



CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS

**DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS
ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP
SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES.**

PRESENTA

Fabián Alejandro Rubalcava Castillo

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS AGRONÓMICAS

TUTOR

Dr. Joaquín Sosa Ramírez

COMITÉ TUTORAL

Dr. José de Jesús Luna Ruiz

Dr. Vicente Díaz Núñez

M.C. Gilfredo de la Riva Hernández

Dr. Luis Ignacio Íñiguez Dávalos

Aguascalientes, Ags. Junio de 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Presente

Con fundamento en el artículo 175, apartado II del Reglamento General de Docencia, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta el Biól. **FABIÁN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO** denominado:

DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA

Como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias dentro del Programa de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, a partir de lo cual considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expresado, otorgo mi voto aprobatorio para la impresión de la tesis con el propósito de que se pueda continuar con los tramites correspondientes.

Se extiende la presente para los tramites administrativos necesarios para el interesado

Atentamente

Jesús María, Aguascalientes a 12 de Mayo del 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joaquín Sosa Ramírez', written over a horizontal line.

DR. JOAQUÍN SOSA RAMÍREZ
Tutor de Tesis



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

DR. RAUL ORTIZ MARTINEZ

DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS P R E S E N T E.

Por este conducto tengo a bien informarle que **FABIAN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO**, estudiante de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ha cumplido de manera satisfactoria el proceso de redacción, revisión y correcciones de su tesis titulada **“DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA”**.

Por lo anterior no tengo inconveniente en otorgar mi **VOTO APROBATORIO** para la impresión del documento y continuar con el proceso de titulación y programación del examen de grado.

A T E N T A M E N T E

Aguascalientes, Ags. a 16 de mayo de 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José de Jesús Luna Ruiz', written over a horizontal line.

DR. JOSÉ DE JESÚS LUNA RUIZ
TUTOR



Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Presente

Con fundamento en el artículo 175, apartado II del Reglamento General de Docencia, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta el Biol. **FABIÁN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO** denominado:

DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA

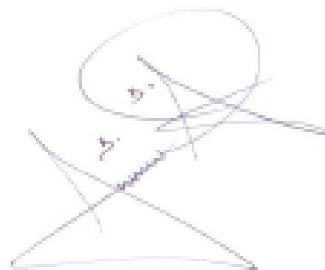
Como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias dentro del Programa de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias. Una vez analizado el documento, considero que el trabajo posee la calidad necesaria y cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expresado, me complace otorgar mi voto aprobatorio para la impresión de la tesis con el propósito de que se pueda continuar con los trámites correspondientes.

Se extiende la presente para los tramites administrativos necesarios para el interesado

Atentamente

Jesús María, Aguascalientes a 3 de Mayo del 2017



DR. VICENTE DÍAZ NÚÑEZ
Integrante del Comité Tutorial



Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Presente

Con fundamento en el artículo 175, apartado II del Reglamento General de Docencia, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta el Biól. **FABIÁN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO** denominado:

DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA

Como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias** dentro del Programa de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, a partir de lo cual considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expresado, otorgo mi voto aprobatorio para la impresión de la tesis con el propósito de que se pueda continuar con los tramites correspondientes.

Se extiende la presente para los tramites administrativos necesarios para el interesado

Atentamente
Aguascalientes, Ags. a 11 de Mayo del 2017



M. EN C. GILFREDO DE LA RIVA HERNÁNDEZ
Integrante del Comité Tutorial



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR
DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS NATURALES - IMECBIO

Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro de Ciencias Agropecuarias
Presente

Con fundamento en el artículo 175, apartado II del Reglamento General de Docencia, le comunico que he revisado el trabajo de tesis que presenta el Biól. **FABIÁN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO** denominado:

DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA

Como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias dentro del Programa de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, a partir de lo cual considero que el trabajo cumple con los requisitos para ser presentado y discutido en el examen de grado correspondiente.

Por lo anteriormente expresado, otorgo mi voto aprobatorio para la impresión de la tesis con el propósito de que se pueda continuar con los trámites correspondientes.

Se extiende la presente para los trámites administrativos necesarios para el interesado.

Atentamente
"Piensa y Trabaja"

Autlán, Jalisco, a 11 de mayo del 2017

DR. LUIS IGNACIO ÍÑIGUEZ DÁVALOS
Integrante del Comité Tutorial



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
CENTRO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS


OF. NO. CCA-D-11-15-101-17

Dra. en Admón. María del Carmen Martínez Serna
Directora General de Investigación y Posgrado
PRESENTE.

Por medio de la presente me permito comunicarle a usted que la tesis titulada "DISPERSIÓN POR ENDOZOOCORDIA Y ESTABLECIMIENTO DE DOS ESPECIES FORESTALES PIONERAS EN UN BOSQUE TEMPLADO DEL ANP SIERRA FRÍA", del alumno **FABIÁN ALEJANDRO RUBALCAVA CASTILLO**, egresado de la Maestría en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, respeta las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para su elaboración y su autor cuenta con el voto aprobatorio de su tutor y comité tutorial.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Jesús María, Ags., 17 de Mayo del 2017
"SE LUMEN PROFERRE"



Dr. Raúl Ortiz Martínez
Decano del Centro

c.c.p. Jefa del Departamento de Control Escolar
c.c.p. Sección de Certificados y Títulos
c.c.p. Secretario Técnico
c.c.p. Estudiante
c.c.p. Archivo

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de Aguascalientes** por los apoyos brindados durante la maestría.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca otorgada con el número **333793** durante todo el periodo de estudio.

A la Dirección de Redes Temáticas de CONACYT y al Proyecto Red de Áreas Naturales Protegidas RENANP-CONACYT por el intercambio de información y experiencias en trabajos de campo y laboratorio.

Al **Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara** por permitirme llevar a cabo la estancia de investigación

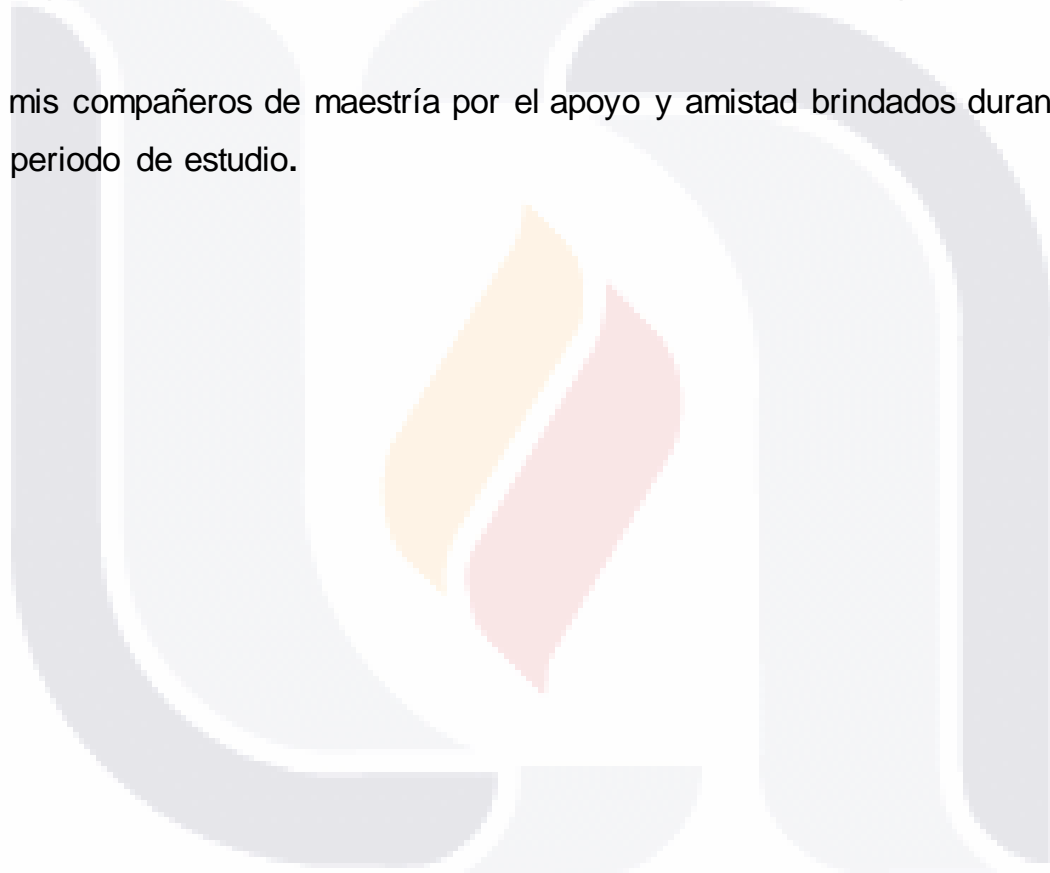
Al comité tutorial encabezado por el **Dr. Joaquín Sosa Ramírez** e integrado por el **Dr. José de Jesús Luna Ruiz**, **Dr. Vicente Díaz Núñez**, **M.C. Gilfredo de la Riva Hernández** y **Dr. Luis Ignacio Iñiguez Dávalos**, por todo el apoyo recibido, compromiso al proyecto de investigación y el tiempo que le dedicaron para atender cada necesidad, además de vehículos, equipos y personal para ir desarrollando el trabajo de campo y laboratorio.

A mi familia, en especial a mis padres **José Rubalcava López** y **María Cruz Castillo Pérez**, por todo el apoyo y comprensión que me dieron. También agradecerle con especial cariño y amor a mi novia **Diana Guadalupe Alcalá Sánchez** por su apoyo incondicional en toda situación, la confianza y ánimo durante este periodo de tesis.

Un agradecimiento especial al Ingeniero **Luis Alberto Hernández Gaytán de la Comisión Nacional Forestal** por el apoyo y amistad brindada durante el arduo trabajo de campo.

A la **Comisión Nacional Forestal** por la prestación de vehículos para el transporte a las áreas de estudio durante las salidas de campo.

A mis compañeros de maestría por el apoyo y amistad brindados durante todo el periodo de estudio.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
ÍNDICE DE CUADROS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	7
RESUMEN GENERAL	8
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I. EL PAPEL DE LA FAUNA COMO DISPERSORA Y LOS FACTORES DE DINÁMICA DEL PAISAJE EN UN BOSQUE DE CLIMA Templado.....	13
1.0 Introducción.....	13
1.1 Dinámica de bosques templados.....	14
1.2 La endozoocoria como factor que limita o favorece el establecimiento de las especies en un bosque templado de montaña.....	16
1.3 Dispersión y establecimiento de manzanita (<i>Arctostaphylos pungens</i>).....	18
1.4 Dispersión y establecimiento de táscate (<i>Juniperus deppeana</i>).....	19
1.5 Zoocoria	20
1.6 Endozoocoria.....	21
1.7 Mamíferos endozoocóricos	21
1.8 Dormancia y escarificación	23
Manzanita (<i>Arctostaphylos pungens</i>).....	23
Táscate (<i>Juniperus deppeana</i>).....	24
Escarificación.....	24
Manzanita.....	24
Táscate.....	25
1.9 Factores de dispersión en el establecimiento	25
1.10 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28
1.11 JUSTIFICACIÓN.....	29
1.12 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	31
1.13 BIBLIOGRAFÍA	32
CAPÍTULO II. PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE SEMILLAS DE MANZANITA (<i>Arctostaphylos pungens</i>) Y TÁSCATE (<i>Juniperus deppeana</i>) EN EXCRETAS DE	

ZORRA GRIS (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>), COYOTE (<i>Canis latrans</i>) Y OTROS MAMÍFEROS ENDOZOOCÓRICOS.....	40
RESUMEN.....	40
ABSTRACT.....	41
2.1 INTRODUCCIÓN.....	42
2.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
2.2.1 Ubicación del área de estudio.....	45
2.2.2 Colecta y búsqueda de excretas.....	46
2.2.3 Procesamiento de excretas y semillas.....	48
2.2.4 Identificación de semillas.....	48
2.2.5 Riqueza y abundancia de semillas.....	49
2.2.6 Análisis fenológico.....	50
2.5 RESULTADOS.....	53
2.5.1 Dispersores endozoocóricos de manzanita y táscate.....	53
2.5.2 Dispersión de semillas por estación del año.....	54
2.5.3 Distribución espacial de excretas.....	62
2.5.4 Tipo de superficie donde son depositadas las excretas.....	62
2.5.5 Análisis fenológico.....	64
2.6 DISCUSIÓN.....	68
2.7 CONCLUSIONES.....	72
2.8 BIBLIOGRFÍA.....	73
CAPÍTULO III. VIABILIDAD Y GERMINACIÓN ESTACIONAL EN SEMILLAS DE MANZANITA Y TÁSCATE CON ENDOZOOCORIA Y SIN ENDOZOOCORIA.....	76
RESUMEN.....	76
ABSTRACT.....	77
3.1 INTRODUCCIÓN.....	78
3.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	81
3.2.1 Prueba preliminar para determinar viabilidad de semillas.....	81
3.2.2 Semillas sin endozoocoria.....	83
3.2.3 Semillas con endozoocoria.....	83
3.2.4 Prueba de viabilidad con rayos X.....	83
3.2.6 Escarificación de manzanita y táscate.....	88

3.2.7 Organización de las muestras de semilla y diseño de las pruebas de viabilidad y germinación.....	91
3.3 RESULTADOS	93
3.3.1 Prueba preliminar para viabilidad por método de flotación y germinación	93
3.3.2 Viabilidad por rayos X.....	94
3.3.3 Prueba de germinación.....	98
3.4 DISCUSIÓN	101
3.5 CONCLUSIONES.....	106
3.6 BIBLIOGRAFÍA	107
CAPITULO IV. PATRÓN DE ESTABLECIMIENTO DE LA MANZANITA Y EL TÁSCATE EN MESA DEL ASERRADERO Y MESA DEL ÁGUILA EN EL ANP SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES.....	110
RESUMEN.....	110
ABSTRACT	111
4.1 INTRODUCCIÓN.....	112
4.2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	116
4.2.1 Estaciones de estudio.....	116
4.2.2 Inventarios fito-ecológicos.....	117
4.2.3 Análisis de composición florística	119
4.3 RESULTADOS	120
4.4 DISCUSIÓN	128
4.5 CONCLUSIONES	133
4.6 BIBLIOGRAFÍA	134
CAPITULO V CONCLUSIONES GENERALES DE LA TESIS	137
GLOSARIO	139
ANEXOS	147
Anexo A. Inventario fito-ecológico usado en campo.....	148
Anexo B. Registro de características ecológicas usado campo.	149
Anexo C. Registro para la composición florística usado en campo	151

ÍNDICE DE CUADROS

<hr style="border-top: 3px double black;"/>	
Cuadro 2.1 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el otoño de 2015.	54
Cuadro 2.2 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el invierno 2016.	55
Cuadro 2.3 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante la primavera 2016.	55
Cuadro 2.4 Presencia de semillas en excretas colectadas durante el verano 2016.	56
Cuadro 2.5 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el otoño 2016.	57
Cuadro 2.6 Abundancia de flores y frutos en dosel y suelo en árboles de manzanita durante las cuatro estaciones del año.	66
Cuadro 2.7 Abundancia de flores y frutos en dosel y suelo en árboles de táscate durante las cuatro estaciones del año.	67
Cuadro 3.1 Características de las muestras de semilla usadas para las pruebas de viabilidad y germinación.	91
Cuadro 3.2 Resultados preliminares de prueba de viabilidad por método de flotación.	93
Cuadro 3.3 Datos y resultados de las muestras en la prueba de germinación preliminar.	94
Cuadro 3.4 Prueba de Fisher para las semillas dispersadas por las diferentes especies contra las semillas de dosel por especie vegetal.	96
Cuadro 3.5 Pruebas de Dunnet y Fisher para los porcentajes de germinación de <i>Juniperus deppeana</i> ajustada a los 63 dds.	99
Cuadro 4.1 Matriz general de presencia y ausencia de los establecimientos en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila.	120
Cuadro 4.2 Matriz general de abundancia de las especies vegetales en los cuadrantes (1024 m ²) de alta y baja cobertura.	121
Cuadro 4.3 Análisis de correlación de Pearson y regresión lineal simple para el diámetro y altura al 95% de confiabilidad.	126
Cuadro 4.4 Análisis de composición florística en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila.	127
<hr style="border-top: 3px double black;"/>	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Árbol de la manzanita (<i>Arctostaphylos pungens</i>).....	19
Figura 1.2 Árbol y fruto del táscate (<i>Juniperus deppeana</i>).....	20
Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio en el ANP Sierra Fría en Aguascalientes y en el país.....	46
Figura 2.2 Bolsa de papel de estraza con muestra de excreta de zorra gris.....	47
Figura 2.3 Excretas de mamíferos endozoocóricos en cuadrante de baja cobertura 3 de Mesa del Águila sobre suelo desnudo. Lado izquierdo, excreta de zorra gris; lado derecho, excreta de coyote.....	47
Figura 2.4 Muestra de excreta de cacomixtle seca para su análisis.....	48
Figura 2.5 Uso del estereoscopio para la identificación y conteo de semillas.....	49
Figura 2.6 Semillas de táscate en estereoscopio.....	49
Figura 2.7 Árbol de manzanita No 2 en Mesa del Aserradero.....	50
Figura 2.8 Plano cartesiano imaginario en táscate para cálculo de abundancia de flores y frutos en dosel.....	51
Figura 2.9 Plano cartesiano imaginario para cálculo de abundancia de frutos en el suelo.....	51
Figura 2.10 Proporción de dispersión de excretas y semillas por especie animal.....	53
Figura 2.11 Dispersión de semillas y excretas por estaciones y especies dispersora.....	59
Figura 2.12 Dispersión de la manzanita y táscate por estación del año y dispersor.....	61
Figura 2.13 Distribución espacial de excretas en Mesa del Aserradero (parte inferior) y Mesa del Águila (parte superior).....	62
Figura 2.14 Tipo de superficie donde son depositadas las excretas.....	63
Figura 2.15 Dispersión de excretas por tipo de superficie, estación y dispersor.....	65
Figura 3.1 Prueba de viabilidad por flotación en semillas grandes y chicas de táscate.....	82
Figura 3.2. Cajas de Petri con semillas de táscate usadas en la prueba preliminar.....	82
Figura 3.3 Repeticiones de semillas de manzanita y táscate en incubadora.....	83
Figura 3.4 Aparato Faxitron X-Ray Corporation usado para el análisis de las semillas forestales.....	84
Figura 3.5 Colocación de semilla de referencia en el centro del aparato para la lectura.....	85

