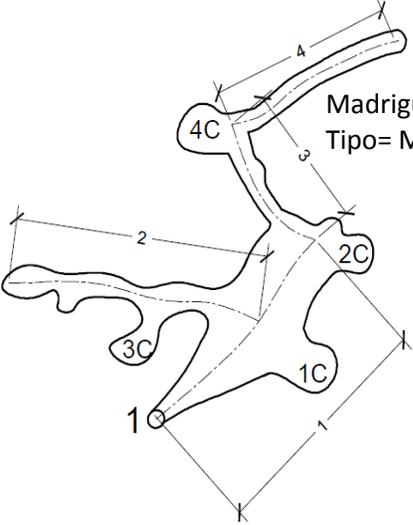


*Dyssodia papposa*

## ANEXO II

Estructura de las madrigueras de *Dipodomys .phillipsii oaxacae* en Cosoltepec, Oaxaca.



 <p>Madriguera 7 Tipo= Escape</p>	 <p>Madriguera 8 Tipo= Escape</p>
 <p>Madriguera 9 Tipo= Simple</p>	 <p>Madriguera 10 Tipo= Múltiple</p>
 <p>Madriguera 11 Tipo= Orificio de escape</p>	 <p>Madriguera 12 Tipo= Múltiple</p>