Figura 3.6 Placa usada para la lectura de semillas de táscate colocadas encima de una hoja de acetato. Solo se realiza la lectura dentro de las marcas en la esquina 86

Figura 3.7 Prueba de germinación en Caja de Petri con 25 semillas de manzanita 87

Figura 3.8 Cajas de Petri con división y semillas de táscate de dos excretas..... 88

Figura 3.9 Frascos con semillas de manzanita escarificadas con ácido sulfúrico al 98%. . 89

Figura 3.10 Caja de Petri con semillas de manzanita. Izquierda semillas escarificadas con ácido, “E”. Derecha semillas sin escarificar, tomadas directamente del dosel, “Sin E”. 89

Figura 3.11 Escarificación de semillas de táscate con agua caliente en baño María. 90

Figura 3.12 Caja de Petri con semillas de táscate. Izquierda semillas escarificadas con baño María, “E”. Derecha semillas sin escarificar “Sin E”. 90

Figura 3.13 Imagen de rayos X de semillas de táscate provenientes de las excretas 69 y 6. 97

Figura 3.14 Imagen de rayos X de semillas de táscate provenientes del dosel en Monte Grande, ANP Sierra Fría. 98

Figura 3.15 Medias de los porcentajes de germinación de semillas de dosel y diferentes dispersores en el número de día de su primera semilla germinada. 100

Figura 4.1 Cuadrante 2 de baja cobertura en Mesa del Aserradero, ANP Sierra Fría. 116

Figura 4.2 Distribución de los 12 cuadrantes marcados con un punto rojo en Mesa del Águila (parte superior del mapa) y Mesa del Aserradero (parte inferior del mapa). 117

Figura 4.3 Arbusto maduro establecido de manzanita en Mesa del Aserradero. 118

Figura 4.4 Dinámica general de la manzanita y táscate de acuerdo a las categorías de diámetro basal..... 122

Figura 4.5 Dinámica general de la manzanita, táscate y otras especies por área de estudio y cobertura vegetal de acuerdo a las categorías de diámetro basal 124

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Ac.	Ácido	NOM	Norma Oficial Mexicana
ANP	Área Natural Protegida	O	Oeste
cm	Centímetro	P	Valor de significancia
col.	Colaboradores	r	Índice de correlación
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	R²	Índice de regresión
dds	Días después de la siembra	s	Segundo
DQ	Eficacia del dispersor	SEDESO	Secretaría de Desarrollo Social
et al.	Y colaboradores	Std.Err.	Error estándar
g	Gramos	x	Multiplicación
ha	Hectárea	%	Porcentaje
hr.	Horas	'	Minuto
HUAA	Herbario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes	"	Segundo
H₂SO₄	Ácido Sulfúrico	°C	Grados Celsius
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	>	Mayor
km	Kilómetro	≤	Menor o igual
km²	Kilómetro cuadrado	α	Coficiente de significancia
Kv	Kilovatio	\bar{x}	Media aritmética /Promedio
L	Litro	∅	Diámetro
m	Metro		
ml	Mililitro		
mm	Milímetro		
N	Norte/ Número de muestra		

RESUMEN GENERAL

En esta tesis se abordan temas relacionados con la dispersión y el establecimiento de dos especies forestales: la manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y el táscate (*Juniperus deppeana*). La dispersión se realiza principalmente a través de dos dispersores animales: la zorra gris y el coyote, aunque se analizan también otros mamíferos endozoocóricos. Se plantearon tres objetivos: (1) Examinar la presencia, abundancia y distribución espacial de semillas de manzanita y táscate en excretas de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) y otros mamíferos endozoocóricos durante las cuatro estaciones del año; (2) Identificar el porcentaje de viabilidad y germinación en semillas de manzanita y táscate con endozoocoria y sin endozoocoria; y (3) Identificar el patrón de establecimiento de la manzanita y el táscate en dos sitios de la Sierra Fría, Ags. (Mesa del Aserradero y Mesa del Águila). De acuerdo al orden de los objetivos se plantearon tres hipótesis: (1) Las semillas de manzanita y táscate son dispersadas a través de las excretas de zorra gris, coyote y otros mamíferos y la abundancia de semillas en la excreta se incrementará en la época de mayor oferta de frutos. (2) El tránsito de las semillas de manzanita y táscate a través de los tractos digestivos de zorra gris, coyote y otros mamíferos producirá un mayor porcentaje y velocidad de germinación. (3) Los sitios con baja cobertura vegetal muestran mayor número de excretas y plántulas establecidas de manzanita y táscate. En el capítulo I se presentan algunos antecedentes y una revisión bibliográfica sobre endozoocoria y sus posibles efectos en la dinámica del paisaje y el establecimiento de algunas especies en ambientes bajo diferentes niveles de perturbación. En el capítulo II se aborda el primer objetivo de la tesis que consistió en analizar la dispersión estacional (presencia y abundancia) y espacial de semillas de manzanita y táscate por la zorra gris, el coyote y otros mamíferos en las Mesas del Aserradero y del Águila. Se colectaron y etiquetaron excretas con información según el tipo de superficie donde fueron encontradas y se procesaron para su análisis. Además se elaboró un registro fenológico estacional de flores y frutos de manzanita y táscate durante las cuatro estaciones del año. Los resultados mostraron un total de 5270 semillas de manzanita, 635 de táscate y 79 de otras especies dispersadas en excretas de zorra gris, coyote, cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y gato montés (*Lynx rufus*). De ellas, el 30% apareció en sitios con alta cobertura y 70% en sitios de baja cobertura; 34% de excretas con semillas apareció sobre suelo desnudo, 54% en roca, 9% fuera del camino en suelo, y 3% sobre estrato herbáceo. Las excretas en suelo

desnudo y roca se localizaron principalmente sobre los caminos (88%). Las semillas fueron dispersadas principalmente por la zorra gris en sitios de baja cobertura (<50% del dosel) y se reporta al gato montés como un dispersor indirecto. El análisis fenológico mostró que la abundancia de semillas en excretas varía con la estación del año. El Capítulo III aborda el segundo objetivo, que consistió en determinar el porcentaje de viabilidad y germinación de semillas de manzanita y táscate provenientes de excretas (con endozoocoria) y del dosel (sin endozoocoria). La viabilidad de semillas de excretas y del dosel (control) se determinó por rayos X y densitometría óptica. La escarificación de semillas se realizó con ácido sulfúrico en manzanita y con agua caliente en táscate y posteriormente se monitoreó la germinación en cámara a 25 °C durante 63 días. Las semillas de manzanita contenidas en excretas de zorra gris y coyote presentaron 43 y 45.2% de viabilidad, en táscate respectivamente. La zorra gris fue el único dispersor con alta significancia subiendo sus porcentajes con respecto a las demás especies dispersoras. En dosel, las semillas de táscate presentaron barrenaciones por insectos en el 38.6% ocasionando que estas ya no fueran viables, mientras que las de manzanita la viabilidad fue del 100%. En germinación, se obtuvieron bajos porcentajes para táscate (no hubo germinación en manzanita en excretas ni en semillas de dosel): zorra gris= 0.74%, coyote= 10%, cacomixtle= 0%, gato montés= 12.5%. Sin embargo el gato montés es el que obtuvo el mayor valor (12.5%) a pesar de no ser tomado como un dispersor por su calidad de carnívoro, seguido del coyote. Para las semillas de dosel se tomaron en cuenta aquellas sin escarificar obteniendo 3.5% de germinación. Los objetivos anteriores nos dieron el panorama del tiempo en que las semillas están dispersadas, sin embargo se tiene un tiempo pasado donde estas especies pioneras ya están establecidas por lo que en el capítulo IV el objetivo fue identificar el patrón de establecimiento de la manzanita y el táscate en los dos sitios de estudio, Mesa del Aserradero (MAs) y Mesa del Águila (MAg). Se instalaron 12 cuadrantes con alta (51-100%) y baja (0-50%) cobertura, seis para MAs y seis para MAg. En cada cuadrante se realizaron inventarios fito-ecológicos y de composición florística. Se realizó un análisis de correlación de Pearson y uno de regresión lineal simple para determinar la relación entre los diámetros basales de plántulas de manzanita y táscate en cada cuadrante y sus alturas, como elementos de la estructura de la vegetación. De manera general existe un mayor número de ejemplares de táscate (492), los de categoría 5 (>4.1 cm de diámetro) son los más abundantes. En MAg se presentaron más individuos de manzanita relacionados con incendios, mientras que en El Águila hubo más individuos de táscate y de otras especies.

Los índices de correlación ($R^2=0.05$) mostraron que hay una relación mayor entre los diámetros y alturas en las coberturas altas y una mayor relación en MAs El análisis de composición florística nos mostró que la manzanita y el táscate estuvieron presentes en todos los cuadrantes de ambas mesas. Una estimación de las edades nos indicó que la mayoría de los ejemplares presentan edades de aproximadamente entre 40 y 80 años.



ABSTRACT

This thesis deals with issues related to the dispersal and establishment of two forest species: manzanita (*Arctostaphylos pungens*) and táscate (*Juniperus deppeana*). The dispersion is carried out mainly through two animal dispersers: the gray fox and the coyote, although other endozoocortical mammals are also analyzed. Three objectives were considered: (1) To examine the presence, abundance and spatial distribution of manzanita and táscate seeds in scats of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) and other endozoocortical mammals during the four seasons of the year; (2) To identify the percentage of viability and germination in manzanita and táscate seeds with endozoochory and without endozoochory; And (3) To identify the establishment pattern of manzanita and táscate in two sites of the Sierra Fría, Ags. (Mesa del Aserradero and Mesa del Águila). According to the order of the objectives, three hypotheses were made: (1) Manzanita and táscate seeds are dispersed through the scats of gray fox, coyote and other mammals and the abundance of seeds in the scat will increase in the greater supply of fruits. (2) The transit of manzanita and táscate seeds through the digestive tracts of gray fox, coyote and other mammals will produce a greater percentage and speed of germination (3) Sites with low vegetation cover show a greater number of scats and established seedlings of manzanita and táscate. Chapter I presents some background and a literature review on endozoochory and its possible effects on the dynamics of the landscape and the establishment of some species in environments under different levels of disturbance. In Chapter II, the first objective of the thesis was to analyze the seasonal dispersion (presence and abundance) and spatial distribution of manzanita and táscate seeds by the gray fox, coyote and other mammals in the Mesas del Aserradero and the Águila. Scats were collected and labeled with information according to the type of surface where they were found and processed for analysis. In addition, a seasonal phenological record of flowers and fruits of manzanita and táscate was elaborated during the four seasons of the year. The results showed a total of 5270 seeds of manzanita, 635 of táscate and 79 of other species dispersed in scats of gray fox, coyote, cacomixtle (*Bassariscus astutus*) and wildcat (*Lynx rufus*). Of these, 30% appeared in sites with high coverage and 70% in sites with low coverage; 34 % of scats with seeds appeared on bare soil, 54% on rock, 9% out of the way on soil, and 3% on herbaceous stratum. Scats in bare soil and rock were located mainly on the roads (88%). Seeds were dispersed mainly by the gray fox in low coverage sites (<50% of the canopy) and reported that the wildcat

was an indirect disperser. The phenological analysis showed that the abundance of seeds in scats varies with the season of the year. Chapter III addresses the second objective, which consists of determining the percentage of viability and germination of manzanita and táscate seeds from scats (with endozoochory) and from the canopy (without endozoochory). The viability of seeds in scats and canopy seeds (control) was determined by X-ray and optical densitometry. Seed scarification was carried out with sulfuric acid in manzanita and with hot water in the táscate and germination in the chamber was monitored at 25 °C for 63 days. Manzanita seeds contained in scats of gray fox and coyote presented 43 and 45.2% of viability, respectively. The gray fox was the only disperser with high significance increasing its percentages with respect to the other dispersing species. In the canopy, 38.6% of the táscate seeds presented drillings by insects causing these to no longer be viable, while the viability of the manzanita was 100%. In germination, low percentages were obtained for táscate (there was no germination in manzanita in scats or in canopy seeds): gray fox=0.74%, coyote=10%, cacomixtle= 0%, wildcat = 12.5%. However, the wildcat is the one that obtained the highest value (12.5%) despite not being taken as a disperser because of its carnivorous quality, followed by the coyote. For canopy seeds, uncured seeds were used, obtaining 3.5% germination. The previous objectives gave us a visual of the time in which the seeds were dispersed. Nevertheless, in the past there were these pioneering species already established so in chapter IV the objective was to identify the establishment pattern of the manzanita and the táscate in the two study sites, Mesa del Aserradero (MAs) and Mesa del Águila (MAg). We installed 12 quadrants with high (51-100%) and low (0-50%) coverage, six for MAs and six for MAg. In each quadrant, phyto-ecological and floristic composition inventories were carried out. A Pearson correlation analysis and a simple linear regression analysis were performed to determine the relationship between the basal diameters of manzanita and táscate seedlings in each quadrant and their heights as elements of the vegetation structure. In general, there is a greater number of táscate specimens (492), those of category 5 (> 4.1 cm in diameter) are the most abundant. In MAg, more exemplars of manzanita related to fires were presented, while in El Águila there were more of táscate and of other species. The correlation indices ($R^2=0.05$) showed that there is a greater relationship between diameters and heights in the high coverages and a higher relation in MAs. The analysis of floristic composition showed that manzanita and táscate were present in all the quadrants of both mesas. An estimate of the ages indicated that the majority of the exemplars' present ages are approximately between 40 and 80 years.

CAPÍTULO I.

EL PAPEL DE LA FAUNA COMO DISPERSORA Y LOS FACTORES DE DINÁMICA DEL PAISAJE EN UN BOSQUE DE CLIMA TEMPLADO

1.0 Introducción

La dinámica de los paisajes, entendida como la trayectoria que sigue un sistema ecológico después de un disturbio, en la que cambia la disponibilidad de recursos y el reciclaje de los nutrientes (Pickett y White, 1985), está estrechamente relacionada con la respuesta de las comunidades naturales en relación al tipo, intensidad y magnitud del disturbio (Calderón-Aguilera *et al.*, 2012). No obstante el papel que juegan los disturbios en el rejuvenecimiento de los ecosistemas, existen algunas incógnitas respecto al papel que juegan los dispersores animales en el establecimiento de las especies pioneras de acuerdo a la sucesión ecológica (Guariguata y Pinard, 1998). Una posible respuesta a la pregunta de si la fauna es uno de los factores en el transporte de vegetación pionera que colonizan y causan la regeneración?, es la dispersión de semillas a través de las especies animales. Para ello, se han realizado varios estudios analizando la dispersión de semillas por medio de las especies animales (zoocoria), particularmente a través de las excretas (endozoocoria) como uno de los mecanismos importantes para la expansión y distribución de especies vegetales. En México, varios autores han estudiado el papel de la fauna como agentes de dispersión para las especies vegetales. Entre los trabajos más recientes se encuentra el de Villalobos-Escalante *et al.* (2014), que realizaron un estudio sobre la dieta de la zorra gris y la contribución que tiene en la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca. También se ha estudiado el coyote como dispersor en el trabajo de Monroy *et al.* (2003), donde analizan su dieta y abundancia relativa de esta especie, para detallar el potencial que tiene como dispersor de semillas. Así también se tiene un trabajo de tesis por Villalobos-Escalante (2011) con la zorra gris de nueva cuenta señalando el aporte que tiene como dispersor en un jardín botánico de Oaxaca. Aguilar-Sánchez (2011), realizó un trabajo de tesis para verificar si la zorra gris es un legítimo dispersor de semillas en la Sierra de Quila, Jalisco, concluyendo que tiene la importancia para la dispersión de las diferentes especies vegetales en esta región.

En Aguascalientes, los bosques que alberga la Sierra Fría han sido ampliamente estudiados en el aspecto biológico y ecológico; sin embargo, son pocos los estudios que refieren el papel de la fauna en el reclutamiento de las especies forestales. Por ejemplo, Márquez-Olivas (2002) analizó la dieta del tecolote moteado (*Strix occidentalis*), en tanto que Márquez-Olivas *et al.* (2005) lo hicieron para el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*) como una posible respuesta a la amplia distribución de la población de *Juniperus deppeana*. No obstante, aún se desconoce cuáles son las principales fuentes dispersoras de las especies consideradas como pioneras en la Sierra Fría, como lo son la manzanita (*Arctostaphylos spp.*) y el táscate (*J. deppeana*), por lo que se planteó analizar por separado el efecto y la importancia de la zorra gris y el coyote, así como otros mamíferos, en la dispersión de semillas, e identificar el impacto que tienen en el establecimiento y dinámica de bosques, debido a que en los últimos años se ha visto un aumento en la distribución y abundancia de especies pioneras en el área. Estos cambios son referentes al incremento de la manzanita y el táscate con respecto a las poblaciones vegetales que ya se encontraban anteriormente; por ello es de importancia conocer si la dispersión de sus semillas por medio de las excretas de los mamíferos está provocando el éxito en el establecimiento, ya que estas especies son pioneras e indicadoras de disturbio en el área.

1.1 Dinámica de bosques templados

Los ecosistemas forestales son valiosos por los bienes y servicios ecosistémicos que proporcionan (Turner, 2010). Sin embargo, las actividades humanas y los procesos naturales han cambiado significativamente las características de estos ecosistemas en la tierra (Foley *et al.*, 2005).

Debido a lo anterior, las perturbaciones/alteraciones naturales y las provocadas por el ser humano modifican la estructura de los bosques de una manera única, ocasionando cambios en el tamaño, la composición y distribución de las reservas de carbono forestal y transferencia de carbono a la atmósfera (Lorenz y Lal, 2010). Los factores antrópicos más importantes son: los incendios forestales y el cambio de uso del suelo; Escribano-Ávila *et al.* (2015) hacen referencia a las implicaciones que tiene el cambio de uso de suelo en las comunidades vegetales y animales, ya que esta actividad es uno de los motores de cambio climático más importantes a escala global (Sala *et al.*, 2000) y los efectos negativos como

consecuencias de la intensificación en los usos del suelo como la pérdida de biodiversidad, fragmentación y destrucción de hábitat (World Resources, 2005). Dentro del cambio del uso de suelo están las actividades para fines agrícolas, siendo las más comunes y que generalmente resultan en la alteración o la eliminación de la estructura del bosque, matando o eliminando todos los árboles (Franklin *et al.*, 2007), esto se ve reflejado en la reducción de la cobertura terrestre del dosel de los árboles (Mascorro *et al.*, 2014). Así bien, Ramírez-Marcial *et al.* (2001) encontraron que el pastoreo y pisoteo reduce la humedad del suelo, aumentando la probabilidad de incendios durante la estación seca y reduciendo la capacidad del bosque para regenerarse debido a una mayor mortalidad de plántulas.

Por otro lado, el bosque templado mexicano presenta un patrón de distribución muy fragmentada, ocasionada por las altas tasas de deforestación, prácticas agrícolas mal realizadas y la ganadería de animales domésticos (Luna *et al.*, 2000). No solo en México, sino en todos los ecosistemas del planeta, la fragmentación junto con la reducción en superficie y la perturbación han aumentado recientemente a un ritmo alarmante, así como la ocupación humana; la deforestación ha producido la erosión y disminución de la fertilidad del suelo durante miles de años (Mascorro *et al.*, 2014). Por ejemplo, en los últimos 8,000 años, cerca del 45% de la superficie terrestre ha experimentado una transformación de bosques a un uso diferente, entre ellos la agricultura, pastoreo y espacios urbanos. A través de los procesos de deforestación y cambios de uso del suelo, anualmente se emiten a la atmósfera cerca de 1.7 billones de toneladas métricas de CO², uno de los gases precursores del calentamiento global (Biodiversity and Climate Change, 2007; Sosa-Ramírez *et al.*, sometido).

Los bosques están compuestos por comunidades naturales que se encuentran en constante cambio (Oliver y Larson, 1996) debido a factores tanto naturales como inducidos. Por lo tanto, la dinámica se refiere a las modificaciones naturales y de eventos atípicos que suceden a través del tiempo en la composición y estructura de las masas forestales (Brassard y Chen, 2010), por lo que los disturbios influyen de manera importante en la conservación de los bosques naturales (Trigueros-Bañuelos *et al.*, 2014). Esto lleva a especular que las etapas del clímax son relativamente estables o están en equilibrio ecológico, pero son poco frecuentes en la naturaleza, ya que las alteraciones climáticas y las perturbaciones transforman de forma gradual los ecosistemas, lo que interrumpe, apresura o cambia el curso de la sucesión de las especies (Woods, 2000). Por esta razón, la identificación y análisis de algunos de los procesos ecológicos complejos, cambios

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

naturales y antrópicos, así como los sucesos atípicos requieren de investigaciones sobre las comunidades que integran los ecosistemas (Sheil *et al.*, 2000).

Algunos ejemplos de perturbaciones naturales son la incidencia del fuego, erupciones volcánicas, aparición de plagas y enfermedades y un tema recientemente abordado, la aparición de especies exóticas e invasoras (Von Holle, 2007). La introducción de especies exóticas han atraído especial atención (Krivánek y Pyšek, 2006) debido a su potencial para alterar la vegetación en áreas extensas (Serbesoff-King, 2003) o en ecosistemas amenazados (Tassin *et al.*, 2006). Debido a que las plántulas de especies leñosas generalmente sufren un alto riesgo de mortalidad, un tiempo que relativamente es a corto plazo determina el proceso demográfico de plántulas principalmente para su establecimiento. De esta manera, estudios anteriores han indicado que las plántulas se ven afectadas por diversos factores del micro-medio ambiente, tales como la apertura del dosel (Gray y Spies, 1997), microtopografía, la cantidad de acumulación de hojarasca (Molofsky y Augspurger, 1992), la densidad o la distancia del árbol parental (Janzen, 1970) y las condiciones de luz disponible (Hirayama y Sakimoto, 2005). Por lo tanto, la evaluación de la importancia de tales factores demográficos potenciales y factores biológicos como la fauna encargada de la dispersión de plántulas llevaría a la detección precisa de sitios seguros para el establecimiento de especies (Shibata y Nakashizuka, 1995).

1.2 La endozoocoria como factor que limita o favorece el establecimiento de las especies en un bosque templado de montaña

La germinación, el crecimiento y la supervivencia de plántulas son algunos de los procesos limitantes en la regeneración de los bosques (Harper, 1977) y están estrechamente vinculados a la dispersión de semillas, pues proporcionan filtros ambientales e interacciones bióticas que actúan para determinar el establecimiento, los patrones espaciales de las poblaciones de plantas (Nathan y Muller-Landau, 2000), el flujo de genes y la estructura genética (Bacles *et al.*, 2006; García y Grivet, 2011). Dentro de los diferentes mecanismos de dispersión de semillas se encuentran las especies endozoócoras que por lo general atraen a grupos diversos de frugívoros que generan una gama completa de patrones de dispersión de acuerdo con su comportamiento, morfología y fisiología (Jordano y Schupp, 2000; Schupp *et al.*, 2010).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Los rasgos de comportamiento de los frugívoros, las estrategias de forrajeo (Chávez-Ramírez y Slack, 1994; Morales *et al.*, 2012) y el uso intensivo del hábitat (Karubian *et al.*, 2010; Rodríguez-Pérez *et al.*, 2012) determinan en gran medida los patrones de deposición no aleatorios de la vegetación en microhábitats a través del paisaje (Clark *et al.*, 2005; Russo *et al.*, 2006). Los rasgos morfológicos de los animales como el ancho del hocico abierto (Rey *et al.*, 1997), la longitud del intestino y el tamaño del cuerpo también son importantes para la dispersión de semillas. Por ejemplo, un cuerpo de tamaño más grande está relacionado con un tiempo mayor de retención de semilla en el intestino, ya que normalmente promueve una dispersión a más larga distancia (Spiegel y Nathan, 2007; Figuerola *et al.*, 2010), patrones de deposición más agrupados (Howe, 1989) y baja capacidad de germinación de semillas debido a daños por enzimas (Cypher y Cypher, 1999; Traveset y Verdú, 2002) o una mejora en el tiempo y porcentaje de germinación.

Algunas características fisiológicas de los organismos frugívoros determinan el llamado componente cualitativo de la dispersión de semillas (Schupp *et al.*, 2010), que describe la eficacia o calidad de cada dispersor (DQ) en términos de probabilidad de reclutamiento; tiene dos subcomponentes: (1) la calidad del tratamiento de una semilla que se le da en el hocico y el intestino, que influye en la rotura de latencia de las semillas y germinación; y (2) la calidad de la deposición de semillas determinada por el patrón de deposición de aglutinación de dispersores e idoneidad del microhábitat para la supervivencia de las semillas, su germinación y posterior supervivencia y crecimiento. Por otro lado, el tamaño de la semilla también es importante en términos de la dinámica de reclutamiento (Galetti *et al.*, 2013), ya que, las semillas más pequeñas podrían tener una desventaja espacial y competitivamente en ambientes menos adecuados, tales como los campos con perturbaciones pasadas de recién colonización (Escribano-Ávila *et al.*, 2013).

Es importante señalar que el mantenimiento de los diversos conjuntos de dispersión han sido recientemente relacionados con la resistencia del ecosistema (García y Martínez, 2012), especialmente en los casos en los que diferentes dispersores prestan un servicio similar al interactuar con las especies vegetales (Escribano-Ávila *et al.*, 2013). Esto sugeriría que la capacidad de resiliencia de un ecosistema depende no sólo de la diversidad de las especies, sino también de la relación entre la diversidad de esas y la funcionalidad de la dispersión (Naeem *et al.*, 1994; Jonsson *et al.*, 2002; Pockock *et al.*, 2012).

Algunos estudios realizados en la Sierra Fría muestran que aunque el área se ha fragmentado en los últimos 80 años, algunos tipos de vegetación han incrementado en su cobertura (Chapa-Bezanilla *et al.*, 2008) y que la recuperación se ha acentuado durante las últimas tres décadas (Díaz-Núñez *et al.*, 2016); no obstante, aunque algunos parches han sido colonizados por poblaciones de táscate (*J. deppeana*) y manzanita (*A. pungens*) estas no han desplazado rodales de otros tipos de vegetación (Díaz-Núñez *et al.*, 2016); sin embargo, es importante conocer los factores que promueven el establecimiento de las especies mencionadas para estimar el tiempo de recuperación de este sistema ecológico e incorporar estrategias de restauración pasiva o activa de acuerdo a la escalera de restauración propuesta por Chazdón (2008).

1.3 Dispersión y establecimiento de manzanita (*Arctostaphylos pungens*)

Se distribuye del sur de los Estados Unidos hasta el sur de México en los estados de Veracruz y Oaxaca en muchos tipos de vegetación (Diggs, 1995). Es una especie leñosa, perenne, usualmente de 0.5 a 3 m de altura, ramificada desde la base, de corteza color café rojizo a rojo-púrpura y exfoliante (la corteza externa se abre y se despega como una hoja de papel) (Márquez-Linares *et al.*, 2006). Puede florecer durante todo el año, pero lo hace masivamente al final del invierno, y en ocasiones, dependiendo de la abundancia de lluvias, a principios de verano. Esta especie es polinizada principalmente por abejas, aunque se ha observado también a dípteros y lepidópteros (Márquez-Linares, 2004). La planta puede reproducirse vegetativamente a partir de ramas que se entierran, pero este tipo de reproducción no es común (Márquez-Linares *et al.*, 2006). Es una planta adaptada a incendios y prospera en lugares donde éstos con frecuencia han destruido los encinares (Rzedowski, 1978). En cuanto al fruto, es una drupa globosa deprimida, lisa, de aproximadamente 5 a 8 (máximo 11) mm, es carnosa y comestible, que madura al final de la primavera o a finales del verano y cuando lo hace es de color amarillo, pero este color se torna rápidamente a café rojizo. Los frutos permanecen entre uno y dos meses en la planta, después caen al suelo en donde pueden ser arrastrados por la escorrentía superficial, formar abundantes bancos de semillas bajo la planta madre o ser consumidos por osos (Herrera-González, 2002), coyotes, zorras, conejos, roedores, guajolotes silvestres (Rumble y Anderson, 1996) e incluso por hormigas (Figura 1.1).

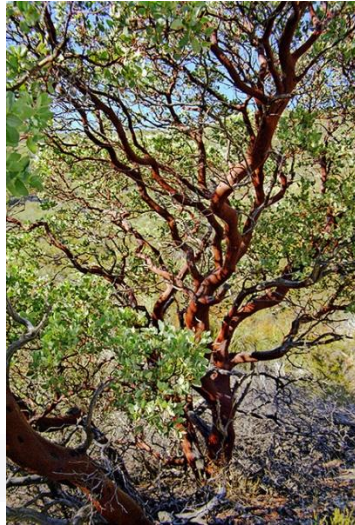


Figura 1.1 Árbol de la manzanita (*Arctostaphylos pungens*)

1.4 Dispersión y establecimiento de táscate (*Juniperus deppeana*)

Es un arbusto o árbol pequeño de 3 a 10 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro normal de 20 a 50 cm (Batis *et al.*, 1999) y hasta más de 1 m (Bautista-Cruz, 1991). Esta especie es de crecimiento lento (Batis *et al.*, 1999) y nativo de los Estados Unidos de América y de México. Florece de febrero a marzo y fructifica de agosto a octubre a partir del segundo año de edad (Young y Young, 1992). Se encuentra distribuido en Aguascalientes y varios estados de la república (Batis *et al.*, 1999) y puede crecer en una gran variedad de suelos, incluso en los originados por rocas calcáreas. Puede llegar a establecerse tanto en laderas, lomeríos y pendientes (McVaugh, 1992); también crece en llanos y partes bajas de la Sierra Madre Oriental (Bautista-Cruz, 1991). Es tolerante a suelos alcalinos y pobres, así como a suelos compactados y pedregosos (Batis *et al.*, 1999). Es una planta del grupo de las gimnospermas que produce gábulos, los cuales funcionalmente se despliegan sobre las copas de las plantas como frutos carnosos, homologando a las angiospermas. Los frutos de algunas especies de *Juniperus* en Europa y en el sur de los Estados Unidos de América son consumidos por aves y mamíferos frugívoros (Livingston, 1972; Schupp *et al.*, 1997). Es una especie dioica que ocupa el segundo lugar en distribución en México, pues habita desde ambientes templados hasta semiáridos (Martínez, 1963) (Figura 1.2).



Figura 1.2 Árbol y fruto del táscate (*Juniperus deppeana*)

Estas especies pioneras (manzanita y táscate) tienen la capacidad de colonizar nuevas áreas y generar una conectividad entre los parches donde la vegetación es escasa en el bosque templado. Recientemente muchos estudios se han centrado en la importancia de la conectividad del hábitat que proporciona un elemento esencial en la vinculación funcional entre parches de un hábitat de poblaciones y metapoblaciones. De aquí que la conectividad del hábitat se define como el grado en que el patrón espacial del paisaje facilita el movimiento de los organismos dentro de ella (Taylor *et al.*, 1993; Tischendorf y Fahrig, 2000), así como de las características específicas de dispersión de las especies de interés (Tischendorf y Fahrig, 2000).

1.5 Zoocoria

Además del viento como dispersor natural (anemocoria), tanto la manzanita como el táscate podrían ser dispersadas a través de la fauna, pues se ha documentado que esta tiene la capacidad de trasladar las semillas de especies vegetales mediante la ingesta de las mismas. Es probable que el incremento de estas dos especies vegetales en áreas descubiertas de vegetación sean elementos importantes en el proceso de sucesión, siendo especies pioneras que facilitan el establecimiento de especies maduras proporcionando ventanas de oportunidad (Keeley *et al.*, 1999) que les permitan establecerse, aunque no es clara la forma en que estas logran colonizar los sitios, sin embargo existen mecanismos

aún no estudiados en esta área en los cuales la fauna tiene un papel importante en la dispersión de semillas y la germinación de diferentes especies vegetales.

1.6 Endozoocoria

Los mecanismos de dispersión son una parte esencial en la distribución natural de las especies vegetales, en la movilización y en el intercambio de material genético dentro y fuera de las poblaciones (Rocas, 1982). La dispersión es un proceso activo y dinámico de transporte que tiende a ubicar la unidad de dispersión en sitios seguros desde el punto de vista físico y competitivo (De Noir, 2002) y en numerosas especies de plantas se alcanza con el proceso de endozoocoria en el que las plantas producen los frutos carnosos nutritivos que son consumidos por los animales y que defecan más adelante las semillas (Cypher y Cypher, 1999). El vertebrado frugívoro representa el comienzo de la dispersión primaria para los propágulos de muchas plantas (Montiel, 2000), sin embargo los estudios por frugivoría raramente vinculan la actividad de estos vertebrados que actúan como dispersores primarios, con el destino final de las semillas dispersadas (Ponce-Santizo, 2006).

Los animales que dispersan semillas y afectan la capacidad de la germinación son considerados legítimos dispersores de semillas (Silverstein, 2005) y se reconoce que los carnívoros consumen grandes cantidades de frutos, retienen las semillas en el tracto digestivo por largos periodos de tiempo y recorren áreas extensas, llegando así a ser un factor importante en el transporte y movimiento de las semillas (Cypher y Cypher, 1999). Las interacciones planta-dispersor son, por tanto, cruciales para la dinámica de las comunidades vegetales (Nathan y Muller-Landau, 2000; Levin *et al.*, 2003; Levine y Murrell, 2003), especialmente en escenarios donde se ha producido el cambio ambiental (Lundberg y Moberg, 2003; Montoya *et al.*, 2008).

1.7 Mamíferos endozoocóricos

Tradicionalmente, los mamíferos terrestres no han sido considerados como dispersores importantes en comparación con otros grupos como las aves o los murciélagos (Herrera,

1989; Willson, 1993). Sin embargo, recientes estudios muestran que en el contexto ecológico de campos abandonados, así como en otras áreas degradadas con similares características, son los mamíferos terrestres frugívoros los principales responsables en la dispersión de las semillas (Perea *et al.*, 2013; Suárez-Esteban *et al.*, 2013; Escribano-Ávila *et al.*, 2014). Esto se relaciona con una serie de rasgos morfológicos y de comportamiento que hace de los mamíferos frugívoros, especialmente de los carnívoros (en sentido taxonómico) dispersores especialmente efectivos en estos ambientes (Schupp *et al.*, 2010).

De acuerdo a lo anterior, muchos mamíferos del Orden Carnivora son oportunistas que consumen principalmente roedores y lagomorfos pero pueden llegar a diversificar su dieta con aves, artrópodos, peces, reptiles y cantidades considerables de frutos debido a que su alimentación varía espacial y temporalmente en función de la disponibilidad de alimento, a consecuencia de la estacionalidad del año (Zúñiga *et al.*, 2008). Algunos pueden actuar de manera ocasional como agentes dispersores ya que sus altos requerimientos energéticos los obligan a consumir grandes cantidades de materia vegetal, específicamente frutos (Godínez-Álvarez *et al.*, 2002), afectando la ecología de las plantas y mostrando que el consumo de frutos está fuertemente influenciado por la estacionalidad (Campos y Ojeda, 1997). Lo anterior debido a que inciden en la distribución espacial de las semillas y afectan la velocidad de germinación a causa del paso a través del tracto digestivo (Silverstein, 2005). Por esta razón, es de importancia el análisis de la dieta de especies potencialmente dispersoras para determinar la cantidad de semillas que son consumidas. Así bien, el análisis de la dieta ha sido uno de los aspectos más abordados en estudios sobre carnívoros, dando mayor énfasis al coyote, zorra, mapache y algunos felinos (Delibes y Hiraldo, 1987). Estos estudios nos ayudan a comprender las relaciones tróficas del ecosistema dando aproximaciones de los impactos que se pueden estar produciendo en las poblaciones de las especies vegetales o animales que las consumen (Korschgen, 1969).

Las especies carnívoras son un elemento indispensable del gremio de dispersión de muchas especies de plantas en ambientes altamente antropizados, ya que normalmente dispersan más semillas que otras alianzas que promueven la recuperación de los ecosistemas naturales (Lopez-Bao y González-Varo, 2011; Escribano-Ávila *et al.*, 2012; Perea *et al.*, 2013). Sus patrones de dispersión tienen la capacidad de aumentar el tamaño de la población, mejorar la conectividad del ecosistema y el flujo de genes a través del paisaje que es benéfico en poblaciones de baja densidad donde el aislamiento podría

causar consanguinidad o inhibir el éxito reproductivo de las especies incompatibles debido a la limitación del polen (Bacles *et al.*, 2006). Por lo tanto, el patrón de dispersión realizado por este grupo simula una práctica de restauración pasiva basada en la plantación de árboles pioneros o grupos (islotos de bosques) que actúan como un detonante para la actividad de un conjunto complejo de dispersores en las tierras deforestadas (Lamb *et al.*, 2005; Benayas *et al.*, 2008). Lo anterior termina por ser una ventaja excepcional que los carnívoros producen y lo hacen de forma constante en el paisaje (Escribano-Ávila *et al.*, 2013).

1.8 Dormancia y escarificación

La dormancia es una detención en el desarrollo de los embriones de las semillas, brotes, o esporas bajo condiciones adecuadas para el crecimiento y se expresa antes de la emergencia de la radícula de semillas (Taylorson y Hendricks, 1977). El rompimiento de la dormancia de semillas puede estar controlado por factores internos o externos. En el primer caso se relaciona con la maduración de la semilla, ya sea antes de que ésta sea dispersada o posterior a su dispersión (postmaduración). En el segundo caso se relaciona con aspectos físicos, como la impermeabilidad de la testa, que impide que el embrión entre en contacto con el agua, la luz o el oxígeno, principales detonantes del desarrollo del embrión (Pearson *et al.*, 1999).

Manzanita (*Arctostaphylos pungens*)

De acuerdo con Márquez-Linares (2004), La semilla de la manzanita presenta un tipo de dormancia físico puesto que a través de una escarificación mecánica el 34% de las semillas germinaron. Este tipo de dormición es característico de especies con semillas de cubierta dura y se produce por la impermeabilidad de la testa al agua o a los gases atmosféricos (Pearson *et al.*, 1999).

Es probable que la temperatura producida por los incendios, así como los productos derivados de éstos sean necesarios para romper la dormición y disparar su germinación, ya que sus semillas no germinan en condiciones de humedad y temperatura normales (Márquez-Linares, 2004). No obstante, el mismo autor menciona que aún no es claro el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

papel del fuego en la germinación y establecimiento de la manzanita, pues en temperaturas altas se inhibe la germinación de la semilla, posiblemente por la muerte del embrión (Márquez-Linares *et al.*, 2005).

Táscate (*Juniperus deppeana*)

Las semillas del género *Juniperus* presentan latencia o dormancia fisiológica (Young y Young, 1992).

Escarificación

La escarificación es una técnica utilizada para abrir/debilitar la cutícula o estructura externa de las semillas, de esta manera la radícula podrá abrirse paso entre la misma para producir la germinación adecuada.

Manzanita

La escarificación de la semilla de esta especie puede ser por diferentes mecanismos. Márquez-Linares (2004) realizó diferentes métodos para romper la dormancia de estas semillas. Los diferentes tipos de métodos fueron:

Escarificación para simular el efecto de temperaturas de incendios. Esta consiste en sumergir en agua caliente las semillas a las temperaturas indicadas durante 10 minutos. Las condiciones de incubación de las semillas son: en sombra a temperatura ambiente y colocadas al sol por 3 horas en la mañana y luego en sombra y a temperatura ambiente.

Escarificación de temperatura seca donde se usa un horno con control de temperatura durante un minuto en una mufla con temperatura controlada, ya que, estas temperaturas son aproximadas a las que se alcanzan a varios cm bajo la hojarasca durante un incendio de baja intensidad.

Escarificación con hojarasca, donde se ponen las semillas a un incendio superficial simulado colocando las semillas bajo una capa de hojarasca de manzanita de 4 y 2 cm de profundidad.

Escarificación con bajas temperaturas que consiste en almacenar las semillas durante 40 días a 4°C para simular el efecto del invierno en la maduración del embrión

Escarificación por fauna la cual se lleva a cabo por medio de los ácidos contenidos en los estómagos de los mismos y que al ponerse en contacto con la semilla, pueden romper la testa. Este método se lleva a cabo a través de la colecta de excretas de la fauna y someter las semillas contenidas a germinar.

Además de los métodos realizados por este autor, existe el método del ácido clorhídrico, el cual se usa también para romper la dormancia de la semilla.

Táscate

Vázquez-Yanes *et al.* (1999) mencionan en primer término que las semillas se deben estratificar en frío a 5°C por 30 a 120 días (lo común son 60 días). En segundo término se escarifican, se enjuagan las semillas con agua caliente y se remojan por seis horas.

Zamora-Serrano *et al.* (2012) usaron varios métodos para la escarificación del táscate:

Estratificación en frío a 5°C por dos meses

Estratificación en frío a 5°C por un mes

Secado de semilla al sol por 15 días por 8 horas, remojo y secado 4 veces, más inmersión en ácido giberélico por 2 días

Inmersión en ácido sulfúrico (100%) por dos horas

1.9 Factores de dispersión en el establecimiento

Los procesos de dispersión de semillas determinan el establecimiento de la planta y pueden ayudar a explicar los patrones espaciales de las plantas y los mecanismos de regeneración del bosque (Howe y Smallwood, 1982; Nathan y Muller-Landau, 2000). Así bien, existen varios factores abióticos y bióticos que se han asociado con diferentes sistemas de dispersión en los bosques (Correa *et al.*, 2015). Dentro de los factores bióticos encontramos a los dispersores animales que son clave en la configuración de las comunidades vegetales,

ampliando poblaciones existentes, fundando nuevas poblaciones y la creación de un banco de semillas disponibles en el suelo (Venable y Brown, 1993; Schupp y Fuentes, 1995). Por lo tanto, es tan indispensable el rol de los dispersores de semillas por medio de la fauna que son considerados uno de los primeros arquitectos paisajistas porque determinan la diversidad, abundancia y distribución espacial de los bancos de semillas disponibles para establecer comunidades de plantas (Herrera, 1985).

De la misma manera, los mamíferos carnívoros y grandes omnívoros (mamíferos en adelante) se consideran potenciales dispersores de semillas de plantas de frutos carnosos en los hábitats mediterráneos (Herrera, 1989; Jordano *et al.*, 2007). Como se mencionó con anterioridad, los mamíferos tienen grandes áreas de distribución y de alto tiempo de retención en el intestino, que permiten a los mamíferos frugívoros ser vectores clave para la dispersión a larga distancia (Otani, 2002; Jordano *et al.*, 2007), sin embargo, el paso del fruto a través del tracto gastrointestinal de los animales puede tener un efecto benéfico, perjudicial o neutro en las semillas (Murray *et al.*, 1994). Estos eventos de dispersión de larga distancia determinan la capacidad de colonización y la expansión de las poblaciones de plantas a diferentes hábitats (Cain *et al.*, 2000; Nathan, 2006).

Así mismo, las especies dispersadas por animales no forman un grupo funcional homogéneo y pueden contener especies con una capacidad distinta como resultado de la fenología de fructificación, el rendimiento de frutos, tamaño, valor nutricional, el olor y color (Wunderle, 1997). De la gran diversidad de especies vegetales que pueden ser dispersadas por la fauna se encuentran las pioneras y para poder establecerse se requiere de varios factores específicos y la llegada de árboles pioneros de nuevas tierras abandonadas en particular es la fase más crítica (Debussche y Lepart, 1992; Duncan y Chapman, 1999), ya que los frugívoros especializados suelen evitar zonas abiertas sin la disponibilidad de frutos.

Como se ha mencionado con anterioridad, la dispersión de semillas de muchas especies de árboles y arbustos se realiza mediante una gran variedad de animales que se alimentan de frutas y regurgitan o defecan las semillas intactas (Howe y Smallwood, 1982), por lo tanto, el uso particular de microhábitats específicos y elementos del paisaje por parte de la fauna, tales como sitios para dormir, reproducción, caza y refugio, determina los patrones de deposición de semillas (Russo *et al.*, 2006), lo que afecta en gran medida la probabilidad de reclutamiento de semillas dispersadas (Escribano-Ávila *et al.*, 2014). Sin embargo, a pesar de su importancia, la estimación de la eficacia de la dispersión de semillas

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

ha sido un tema pobremente abordado y sigue siendo un objetivo difícil de alcanzar (Howe y Miriti, 2004).

Escribano-Ávila *et al.*, (2013) mencionan que la adaptación de un microhábitat para la germinación y supervivencia temprana de una planta que es dispersada por la fauna depende de su selección, manipulación y el efecto del pasaje que sufren las semillas a través del intestino de los animales antes de que lleguen al sitio determinado. Otro factor a tener en cuenta es la densidad de semillas en las heces ya que, un elevado número de semillas de diversas especies dispersas en la misma excreta aumenta la competencia una vez que han emergido las plántulas, lo que reduce las probabilidades de reclutamiento (Matias *et al.*, 2010).

Es relevante tener en cuenta los diferentes factores antes mencionados para determinar el establecimiento de una planta a través de la fauna, (sin mencionar que también tienen que presentarse condiciones climáticas adecuadas para que la semilla logre germinar) debido a que esta tiene la capacidad de catalizar la regeneración de la superficie plantada de restauración forestal y se sugiere que el potencial para atraer animales dispersores de semillas sea un criterio clave en la selección de las especies de árboles para proyectos de restauración forestal (Gorne-Viani *et al.*, 2015). Por esta razón, es que la extinción o grave declive de fauna endozoocórica comprometería significativamente la dinámica de regeneración, mientras que el mantenimiento de estas especies puede favorecer la recuperación del ecosistema proporcionando resistencia a las perturbaciones antrópicas (Escribano-Ávila *et al.*, 2014).

Específicamente, los mamíferos endozoocóricos dispersan aún más semillas en hábitats degradados (plantaciones, campos agrícolas abandonados y matorrales post fuego). Tanto el pequeño tamaño como la proximidad espacial de los parches permiten a los mamíferos explorar todas las unidades de paisaje debido la amplia Área de Actividad y al uso flexible de los diferentes tipos de hábitat, por lo tanto están manteniendo firmemente el movimiento de semillas entre unidades de paisaje, favoreciendo el transporte de los bosques y matorrales (Matias *et al.*, 2010). Así también, el tamaño corporal del mamífero determina en parte la cantidad de semillas movilizadas en cada evento de dispersión (semillas consumidas y depositadas) y generalmente, para una misma especie vegetal, a mayor tamaño corporal del dispersor mayor cantidad de semillas habrá en cada deposición (Howe, 1986).

1.10 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir del conocimiento de que hay mamíferos endozoocóricos como la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coyote (*Canis latrans*) y otros, además de la distribución que tienen en el estado, relacionándolo con el establecimiento (Haas y Kuser, 2003) de especies indicadoras de disturbio como la manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y el táscate (*Juniperus deppeana*) es que surge la pregunta de cuál es el mecanismo por el cual estas especies están colonizando nuevos sitios. En la Sierra Fría, se tienen estudios particularmente en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila que confirman el cambio de una vegetación a estas especies colonizadoras (Díaz-Núñez *et al.*, 2016).

Debido al incremento de estas especies vegetales, existe la necesidad de determinar si el factor de la dispersión de semillas por medio de estos mamíferos es una de las causas del establecimiento de la manzanita y táscate, ya que no solo existe este mecanismo por el cual las semillas pueden dispersarse y establecerse en un área sino que existen otros más (Zhou *et al.*, 2013). Sin embargo, por las características de los frutos de estas especies vegetales, el único mecanismo por el cual podrían dispersarse a larga distancia es mediante las especies animales (zoocoria). Por ello, el punto primordial de la problemática relacionada con los factores anteriores es sin duda la posible regeneración de los sitios o parches perturbados en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila, ya que existen sitios donde se observa una sucesión primaria observando que la colonización inicial es causada por estas especies vegetales pioneras. De esta manera surge la principal incógnita a contestar: ¿Es posible la regeneración de estos sitios de manera pasiva por medio de las especies pioneras que podrían arribar a estos sitios por medio de la fauna?

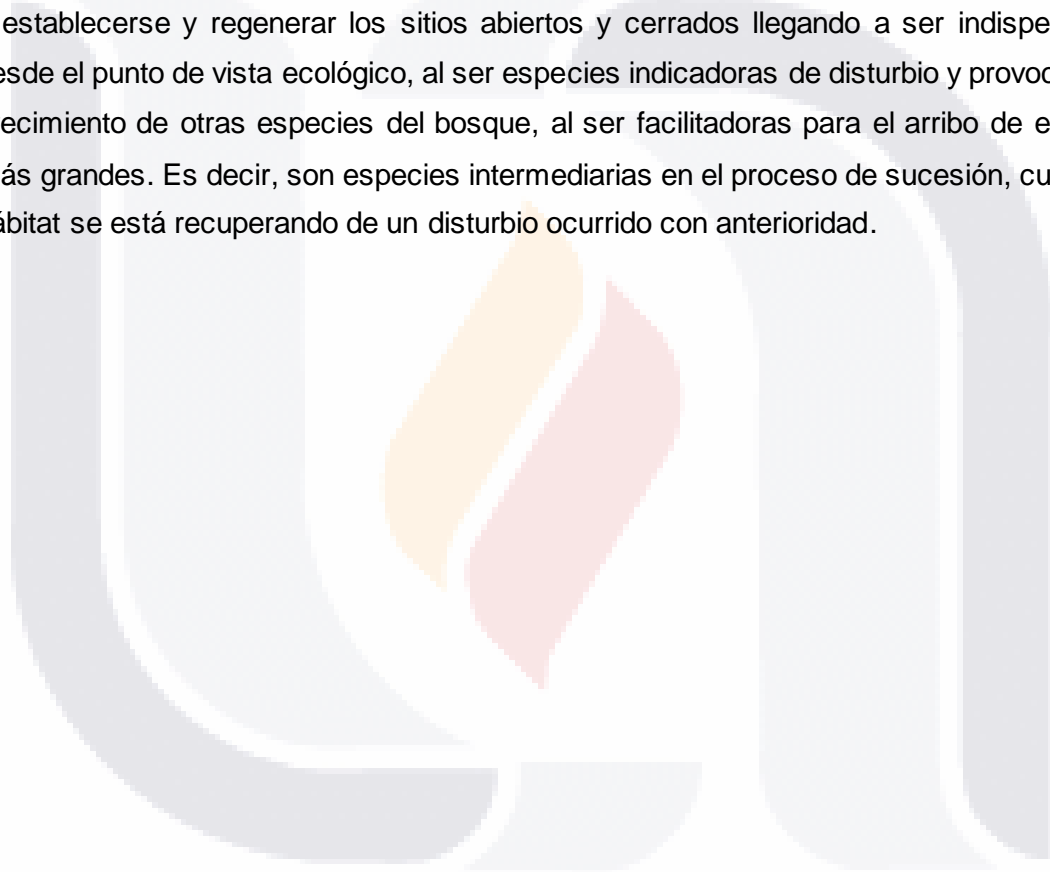
1.11 JUSTIFICACIÓN

En nuestro país aún no existe tradición por realizar un manejo sustentable de las Áreas Naturales Protegidas dentro de un programa integral de manejo de recursos naturales. Son contadas las experiencias que documentan logros significativos en este renglón y la regla general es el desconocimiento de los recursos que posee el ecosistema como la fauna, así como su exterminio generalizado (Monroy *et al.*, 2003). Así bien, para evaluar el papel del consumidor de frutos y su posible impacto en el establecimiento de las plantas, es importante conocer sus hábitos de deposición y su efecto sobre las semillas que consume (Aguilar-Sánchez, 2011), ya que no solo inciden en la distribución espacial de las semillas sino que también afectan la velocidad de germinación a causa del paso por el tracto digestivo; no obstante, el papel de los mamíferos carnívoros como agentes dispersores ha sido poco estudiado (Silverstein, 2005) y para el caso particular de esta ANP no se tiene ningún trabajo relacionado con la dispersión de semillas por especies de mamíferos nativos del lugar, particularmente de zorra gris y coyote.

Es importante tener un estudio que permita conocer el papel que tienen estas dos especies animales y otras que pudieran ser potenciales en el área como dispersoras de semillas para el establecimiento de plántulas y así generar información que contribuya a elaborar un plan de manejo que considere la conservación de la fauna y al mismo tiempo asegure la dispersión y proliferación de la flora del lugar, ya que el número de semillas que se logran dispersar por este mecanismo puede ser ecológicamente significativo para el establecimiento de las plantas (Traveset *et al.*, 2014). Cabe mencionar que es de gran importancia relacionar la dispersión de las semillas con el establecimiento de la manzanita y el táscate, debido a que hoy en día estas especies han tenido una amplia distribución y abundancia en la Sierra Fría provocando una recuperación pasiva en parches con un disturbio en un tiempo pasado, por lo cual la aparición de estas especies está relacionada con los disturbios ocurridos en la Sierra Fría durante el periodo comprendido entre 1920 y 1940 (Minnich *et al.*, 1994), siendo pioneras en la recuperación de la cubierta vegetal, de aquí la importancia de conocer el mecanismo por el cual han llegado a tener éxito en sus establecimientos con rapidez y eficacia.

Considerando que el ANP no ha puesto en acción los planes de manejo establecidos (Sosa-Ramírez *et al.*, 2014) y que la conservación de la biodiversidad es una de las

demandas señaladas para conformar las ANP (CONANP, 2015), es que el territorio comprendido en este rango altitudinal podría ser considerado como el área prioritaria para la conservación en este ecosistema. Por lo tanto, se pretende realizar un trabajo integrado que aborde el aspecto de la dispersión de semillas de manzanita y táscate por medio de la endozoocoria y su relación con el establecimiento de estas especies vegetales, ya que como sugiere Díaz-Núñez *et al.* (2012) en la Sierra Fría la relación especie-ambiente es determinante en la distribución espacial de la vegetación. Por lo mismo, es importante conocer el rol de los mamíferos en el mecanismo por el cual estas especies vegetales llegan a establecerse y regenerar los sitios abiertos y cerrados llegando a ser indispensables desde el punto de vista ecológico, al ser especies indicadoras de disturbio y provocando el crecimiento de otras especies del bosque, al ser facilitadoras para el arribo de especies más grandes. Es decir, son especies intermediarias en el proceso de sucesión, cuando un hábitat se está recuperando de un disturbio ocurrido con anterioridad.



1.12 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general

Analizar la dispersión de semillas por zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) y otros mamíferos endozoocóricos y los patrones de establecimiento de 2 especies pioneras (*Arctostaphylos pungens* y *Juniperus deppeana*) en un bosque templado del ANP Sierra Fría.

Objetivos específicos

1. Examinar la presencia, abundancia y distribución espacial de semillas de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y táscate (*Juniperus deppeana*) en excretas de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) y otros mamíferos endozoocóricos durante las cuatro estaciones del año.
2. Identificar el porcentaje de viabilidad y germinación en semillas de manzanita y táscate con endozoocoria y sin endozoocoria.
3. Identificar el patrón de establecimiento de la manzanita y el táscate en dos sitios de la Sierra Fría, Aqs. (Mesa del Aserradero y Mesa del Águila).

Hipótesis de investigación

1. Las semillas de manzanita (*Arctostaphylos pungens*) y táscate (*Juniperus deppeana*) son dispersadas a través de las excretas de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) y otros mamíferos endozoocóricos y la abundancia de semillas en la excreta se incrementará en la época de mayor oferta de frutos.
2. El tránsito de las semillas de manzanita y táscate a través de los tractos digestivos de zorra gris, coyote y otros mamíferos endozoocóricos producirá un mayor porcentaje y velocidad de germinación.
3. Los sitios con baja cobertura vegetal muestran mayor número de excretas y plántulas establecidas de manzanita y táscate.

1.13 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Sánchez, M. L. 2011. Dieta de la zorra gris: ¿Es legítimo dispersor de las semillas que consume en sierra de Quila, Jalisco. México: Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara.
- Bacles, C. F. E., Lowe, A. J. y Ennos, R. A. 2006. Effective seed dispersal across a fragmented landscape. *Science*, 311 (5761), 628-628 pp. doi:10.1126/science.1121543.
- Batis, A., Alcocer, M. I., Gual, M., Sánchez, C. y Vázquez-Yáñez., C. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosas para la Restauración Ecológica y la Reforestación. México, D.F.: Instituto de Ecología, UNAM - Conabio.
- Bautista-Cruz, N. 1991. Pruebas de germinación, supervivencia y desarrollo en vivero de *Juniperus deppeana* var. *deppeana*. Tesis Profesional (Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques). División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.
- Benayas, J. M. R., Bullock, J. M. y Newton, A. C. 2008. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329-336 pp. doi:10.1890/070057.
- Biodiversity and Climate Change. 2007. Convention on Biological diversity International day for Biological diversity. 48 p. On Line <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-en.pdf>. Consultada en 2017.
- Brassard, B. W. y Chen, H. Y. 2010. Stand structure and composition dynamics of boreal mixed wood forest: Implications for forest management. Sustainable Forest Management Network. Edmonton, AB. Canada., 19 p. http://www.ales.ualberta.ca/forestry/Sustainable_Forest_Management/Publications/~media/DAB972E3B2A7446D9B9F78B2ABD99A90.ashx.
- Cain, M. L., Milligan, B. G. y Strand, A. E. 2000. Long-distance seed dispersal in plant populations. *American Journal of Botany*, 87(9), 1217-1227 pp.
- Calderon-Aguilera L. E., Víctor H. Rivera-Monroy, Luciana Porter-Bolland, Angelina Martínez-Yrizar, Lydia Ladah, Miguel Martínez-Ramos, Javier Alcocer, Ana Luisa Santiago-Pérez, Héctor A. Hernandez-Arana, Víctor M. Reyes-Gómez, Diego R. Pérez-Salicrup, Vicente Díaz-Nuñez, Joaquín Sosa-Ramírez, Jorge Herrera-Silveira, and Alberto Búrquez, 2012. An Assessment of Natural and Human Disturbance Effects on Mexican Ecosystems: Current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation*. Vol 20(1). ISSN 0960-3115.
- Campos, C. y Ojeda, R. 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments*, 707-714 pp. doi:10.1006/jare.1996.0196.
- Chapa-Bezanilla, D., Sosa Ramírez, J. y de Alba Ávila, A. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y bosques*, 14, 37-51.
- Chávez Ramírez, F. y Slack, R. D. 1994. effects of avian foraging and post-foraging behavior on seed dispersal patterns of ashe juniper. *Oikos*, 71(1), 40-46 pp. doi:10.2307/3546170.
- Chazdón, R. L. 2008. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458-1460. doi:10.1126/science.1155365.

- Clark, C. J., Poulsen, J. R., Bolker, B. M., Connor, E. F. y Parker, V. T. 2005. Comparative seed shadows of bird-, monkey-, and wind-dispersed trees. *Ecology*, 86(10), 2684-2694 pp. doi:10.1890/04-1325.
- CONANP. (22 de Marzo de 2015). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Obtenido de Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas: <http://www.conanp.gob.mx>.
- Correa, D., Álvarez, E. y Stevenson, P. 2015. Plant dispersal systems in Neotropical forests: availability of dispersal agents or availability of resources for constructing zoochorous fruits?. *Global Ecology and Biogeography*, 203–214 pp. doi:10.1111/geb.12248.
- Cypher, B. y Cypher, E. 1999. Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *The American Midland Naturalist.*, 71-76 pp. doi:[http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031\(1999\)142\[0071:GROTSI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031(1999)142[0071:GROTSI]2.0.CO;2).
- De Noir, F. A. 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. ISSN: 0328-0543. *Revista de Ciencias Forestales*, 140-150 pp.
- Debussche, M. y Lepart, J. 1992. Establishment of woody-plants in mediterranean old fields - opportunity in space and time. *Landscape Ecology*, 6(3), 133-145 pp.
- Delibes, M. y Hiraldo, F. 1987. Food habits of the bobcat in two habits of the Southern Chihuahua Desert. *The Southernwester Naturalist*, 457-461 pp. URL: <http://www.jstor.org/stable/3671478>.
- Díaz-Núñez, V., J. Sosa-Ramírez y D. R. Pérez-Salicrup. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. ISSN 1405-2768. *Publibotánica*, 99-126 pp.
- Díaz-Núñez, V., J. Sosa-Ramírez y D. R. Pérez-Salicrup. 2016. Vegetation patch dynamics and tree diversity in a diverse conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical Science*. Vol. 94 (2): 229-240 pp.
- Diggs, G. M. 1995. *Arctostaphylos* Adanson, In: J. L. Luteyn (Ed.). *Ericaceae Part II. The superior-ovaryed genera*. *Flora Neotropica Monograph*, 133-145 pp.
- Duncan, R. S. y Chapman, C. A. 1999. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications*, 9(3), 998-1008 pp. doi:10.2307/2641345.
- Escribano-Ávila, G., Calvino-Cancela, M., Pías, B., Virgos, E., Valladares, F. y Escudero, A. 2014. Diverse guilds provide complementary dispersal services in a woodland expansion process after land abandonment. *Journal of Applied Ecology*, 51(6), 1701-1711 pp. doi:10.1111/1365-2664.12340.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Escudero, A. y Virgós, E. 2015. Importancia ecológica de los mamíferos frugívoros en la dinámica de regeneración de campos abandonados en ambientes mediterráneos. *Asociación Española de Ecología Terrestre.*, 24(3), 35-42 pp. doi:10.7818/ECOS.2015.24-3.06.
- Escribano-Avila, G., Pías, B., Sanz-Perez, V., Virgos, E., Escudero, A. y Valladares, F. 2013. Spanish juniper gain expansion opportunities by counting on a functionally diverse dispersal assemblage community. *Ecology and Evolution*, 3(11), 3751-3763 pp. doi:10.1002/ece3.753.
- Escribano-Ávila, G., Sanz-Perez, V., Pías, B., Virgos, E., Escudero, A. y Valladares, F. 2012. Colonization of Abandoned Land by *Juniperus thurifera* Is Mediated by the Interaction of a Diverse Dispersal Assemblage and Environmental Heterogeneity. *Plos One*, 7(10). doi:10.1371/journal.pone.0046993.

- Figuerola, J., Charalambidou, I., Santamaria, L., y Green, A. J. 2010. Internal dispersal of seeds by waterfowl: effect of seed size on gut passage time and germination patterns. *Naturwissenschaften*, 97(6), 555-565 pp. doi:10.1007/s00114-010-0671-1.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R. y Snyder, P. K. 2005. Global consequences of land use. doi:10.1126/science.1111772. *Science*, 570–574 pp.
- Franklin, J. F., Mitchell, R. J. y Palik, B. 2007. Natural disturbance and stand development principles for ecological forestry. USDA for Serv N Res. US Department of Agriculture, Forest service, Northern research station. <http://courses.washington.edu/esrm315/pdfs/Franklinetal2007.pdf>. Obtenido de USDA for Serv N Res. US Department of Agriculture, Forest service, Northern research station. <http://courses.washington.edu/esrm315/pdfs/Franklinetal2007.pdf>.
- Galetti, M., Guevara, R., Cortes, M. C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A. B. y Jordano, P. 2013. Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. *Science*, 340(6136), 1086-1090 pp. doi:10.1126/science.1233774.
- García, C. y Grivet, D. 2011. Molecular insights into seed dispersal mutualisms driving plant population recruitment. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 37(6), 632-640 pp. doi:10.1016/j.actao.2011.04.009.
- García, D. y Martínez, D. 2012. Species richness matters for the quality of ecosystem services: a test using seed dispersal by frugivorous birds. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 279(1740), 3106-3113 pp. doi:10.1098/rspb.2012.0175.
- Godínez-Álvarez, H., Valiente-Banuet, A. I. y Rojas-Martínez, A. 2002. The role of seed dispersers in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. ISSN: 0012-9658. *Ecology*, 2617-2629 pp.
- Gorne-Viani, R. A., Vidas, N. B., Pardi, M. M., Vasquez Castro, D. C., Gusson, E. y Brancalion, P. H. S. 2015. Animal-dispersed pioneer trees enhance the early regeneration in Atlantic Forest restoration plantations. *Natureza & Conservacao*, 13(1), 41-46 pp. doi:10.1016/j.ncon.2015.03.005.
- Gray, A. N. y Spies, T. A. 1997. Microsite controls on tree seedling establishment in conifer forest canopy gaps. *Ecology*, 2458–2473 pp. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[2458:MCOTSE\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[2458:MCOTSE]2.0.CO;2).
- Guariguata, M. R. y A. Pinard, M. 1998. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: Implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management*, 112(1–2), 87-99. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00318-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00318-1).
- Haas, M. J. y Kuser, J. E. 2003. Establishment of *Chamaecyparis thyoides* on an Extremely Low-Nutrient Sandy Site on the Atlantic Coastal Plain, U.S.A. *Restoration Ecology*, 231-238 pp. doi:10.1046/j.1526-100X.2003.00106.x.
- Harper, J. 1977. *Population biology of plants*. London: Academic press.
- Herrera, C. M. 1985. Determinants of plant-animal coevolution the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos*, 44(1), 132-141 pp. doi:10.2307/3544054.
- Herrera, C. M. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed mediterranean habitats. *Oikos*, 55(2), 250-262 pp. doi:10.2307/3565429.
- Herrera-González, D. E. 2002. Aporte nutricional del ecosistema de maderas del Carmen, Coahuila, para el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). Tesis M.C. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N. L., 81 p.
- Hirayama, K. y Sakimoto, M. 2005. Seedling demography and establishment of *Cryptomeria japonica* in a cool-temperate, old-growth, conifer hardwood forest in the snowy

- region of Japan. *Journal of Forest Research*, 67–71 pp. doi:10.1007/s10310-004-0104-0.
- Howe, H. F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. *Seed dispersal*, 123-189 pp.
- Howe, H. F. 1989. Scatter-dispersal and clump-dispersal and seedling demography - hypothesis and implications. *Oecologia*, 79(3), 417-426 pp. doi:10.1007/bf00384323.
- Howe, H. F. y Miriti, M. N. 2004. When seed dispersal matters. *Bioscience*, 54(7), 651-660 pp. doi:10.1641/0006-3568(2004)054[0651:wsdm]2.0.co;2.
- Howe, H. F. y Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228 pp. doi:10.1146/annurev.es.13.110182.001221.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 501–528 pp. doi:10.1086/282687.
- Jonsson, M., Dangles, O., Malmqvist, B. y Guerold, F. 2002. Simulating species loss following perturbation: assessing the effects on process rates. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 269(1495), 1047-1052 pp. doi:10.1098/rspb.2002.1979.
- Jordano, P. y Schupp, E. W. 2000. Seed disperser effectiveness: The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, 70(4), 591-615 pp. doi:10.1890/0012-9615(2000)070[0591:sdetqc]2.0.co;2.
- Jordano, P., Garcia, C., Godoy, J. A. y Garcia-Castano, J. L. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(9), 3278-3282 pp. doi:10.1073/pnas.0606793104.
- Karubian, J., Sork, V. L., Roorda, T., Duraes, R. y Smith, T. B. 2010. Destination-based seed dispersal homogenizes genetic structure of a tropical palm. *Molecular Ecology*, 19(8), 1745-1753 pp. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04600.x.
- Keeley, J.E., M. Keeley, and W.J. Bond. 1999. Stem demography and post-fire recruitment of a resprouting serotinous conifer. *Journal of Vegetation Science* 10: 69-76.
- Korschgen, L. J. 1969. Procedure for food-habits analyses. *The wildlife Investigational Techniques.*, 233-250 pp.
- Krivánek, M. y Pyšek, P. 2006. Predicting invasions by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe). *Diversity and Distributions*, 319–327pp. doi:10.1111/j.1366-9516.2006.00249.x.
- Lamb, D., Erskine, P. D. y Parrotta, J. A. 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310(5754), 1628-1632 pp. doi:10.1126/science.1111773.
- Levin, S. A., Muller-Landau, H. C., Nathan, R. y Chave, J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: A theoretical perspective. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34, 575-604 pp. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132428.
- Levine, J. M. y Murrell, D. J. 2003. The community-level consequences of seed dispersal patterns. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34, 549-574 pp. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132400.
- Livingston, R. B. 1972. Influence of Birds, Stones and Soil on the Establishment of Pasture Juniper, *Juniperus Communis*, and Red Cedar, *J. Virginiana* in New England Pastures. *Ecology*, 53(6), 1141-1147 pp. doi:10.2307/1935427.
- Lopez-Bao, J. V. y González-Varo, J. P. 2011. Frugivory and Spatial Patterns of Seed Deposition by Carnivorous Mammals in Anthropogenic Landscapes: A Multi-Scale Approach. *Plos One*, 6(1). doi:10.1371/journal.pone.0014569.

- Lorenz , K. y Lal , R. 2010. Effects of disturbance, succession and management on carbon sequestration. Carbon sequestration in forest ecosystems. Springer, Berlin, 103–157 pp. doi:10.1007/978-90-481-3266-9_3.
- Luna , I., Alcántara , O., Morrone , J. J. y Espinosa , D. 2000. Track analysis and conservation priorities in the cloud forests of Hidalgo, Mexico. Diversity Distribut, 137–143 pp. doi:10.1046/j.1472-4642.2000.00079.x.
- Lundberg, J. y Moberg, F. 2003. Mobile link organisms and ecosystem functioning: Implications for ecosystem resilience and management. Ecosystems, 6(1), 87-98 pp. doi:10.1007/s10021-002-0150-4.
- Márquez-Linares, M. A. 2004. Distribución, germinación y estructura de poblaciones de *Arctostaphylos pungens* y su relación con el fuego en Durango, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Nuevo León, México.
- Márquez-Linares, M. A., Jurado, E. y González, C. L. 2005. Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* Hbk., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. Madera y Bosques, 11(2), 35-48.
- Márquez-Linares, M. A., Jurado, E. y González-Elizondo, S. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. ISSN 1405-9177. CIENCIA UANL, 57-64 pp.
- Márquez Olivas, M. 2002. Determinación de la dieta del tecolote moteado mexicano (*Strix occidentalis lucida*) en Sierra Fría, Aguascalientes. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 73 (2), 205-211.
- Márquez Olivas, M., García Moya, E., González-Rebeles Islas, C. y Tarango Arámbula, L. A. 2005. Composición de la dieta del guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo mexicana*, Gould, 1856) reintroducido en “Sierra Fría”, Aguascalientes, México. Veterinaria México, 36(4), 395-409.
- Martínez, M. 1963. Las pináceas mexicanas: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mascorro, V. S., Coops, N. C., Kurz, W. A. y Olguín, M. 2014. Attributing changes in land cover using independent disturbance datasets: a case study of the Yucatán Peninsula, Mexico. Reg Environ Change. doi:10.1007/s10113-014-0739-0.
- Matias, L., Zamora, R., Mendoza, I. y Hodar, J. A. 2010. Seed Dispersal Patterns by Large Frugivorous Mammals in a Degraded Mosaic Landscape. Restoration Ecology, 18(5), 619-627 pp. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00475.x.
- McVaugh, R. 1992. Flora Novo Galiciana, Gymnosperms and Pteridophytes Vol. 17. Michigan: The University of Michigan, Herbarium and Ann Arbor, Michigan.
- Minnich, R., Sosa-Ramírez, J., Franco, V. y Barry, W. Y. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes. Investigación y Ciencia, 23-29 pp.
- Molofsky , J. y Augspurger, C. K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. Ecology, 68–77 pp. doi: 10.2307/1938721.
- Monroy, V. O., Ortega, A. M. y Velázquez, A. 2003. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas. Instituto Nacional de Ecología.
- Montiel, S. 2000. Vertebrate frugivory and seed dispersal of a Chihuahuan Desert cactus. Plant Ecology, 221-229 pp. doi:10.1023/A:1009819419498.
- Montoya, D., Zavala, M. A., Rodríguez, M. A. y Purves, D. W. 2008. Animal versus wind dispersal and the robustness of tree species to deforestation. Science, 320(5882), 1502-1504 pp. doi:10.1126/science.1158404.
- Morales, J., Daniela Rivarola, M., Amico, G. y Carlo, T. A. 2012. Neighborhood effects on seed dispersal by frugivores: testing theory with a mistletoe-marsupial system in Patagonia. Ecology, 93(4), 741-748 pp.

- Murray, K. G., Russell, S., Picone, C. M., Winnettmurray, K., Sherwood, W. y Kuhlmann, M. L. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores consequences for plant reproductive success. *Ecology*, 75(4), 989-994 pp. doi:10.2307/1939422.
- Naeem, S., Thompson, L. J., Lawler, S. P., Lawton, J. H. y Woodfin, R. M. 1994. Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, 368(6473), 734-737 pp. doi:10.1038/368734a0.
- Nathan, R. 2006. Long-distance dispersal of plants. *Science*, 313(5788), 786-788 pp. doi:10.1126/science.1124975.
- Nathan, R. y Muller-Landau, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7), 278-285 pp. doi:10.1016/s0169-5347(00)01874-7.
- Oliver, C. D. y B. C. Larson. 1996. *Forest Stand Dynamics*. update edition. John Wiley and Sons Inc., New York, NY. ISSN: 0471138339.
- Otani, T. 2002. Seed dispersal by Japanese marten *Martes melampus* in the subalpine shrubland of northern Japan. *Ecological Research*, 17(1), 29-38 pp. doi:10.1046/j.1440-1703.2002.00460.x.
- Pearson, T., Burslem, D. y Swaine, M. 1999. *Journal of Tropical Ecology*, 15(04), 543-544.
- Perea, R., Delibes, M., Polko, M., Suárez-Esteban, A. y Fedriani, J. M. 2013. Context-dependent fruit–frugivore interactions: partner identities and spatio-temporal variations. *Oikos*, 122(6), 943-951 pp. doi:10.1111/j.1600-0706.2012.20940.x.
- Pickett, S. , T. A. y White, R. , S. 1985. *The ecology of natural disturbance and patchy dynamics*. ISBN: 978-0-12-554520-4. Orlando: Academic Press, Orlando.
- Pocock, M. J. O., Evans, D. M. y Memmott, J. 2012. The Robustness and Restoration of a Network of Ecological Networks. *Science*, 335(6071), 973-977 pp. doi:10.1126/science.1214915.
- Ponce-Santizo, G. 2006. Dispersión Primaria de Semillas por Primates y Dispersión Secundaria por Escarabajos Coprofagos en Tikal, Guatemala. *Biotropica*, 390-397 pp. doi:10.1111/j.1744-7429.2006.00144.x.
- Ramírez-Marcial , N., González-Espinosa, M. y Williams-Linera, G. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in montanerain forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 311–326 pp. DOI:10.1016/S0378-1127(00)00639-3.
- Rey, P. J., Gutierrez, J. E., Alcantara, J. y Valera, F. 1997. Fruit size in wild olives: implications for avian seed dispersal. *Functional Ecology*, 11(5), 611-618 pp. doi:10.1046/j.1365-2435.1997.00132.x.
- Rocas, A. N. 1982. Estructuras y clasificación de semillas forestales mexicanas. *Revista de Ciencias Forestales*.
- Rodríguez-Pérez, J., Wiegand, T. y Santamaria, L. 2012. Frugivore behaviour determines plant distribution: a spatially-explicit analysis of a plant-disperser interaction. *Ecography*, 35(2), 113-123 pp. doi:10.1111/j.1600-0587.2011.06930.x.
- Rumble , M. A. y Anderson , S. H. 1996. Feeding ecology of Merriam's turkeys (*Meleagris gallopavo merriami*) in the Black Hills, South Dakota. *American Midland Naturalist.*, 157-171 pp. ULR <http://www.jstor.org/stable/2426641>.
- Russo, S. E., Portnoy, S. y Augspurger, C. K. 2006. Incorporating animal behavior into seed dispersal models: Implications for seed shadows. *Ecology*, 87(12), 3160-3174 pp. doi:10.1890/0012-9658(2006)87[3160:iabisd]2.0.co;2.
- Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R. y Wall, D. H. 2000. Biodiversity Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774 pp. doi:10.1126/science.287.5459.1770.

- Schupp, E. W. y Fuentes, M. 1995. Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. *γoscience*, 2(3), 267-275 pp.
- Schupp, E. W., Gómez, J. M., Jiménez, J. E. y Fuentes, M. 1997. Dispersal of *Juniperus occidentals* (western juniper) seeds by frugivorous mammals on Juniper Mountain, southeastern Oregon. *The Great Basin Naturalist*, 57(1), 74-78 pp.
- Schupp, E. W., Jordano, P. y Maria Gomez, J. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, 188(2), 333-353 pp. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03402.x.
- Serbesoff-King , K. 2003. Melaleuca in Florida: a literature review on the taxonomy, distribution, biology, ecology, economic importance and control measures. *Journal of Aquatic Plant Management*, 98–112 pp.
- Sheil, D., Jennings, S. y Savill, P. 2000. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo: a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 765-800 pp. doi:http://dx.doi.org/.
- Shibata , M. y Nakashizuka , T. 1995. Seed and seedling demography of four co-occurring *Carpinus* species in a temperate deciduous forest. *Ecology*, 1099–1108 pp. doi:10.2307/1940918.
- Silverstein, R. P. 2005. Germination of native and exotic plant seeds dispersed by coyotes (*Canis latrans*) in Southern California. *The Southwestern Naturalist.*, 472-478 pp. doi:http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909(2005)050[0472:GONAEP]2.0.CO;2.
- Sosa-Ramírez J, Solís Cámara Aurora Breceda, C.L. Jiménez Sierra, L.I. Iñiguez Dávalos y A. Ortega Rubio. 2014. Manejo del área natural protegida Sierra fría, Aguascalientes: situación actual y desafíos. *Investigación y Ciencia*. 71-77 pp.
- Sosa Ramírez, J., V., Díaz Núñez, A., Herrera Rodríguez, J. A., Martínez de Anda y D. E. Chapa Bezanilla. 2017 (sometido). El manejo adaptativo en la restauración de la vegetación: Un estudio de caso en la Mesa Montoro, Sierra Fría, Aguascalientes, México. En imprenta.
- Spiegel, O. y Nathan, R. 2007. Incorporating dispersal distance into the disperser effectiveness framework: frugivorous birds provide complementary dispersal to plants in a patchy environment. *Ecology Letters*, 10(8), 718-728 pp. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01062.x.
- Suárez-Esteban, A., Delibes, M. y Fedriani, J. M. 2013. Barriers or corridors? The overlooked role of unpaved roads in endozoochorous seed dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 50(3), 767-774 pp. doi:10.1111/1365-2664.12080.
- Tassin , J., Riviere , J. N., Cazanove , M. y Bruzzese , E. 2006. Ranking of invasive woody plant species for management on Reunion Island. *Weed Research*, 388–403 pp. doi:10.1111/j.1365-3180.2006.00522.x.
- Taylor , P. D., Fahrig , L., Henein , K. y Merriam , G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 571–573 pp. URL http://www.jstor.org/stable/3544927.
- Taylorson, R. B. y Hendricks, S. B. 1977. Dormancy in Seeds. *Annual Review of Plant Physiology*, 28(1), 331-354 pp. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.001555.
- Tischendorf , L. y Fahrig, L. 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 7–19 pp. doi:10.1034/j.1600-0706.2001.950117.x.
- Traveset, A. y M. Verdú. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination In D. J. Levey, W. R. Silva y M. Galetti (Eds.), *Seed dispersal and frugivory. Ecology, evolution, and conservation.* (pp. Pp. 339–350): CABI, Wallingford.
- Traveset, A., Heleno, R. y Nogales, M. 2014. The ecology of seed dispersal. *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities.* En R. S. Gallagher, *Seeds*, 3rd

- Edition: The Ecology of Regeneration in Plant Communities (págs. 62-93). Pennsylvania, USA.: CABI, 2013. ISBN 1780641834, 9781780641836.
- Trigueros-Bañuelos, A. G., Villavicencio-García, R. y Santiago-Pérez, A. L. 2014. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque templado de pino-encino en Jalisco. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 160-183 pp. http://www.researchgate.net/publication/273261847_Mortalidad_y_reclutamiento_de_arboles_en_un_bosque_templado_de_pino-encino_en_Jalisco.
- Turner, M. G. 2010. Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology*, 2833–2849 pp. doi:10.1890/10-0097.1.
- Vázquez-Yanes, C., Muñoz, A. I. B., Silva, M. I. A., Díaz, M. G. y Dirzo, C. S. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084.
- Venable, D. L. y Brown, J. S. 1993. The population-dynamic functions of seed dispersal. *Vegetatio*, 107-108(1), 31-55 pp. doi:10.1007/BF00052210.
- Villalobos-Escalante, A., Buenrostro-Silva, A. y Sánchez-de la Vega, G. 2014. Dieta de la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* y su contribución a la dispersión de semillas en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 355-363 pp. ISSN 2007-3364 doi:10.12933/therya14-143.
- Villalobos-Escalante, A. 2011. Tesis. Dieta de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y su aporte a la dispersión de semillas en el jardín botánico de la universidad del mar, Puerto Escondido, Oaxaca. Universidad del Mar, 68 p.
- Von Holle, K. 2007. AGU 2007–2008 Congressional Science Fellow. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 88(43), 446-446. doi:10.1029/2007EO430010.
- Willson, M. F. 1993. Mammals as seed-dispersal mutualists in north-america. *Oikos*, 67(1), 159-176 pp. doi:10.2307/3545106.
- Woods, K. D. 2000. Long-term change and spatial pattern in a late-successional hemlock-northern hardwood forest. *Journal of Ecology*, 267-282 pp. doi:10.1046/j.1365-2745.2000.00448.x.
- World Resources, I. 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis. Washington, DC: World Resources Institute.
- Wunderle, J. M. 1997. The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99(1-2), 223-235 pp. doi:10.1016/s0378-1127(97)00208-9.
- Young, J. A. y Young, C. G. 1992. *Seeds of Woody Plants in North America: Dioscorides Press*.
- Zamora-Serrano, C., Cruz Chávez, F. J. y López Martínez, J. 2012. Tecnología para la preservación de *Juniperus comitana* Mart. y *J. deppeana* var. *gamboana* (Mart.) R. P. Adams. [Preservation technology for *Juniperus comitana* Mart. and *J. deppeana* var. *gamboana* (Mart.) R. P. Adams]. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(11), 91-98 pp.
- Zhou, Y., Newman, C., Xie, Z. y Macdonald, D. 2013. Peduncles elicit large-mammal endozoochory in a dry-fruited plant. *Annals of Botany*, 85–93 pp. doi:10.1093/aob/mct096, available online at www.aob.oxfordjournals.org.
- Zuñiga, A., Muñoz-Pedrerros, A. y Fierro, A. 2008. Dieta de *Lycalopex griseus* (GRAY, 1837) (Mammalia: Canidae) en la depresión intermedia del sur de Chile. *Gayana*, 113-116 pp. ISSN 0717-6538.

CAPÍTULO II

PRESENCIA Y ABUNDANCIA DE SEMILLAS DE MANZANITA (*Arctostaphylos pungens*) Y TÁSCATE (*Juniperus deppeana*) EN EXCRETAS DE ZORRA GRIS (*Urocyon cinereoargenteus*), COYOTE (*Canis latrans*) Y OTROS MAMÍFEROS ENDOZOOCÓRICOS.

RESUMEN

En Aguascalientes se han presentado perturbaciones en los bosques de la Sierra Fría donde, en el proceso de recuperación, las especies del género *Juniperus* y *Arctostaphylos*, son pioneras. La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coyote (*Canis latrans*) y otros mamíferos están relacionados con la dispersión de especies pioneras, sin embargo, a la fecha se desconoce si la distribución y establecimiento de táscate (*Juniperus deppeana*) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*) en la Sierra Fría, Ags. están relacionados con la actividad endozoocórica de la zorra gris y el coyote. Por ello, el objetivo de este capítulo fue analizar la dispersión estacional (presencia y abundancia) de semillas y su distribución espacial por estos mamíferos en el Área Natural Protegida Sierra Fría, en las Mesas del Aserradero (MAs) y Mesa del Águila (MAg). Entre octubre del 2015 y octubre del 2016 se colectaron y etiquetaron excretas en ambos sitios y en tres tipos de superficie. Posteriormente se analizó la frecuencia y abundancia de semillas de manzanita y táscate en cada excreta. También se elaboró un registro fenológico de flores y frutos durante las cuatro estaciones del año. Los resultados mostraron un total de 5270 semillas de manzanita, 635 semillas de táscate y 79 de otras especies que fueron dispersadas en excretas de zorra gris (27 %), coyote (39 %), cacomixtle (11 %) y gato montés (23 %). Se encontró 30% de excretas con semillas en rodales con alta cobertura y 70% en bajas; 34% aparecieron sobre suelo desnudo, 54% en roca, 9% fuera del camino en suelo y 3% sobre estrato herbáceo. Las excretas reportadas para suelo desnudo y roca se localizaron principalmente sobre los caminos (88%). La zorra gris fue el principal dispersor en sitios de baja cobertura (<50% del dosel) durante las estaciones de otoño en 2015 y 2016. El gato

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

montés apareció como un dispersor indirecto de manzanita y tascate. Concluimos que la estacionalidad es el principal factor para la abundancia de las semillas en las excretas, la mayoría de las excretas se encontraron en sitios ideales para su germinación dentro de los caminos y el gato mantés apareció como un dispersor secundario de estas especies vegetales pioneras.

ABSTRACT

In Aguascalientes there have been disturbances in the forests of the Sierra Fría where, in the recovery process, the species of the genus *Juniperus* and *Arctostaphylos*, are pioneers. The gray fox (*Urocyon cinereoargenteus*), coyote (*Canis latrans*) and other mammals are related to the dispersal of pioneer species, however, to date it is unknown whether the distribution and establishment of manzanita (*Arctostaphylos pungens*) and tascate (*Juniperus deppeana*) in the Sierra Fría, Ags. are related to the endozoochory activity of the gray fox and the coyote. Therefore, the objective of this chapter was to analyze the seasonal dispersion (presence and abundance) of seeds and their spatial distribution by these mammals in the Sierra Fría Protected Natural Area, in the Mesa del Aserradero (MAs) and Mesa del Águila (MAg). Between October 2015 and October 2016 scats were collected and labeled at both sites and on three surface types. Subsequently the frequency and abundance of manzanita and tascate seeds were analyzed in each scat. A phenological record of flowers and fruits was also made during the four seasons of the year. The results showed a total of 5270 manzanita seeds, 635 tascate seeds and 79 of other species that were dispersed in scats of gray fox (27%), coyote (39%), cacomixtle (11%) and wildcat (23%). 30% of scats with seeds were found in stands with high coverage and 70% in low; 34% appeared on bare soil, 54% on rock, 9% off the roads on soil and 3 % on herbaceous stratum. The scats reported for bare soil and rock were mainly located on the roads (88%). The gray fox was the main disperser in sites with low coverage (<50% of the canopy) during the seasons in 2015 and 2016. The wildcat appeared as an indirect disperser of manzanita and tascate. It was concluded that seasonality is the main factor for the abundance of seeds in scats, the majority of which were found in sites ideal for germination within the roads and the wildcat appeared as a secondary disperser of these pioneering plant species.

2.1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales son valiosos, no sólo por los servicios ambientales que proporcionan y por la conservación de la biodiversidad (Díaz y Andy, 2009), sino también por su papel crucial para mitigar el cambio climático (Turner, 2010). Estos se ven afectados por diferentes tipos de disturbios: los ocasionados naturalmente o por causa del ser humano (Peters *et al.*, 2013) que han cambiado significativamente las características de estos ecosistemas en la tierra (Foley *et al.*, 2005). Los cambios producidos por las actividades humanas amenazan la sostenibilidad de estos ecosistemas y afectan su capacidad para proporcionar bienes y servicios diversos, tales como la regulación del clima (Laurance y Williamson, 2002), la biodiversidad (Jenkins, 2003), la producción de agua y el secuestro de carbono, entre otros.

Por otro lado, los paisajes forestales modificados por el ser humano, están en peligro de perder su capacidad de recuperación y por lo tanto obstaculizan su potencial para autorecuperarse después del disturbio (Chazdón, 2003) y por esta razón, la plantación de árboles se ha adoptado en muchas regiones del mundo como uno de los principales métodos para la restauración forestal (Rodríguez *et al.*, 2011). Sin embargo, los ecosistemas tienen sus propios mecanismos de auto-recuperación a través de la sucesión ecológica, aunque los tiempos son prolongados y dependen de la intensidad del disturbio y del cambio en las características del sitio (Chazdón, 2008).

Rocas (1982) señaló que los sistemas de dispersión son una parte esencial en la distribución natural de las especies vegetales, en la movilización y el intercambio de material genético dentro y fuera de las poblaciones. Por lo tanto, De Noir (2002) mencionaría más tarde que la dispersión es un proceso activo y dinámico de transporte que tiende a ubicar la unidad de dispersión en sitios seguros desde el punto de vista físico y competitivo.

Así bien, existen factores abióticos y bióticos asociados a los sistemas de dispersión en bosques (Correa *et al.*, 2015). En los factores bióticos encontramos a los animales dispersores, cuya dispersión a través de estos es denominada Zoocoria. El gremio de animales dispersores es clave en la configuración de las comunidades vegetales, ampliación de las poblaciones, fundando otras nuevas y creando bancos de semillas en el

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

suelo. Este tipo de dispersión es importante para la configuración del paisaje porque determina la diversidad, abundancia y distribución espacial de los bancos de semillas disponibles para establecer comunidades de plantas (Herrera, 1985).

Por otra parte, la dispersión de semillas en numerosas especies de plantas se alcanza con el proceso de endozoocoria en el que algunas especies de plantas producen los frutos carnosos nutritivos que son consumidos por los animales y que defecan más adelante (Cypher y Cypher, 1999). De esta manera Montiel (2000), agrega que el vertebrado frugívoro representa el comienzo de la dispersión primaria para los propágulos de muchas plantas. Por otra manera, Silverstein, (2005) menciona el efecto de los frutos al pasar a través del tracto digestivo diciendo que los animales que dispersan semillas y afectan la capacidad de la germinación son considerados legítimos dispersores de semillas; también Cypher y Cypher (1999) reconoce que los carnívoros consumen grandes cantidades de frutos, retienen las semillas en el tracto digestivo por largos periodos de tiempo y recorren áreas extensas, llegando así a ser un factor importante en el transporte y movimiento de las semillas.

Tanto Herrera (1989) como Willson (1993) reconocieron que tradicionalmente los mamíferos terrestres no han sido considerados como dispersantes importantes en comparación con otros grupos como las aves o los murciélagos. Sin embargo, recientes estudios realizados por Escribano-Ávila *et al.* (2012) y Escribano-Ávila *et al.* (2014) muestran que en el contexto ecológico de campos abandonados, así como en otras áreas degradadas, son los mamíferos terrestres frugívoros los principales responsables en la dispersión de las semillas y la regeneración de la vegetación.

Así mismo, Jordano *et al.* (2007) indicaron que los mamíferos tienen grandes áreas de distribución y periodos de retención de semillas en el intestino, lo que les permite ser clave para la dispersión a larga distancia, aunque Murray *et al.* (1994) ponen énfasis en que el paso del fruto a través del tracto gastrointestinal puede tener un efecto benéfico, perjudicial o neutro en las semillas.

Por lo tanto, el patrón de dispersión realizado por este grupo de mamíferos simula una práctica de restauración activa basada en la plantación de árboles pioneros o grupos (islotos de bosques) que actúa como un detonante para la actividad de un conjunto complejo de dispersores en las tierras deforestadas (Lamb *et al.*, 2005; Benayas *et al.*, 2008). Lo

anterior termina por ser una ventaja excepcional que los mamíferos frugívoros producen y lo hacen de forma constante en el paisaje (Escribano-Ávila *et al.*, 2013).

En Aguascalientes, la Sierra Fría representa el macizo montañoso más extenso del Estado (108,000 ha). Esta zona fue objeto de un intenso disturbio en el periodo de 1920-1940 del siglo pasado (Minnich *et al.* 1994); sin embargo, con el uso de los combustibles fósiles comenzó un periodo de recuperación. Chapa-Bezanilla *et al.* (2008) mencionan que aunque el bosque se ha fragmentado, algunos tipos de vegetación han incrementado su distribución y abundancia. Por su parte, Díaz-Núñez *et al.* 2016 mencionan que la recuperación de este ecosistema se ha acentuado a partir de la década de los 90s del siglo XX por diferentes factores, entre ellos, la declaratoria de esta región como Área Natural Protegida, entre otras; que las especies que más se han recuperado son la manzanita (*A. pungens*) y el táscate (*J. deppeana*). Aunque se tienen algunos registros, aún no es claro el patrón de dispersión y reclutamiento de las semillas e individuos jóvenes de las especies mencionadas, no obstante, se hace referencia al papel que desempeñan algunos animales como posibles dispersores, por lo que se supone que la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coyote (*Canis latrans*) otros mamíferos endozoocóricos están relacionadas con la dispersión de especies indicadoras de disturbio como la manzanita y el táscate. Por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia y abundancia de semillas de manzanita y táscate en excretas de zorra gris, coyote y otros mamíferos durante las cuatro estaciones del año, así como su distribución espacial. De acuerdo al objetivo se planteó la hipótesis de que las semillas de manzanita y táscate son dispersadas a través de las excretas de zorra gris, coyote y otros mamíferos y la abundancia de semillas en la excreta se incrementará en la época de mayor oferta de frutos. El presente estudio pretende aportar información sobre el papel que juegan estos dos dispersores en la germinación y reclutamiento de las especies forestales mencionadas, suponiendo que están relacionados con el traslado de la semilla hacia sitios seguros de germinación y que esto promueve la creación de parches o rodales de individuos juveniles.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 Ubicación del área de estudio.

El área de estudio se localiza al noroeste de la ciudad de Aguascalientes dentro de el Área Natural Protegida Sierra Fría (ANPSF), se seleccionaron dos localidades, Mesa el Aserradero y Mesa el Águila, en el municipio de San José de Gracia, en el margen occidental del Estado de Aguascalientes, México. Es una cordillera situada al sur de la Sierra Madre Occidental, de la cual forma parte, con coordenadas 22° 0' - 22° 15' latitud norte y 102° 30' - 102° 40' longitud oeste (Minnich *et al.*, 1994).

El clima del área es templado subhúmedo, con lluvias en verano (Rzedowski, 1978). Presenta una temperatura de entre -3 °C y 18 °C con un promedio anual de precipitación entre 600 y 700 mm, aunque las partes bajas de la Sierra Fría presentan un clima semiárido y semicálido, con una temperatura promedio anual de 17 °C (SEDESOL, 1995).

La Mesa del Aserradero se encuentra entre las coordenadas 22°11'55.51"N y 102°35'47.64"O y la Mesa del Águila entre las coordenadas 22°12'1.52"N y 102°35'11.03"O; ambas están separadas por la "Cañada de Piletas" (Figura 2.1).

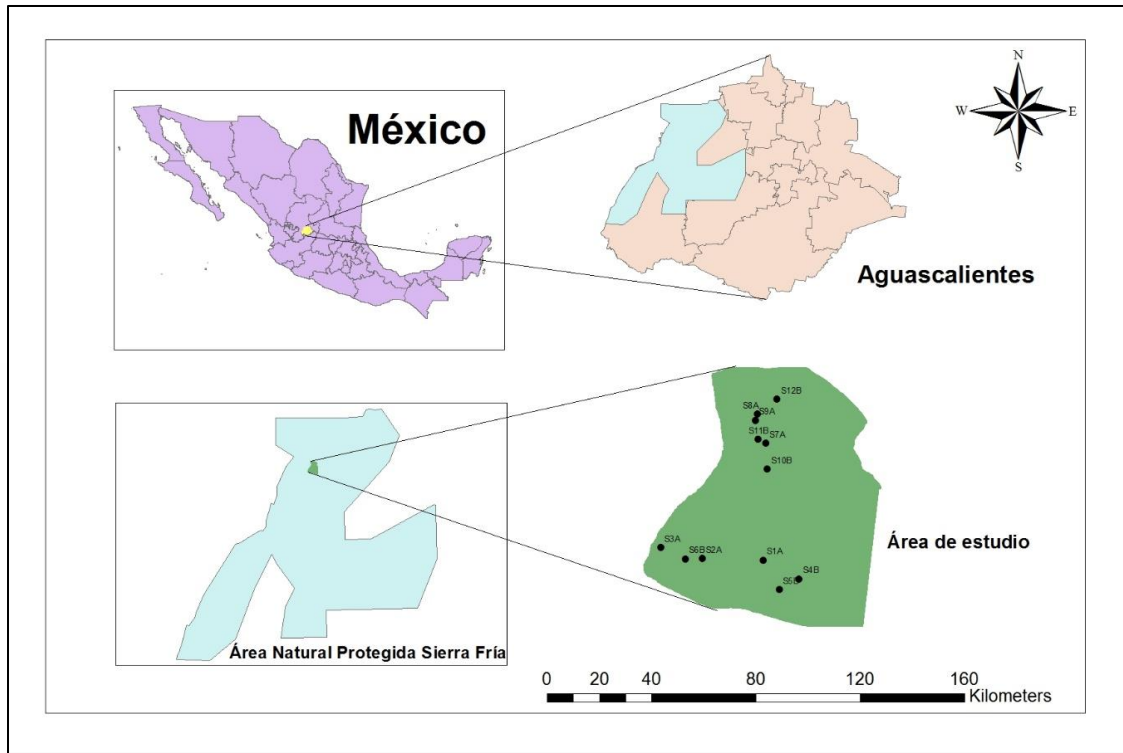


Figura 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio en el ANP Sierra Fria en Aguascalientes y en el país.

2.2.2 Colecta y búsqueda de excretas.

Se realizaron salidas de campo para la búsqueda y colecta de excretas y registro de la fenología de manzanita y táscate durante las cuatro estaciones en 2015 y 2016. Se realizaron 30 salidas en total, incluyendo otoño del 2015, así como invierno, primavera, verano y otoño del 2016.

La colecta de excretas se desarrolló mediante el método de búsqueda directa propuesto por Nova (2012). Se efectuaron recorridos en zigzag y transectos en cada mesa, con lo cual se aseguró revisar todo el cuadrante (los cuadrantes se toman como referencia para iniciar y terminar los recorridos). La identificación de las excretas en campo para conocer la especie de mamífero se realizó de acuerdo con el Manual para el rastreo de Mamíferos Silvestres de México (Aranda-Sánchez, 2012). Las excretas colectadas se colocaron en bolsas de papel de estraza previamente etiquetadas con el número de excreta, estación del año, cobertura vegetal, fecha, coordenadas, Mesa y especie animal (Figura 2.2).



Figura 2.2 Bolsa de papel de estraza con muestra de excreta de zorra gris.

Las características ecológicas del lugar donde fue colectada cada excreta, así como el tipo de superficie fueron también registradas de acuerdo con Matías *et al.* (2010) con ciertas modificaciones. Se consideraron cuatro categorías que son las superficies más comunes usadas por la fauna dispersora de semillas en la Sierra Fría: (1) dentro del camino pero encima de rocas (camino/roca); (2) dentro del camino pero en suelo desnudo (Camino/Suelo desnudo); (3) fuera de los caminos, en suelo desnudo (fuera camino/suelo desnudo); y (4) fuera de los caminos pero encima de alguna herbácea (fuera camino/herbácea). La información anterior se usó para determinar si la excreta con semillas estuvo en un sitio seguro para la germinación y establecimiento de plántulas (Figura 2.3).

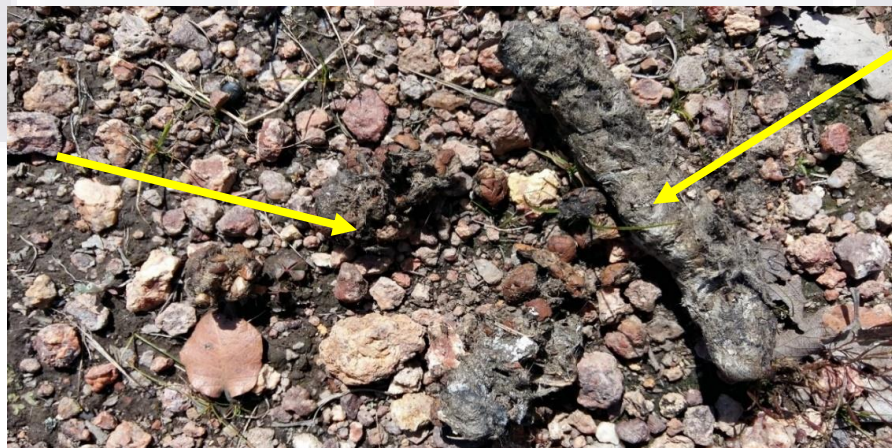


Figura 2.3 Excretas de mamíferos endozocóricos en cuadrante de baja cobertura 3 de Mesa del Águila sobre suelo desnudo. Lado izquierdo, excreta de zorra gris; lado derecho, excreta de coyote.

2.2.3 Procesamiento de excretas y semillas

Para el procesamiento de las excretas, estas se secaron a temperatura ambiente (aprox 23°C) por 8 h en cajas de Petri; posteriormente se lavaron con un poco de agua corriente y usando un tamiz se desmenuzaron y dejaron secar por 24 h para su análisis (Figura 2.4).



Figura 2.4 Muestra de excreta de cacomixtle seca para su análisis.

2.2.4 Identificación de semillas

La identificación del contenido en las excretas se realizó usando un estereoscopio de la marca Zeiss donde se observaron los componentes de cada muestra, y con ayuda de agujas de disección y bisturí se separaron los elementos de cada excreta para su identificación. Las semillas identificadas de manzanita y táscate fueron colocadas en bolsas nuevas de papel de estraza. La identificación de semillas se realizó a partir de claves para cada especie y comparaciones con ejemplares del Herbario de la UAA (HUAA) (Figura 2.5).



Figura 2.5 Uso del estereoscopio para la identificación y conteo de semillas .

2.2.5 Riqueza y abundancia de semillas

Estos datos se obtuvieron mediante el conteo total de semillas por excreta, clasificadas por especie (riqueza de especies) y cantidad (abundancia) de semillas por especie. Estos parámetros fueron determinados para cada una de las cuatro estaciones del año (Figura 2.6).



Figura 2.6 Semillas de táscate en estereoscopio.

Esta información quedó registrada en una base de datos con número de semillas y, especies vegetales por excreta, especie animal, área de estudio, cobertura vegetal, cuadrante, mes, año y estación del año.

2.2.6 Análisis fenológico

Para poder relacionar la abundancia de semillas contenidas en las excretas y la disponibilidad en plantas de manzanita y táscate durante las cuatro estaciones del año, se realizó un registro fenológico de flores y frutos en ejemplares de manzanita y táscate en ambas Mesas (MAs y MAg). Para ello se seleccionaron aleatoriamente y enumeraron cinco plantas de manzanita y cinco de táscate (Figura 2.7) en cada uno de los 12 cuadrantes, dando por resultado 120 individuos entre las dos Mesas. Se realizaron dos visitas por individuo en cada una de las cuatro estaciones del año (una al inicio y otra a la mitad de la estación). En cada visita se registró la etapa y abundancia de flores y frutos como se indica a continuación:



Figura 2.7 Árbol de manzanita No 2 en Mesa del Aserradero.

- Abundancia de flores y frutos en el dosel. Para la toma de datos de estas variables se dividió el ejemplar en cuatro partes iguales a manera de un plano cartesiano, trazando líneas imaginarias, y se estimó visualmente la abundancia o porcentaje de flores y frutos por cuadrante, considerando 100% para todo el cuadrante. Para obtener el porcentaje final de abundancia para un ejemplar se calculó el promedio de porcentaje de los cuatro sectores/cuadrantes (Figura 2.8).

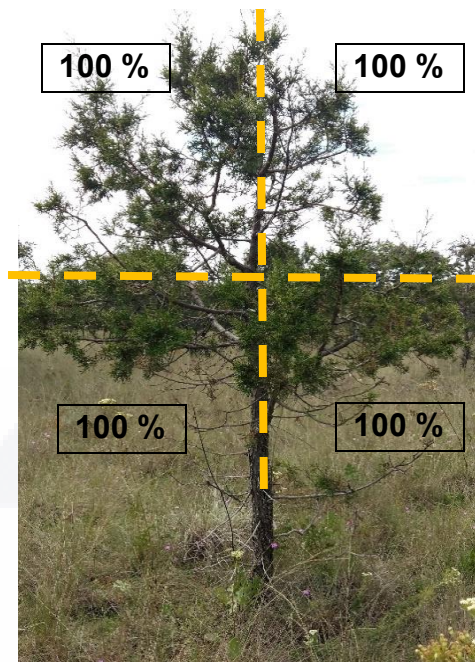


Figura 2.8 Plano cartesiano imaginario en táscate para cálculo de abundancia de flores y frutos en dosel.

- Abundancia de frutos en el suelo. Para obtener este dato se aplicó el mismo método de cuadrantes imaginarios, registrando el porcentaje de frutos presentes en la superficie del suelo delimitado por el dosel (Figura 2.9).



Figura 2.9 Plano cartesiano imaginario para cálculo de abundancia de frutos en el suelo.

Para la abundancia de flores y frutos en el dosel y en el suelo se consideró una escala subjetiva que consistió en las siguientes cuatro categorías:

- Nula: cuando no existieron flores o frutos presentes
- Escasa: 1 al 30% de flores y frutos presentes
- Mediana: 31 al 50% de flores y frutos presentes
- Abundante: > 50% de flores y frutos presentes

• Grado de desarrollo del fruto. Cuando el ejemplar presentó frutos se registró el grado de desarrollo de acuerdo al tamaño y color de los frutos. Se consideraron tres categorías:

- Inicial: frutos recién polinizados, sin pétalos, de tamaño muy pequeño y coloración verde
- Pleno/Intermedio: frutos inmaduros pero de tamaño similar al fruto maduro con un ligero o incipiente cambio de coloración hacia la madurez fisiológica
- Maduro: frutos maduros de coloración típica (naranja para manzanita y café para táscate)

2.5 RESULTADOS

2.5.1 Dispersores endozoocóricos de manzanita y táscate

Se realizaron salidas de campo entre el otoño del 2015 y el otoño del 2016 y durante ese periodo se colectaron y procesaron un total de 116 excretas correspondientes a zorra gris, coyote, cacomixtle y gato montés. Los resultados del análisis de semillas presentes en excretas de estas cuatro especies de dispersores se presentan en la figura 2.10.

Se colectaron 110 excretas con semillas de manzanita y táscate. Dichas excretas corresponden a zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (27%), coyote (*Canis latrans*) (39%), cacomixtle (*Bassariscus astutus*) (11%) y gato montés (*Lynx rufus*) (23%). La dispersión de semillas de acuerdo al número de semillas diseminadas mostró que la zorra gris fue la que tuvo la mayor participación con el 94% del total, mientras que el gato montés a pesar de sus hábitos alimenticios dispersó el 0.003% (Figura 2.10).

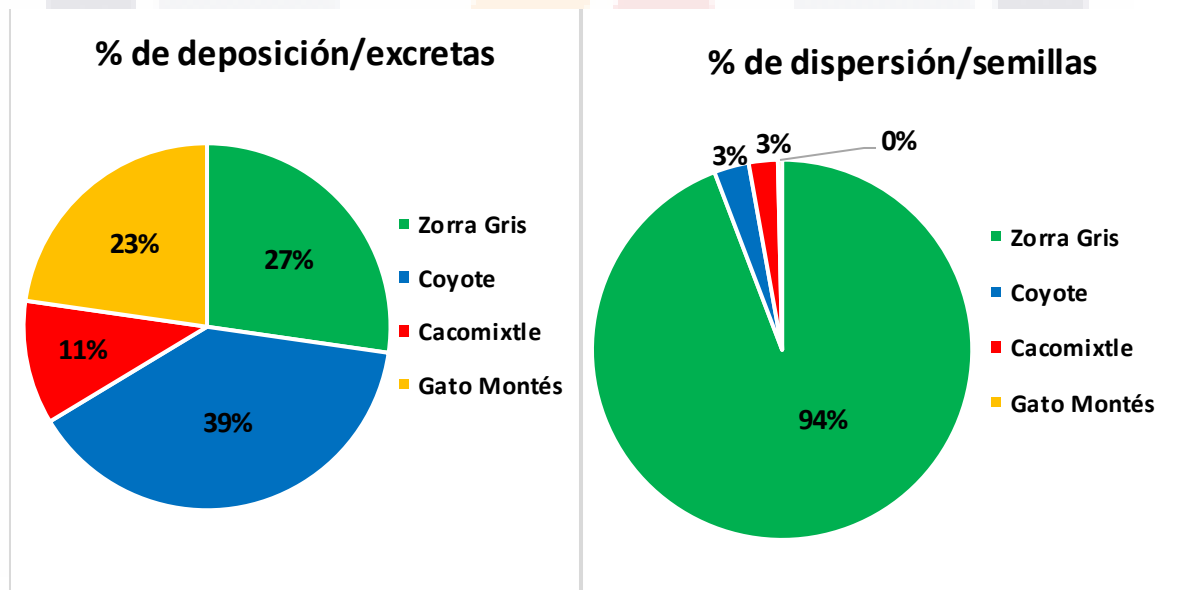


Figura 2.10 Proporción de dispersión de excretas y semillas por especie animal.

2.5.2 Dispersión de semillas por estación del año

2.5.2.1 Otoño del 2015

Durante la estación de otoño se encontraron 19 excretas correspondientes a cuatro dispersores (zorra gris, coyote, cacomixtle y gato montés), encontrando semillas de manzanita y táscate en las mismas, además de otras especies vegetales. La semilla de táscate fue la de mayor abundancia y la zorra gris la especie animal que más semillas dispersó. Por otra parte, solo se encontraron 2 excretas sin contenido alguno de semillas (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el otoño de 2015.

Número de excretas	Especie animal (dispersor)				Especie Vegetal			Sin semilla
	Zorra gris	Coyote	Cacomixtle	Gato montés	Manzanita	Táscate	Otras	
19	7	5	5	2	2	15	2	2
Total semillas	287	26	39	6	27	331	29	
Semillas Táscate	287	25	13	6				
Semillas Manzanita	0	1	26	0				
Total de semillas	387							

2.5.2.2 Invierno del 2016

En el invierno del 2016 se encontraron 27 excretas (8 más que la estación de otoño 2015), en ellas se encontraron semillas de manzanita y táscate, además de otras especies vegetales; los dispersores fueron prácticamente los mismos, con la excepción que se encontró una excreta de comadreja (otro posible dispersor) pero sin semillas (Cuadro 2.2). La semilla de manzanita fue la de mayor abundancia y volvió a ser la zorra gris la especie animal que más semillas dispersó. De las excretas encontradas, el 70% (n= 19) no presentaron semillas. (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el invierno 2016.

Número de excretas	Especie animal (dispersor)					Especie Vegetal			Sin semilla
	Zorra gris	Coyote	Cacomixtle	Gato montés	Comadreja	Manzanita	Táscate	Otras	
27	2	14	2	8	1	4	3	1	19
Total semillas	208	4	0	6	0	213	5	50	
Semillas Táscate	3	2	0	1	0				
Semillas Manzanita	205	2	0	5	0				
Total de semillas	268								

2.5.2.3 Primavera del 2016

Durante la estación de primavera 2016 se observó una ligera recuperación en el número de semillas dispersadas, sin embargo, la cantidad total de semillas con respecto a las estaciones de otoño e invierno pasadas sigue siendo baja. Nuevamente se observó que la mayoría de las excretas no contienen semillas, al igual que las excretas de otoño e invierno. De las 23 excretas colectadas en primavera 2016, solo el 22% (5 excretas) mostraron semillas de manzanita y táscate (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante la primavera 2016.

Número de excretas	Especie animal (dispersor)				Especie Vegetal			Sin semilla
	Zorra gris	Coyote	Cacomixtle	Gato montés	Manzanita	Táscate	Otras	
23	2	11	1	9	2	3	0	18
Total semillas	18	13	0	3	8	26	0	
Semillas Táscate	18	5	0	3				
Semillas Manzanita	0	8	0	0				
Total de semillas	34							

2.5.2.4 Verano del 2016

Durante la estación de verano 2016 se observó un incremento en la abundancia de semillas en las excretas, pero también un decremento en la cantidad de semillas, lo cual al parecer estuvo directamente relacionado a los hallazgos de las excretas. Las lluvias dificultaron la búsqueda de excretas, por lo cual solo se localizaron y colectaron 15 excretas. La menor cantidad de semillas respecto a otras estaciones del año, probablemente se debe a la fenología natural de manzanita y táscate y a las condiciones ambientales propias de la Sierra Fría, lo cual explica por qué ambas especies presentan fase de fructificación durante el verano.

La zorra gris fue el principal dispersor de semillas en el verano de 2016, aunque el gato montés también participó activamente, al igual que en las estaciones anteriores (Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Presencia de semillas en excretas colectadas durante el verano 2016.

Número de excretas	Especie animal (dispersor)						Especie Vegetal			Sin semilla
	Zorra gris	Coyote	Cacomixtle	Gato montés	Mapache	Zorrillo Listado	Manzanita	Táscate	Otras	
15	1	7	2	3	1	1	2	2	0	11
Total semillas	4	1	1	3	0	0	5	4	0	
Semillas Táscate	0	0	1	3	0	0				
Semillas Manzanita	4	1	0	0	0	0				
Total de semillas	9									

2.5.2.5 Otoño del 2016

Con la finalidad de corroborar la abundancia de semillas en el otoño 2015, se realizaron muestreos en el otoño de 2016. Los resultados muestran que la estación de otoño es la de mayor abundancia de semillas en excretas. Además, durante el otoño 2016 hubo más semillas en las excretas que en el otoño de 2015. Se corrobora que el otoño es la estación

de mayor dispersión y abundancia de semillas de manzanita y táscate en excretas, sobre todo de zorra gris (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5 Muestreo de semillas en excretas colectadas durante el otoño 2016.

Número de excretas	Especie animal (dispersor)					Especie Vegetal			Sin semilla
	Zorra gris	Coyote	Cacomixtle	Gato montés	Zorrillo Listado	Manzanita	Táscate	Otras	
32	18	6	2	3	3	15	5	0	12
Total semillas	5048	131	106	3	0	5018	270	0	
Semillas Táscate	270	0	0	0	0				
Semillas Manzanita	4778	131	106	3	0				
Total de semillas	5288								

2.5.2.6 Análisis por estación

Mediante el análisis de la abundancia de semillas por estación se encontró que en el otoño del 2015 la zorra gris era el dispersor con mayor eficiencia con respecto al número total de semillas dispersadas por otros dispersores. Aparece por primera vez el gato montés como un dispersor potencial de semillas pioneras de manzanita y táscate. Cabe mencionar que estas especies animales no están limitadas a solo dispersar semillas de manzanita y táscate sino que durante esta estación de otoño también se encontraron semillas de otras especies vegetales sin identificar.

En invierno del 2016 la abundancia de semillas es menor que en el otoño. No obstante, la zorra gris dispersó una cantidad grande de semillas, en una sola excreta se encontraron 205 semillas de las 208 que acumuló durante este tiempo. Por lo contrario, especies que tuvieron una participación activa en el pasado como el coyote y el cacomixtle no lograron dispersar las mismas cantidades debido a la pobre o nula oferta que había de frutos, de tal manera que en esta ocasión fue mayor el número de excretas sin contenido vegetal (19). Respecto a la eficiencia de los dispersores en la abundancia de semillas por excreta, en esta ocasión fue mayor la cantidad de excretas que de semillas; con excepción de la zorra gris al dispersar un gran número con tan solo dos excretas. Por último es importante resaltar de nueva cuenta la participación activa del gato montés, además de

encontrar de nueva cuenta semillas de otras especies vegetales en las excretas (50 semillas).

En primavera del 2016 la relación de la abundancia de semillas por excreta comenzó a ser positiva al presentarse mayor cantidad en las muestras de zorra gris y coyote, aunque la cantidad siguió baja con respecto al otoño donde se presentó el mayor número de semillas dispersadas.

En verano del mismo año las lluvias dificultaron la localización de excretas. Por otra parte, la disponibilidad de frutos en el dosel fue muy escasa ($\leq 30\%$, véase fig. 2.8 y pág. 52), considerando que en esta época los frutos aún están en etapa inmadura y no se encuentran en los suelos disponibles para la fauna.

En otoño del 2016 se observó un cambio radical en la abundancia sobre todas las estaciones anteriores, debido a que es la estación con mayor número de semillas de manzanita dispersadas desde el otoño del 2015. Así mismo, la zorra gris tuvo la mayor participación en cuanto a número de semillas dispersadas por excreta en comparación con las pasadas estaciones. Al igual que la zorra gris, el coyote y cacomixtle tuvieron la mayor participación de semillas dispersadas al depositar 131 y 106 semillas respectivamente.

El transcurso de las estaciones es determinante para estimar la abundancia de las semillas en las excretas de las especies dispersoras. Así bien, la zorra gris demostró ser el dispersor con mayor eficiencia al diseminar el 94% del total de semillas, de la misma manera, el coyote realizó el mayor número de deposiciones al realizar el 39% (43 deposiciones) (Figura 2.11). Cabe resaltar que el gato montés no tiene una dieta omnívora como las demás especies sino que es carnívora, sin embargo tuvo una participación activa en cada una de las estaciones dispersando semillas de manzanita y táscate en bajas proporciones.

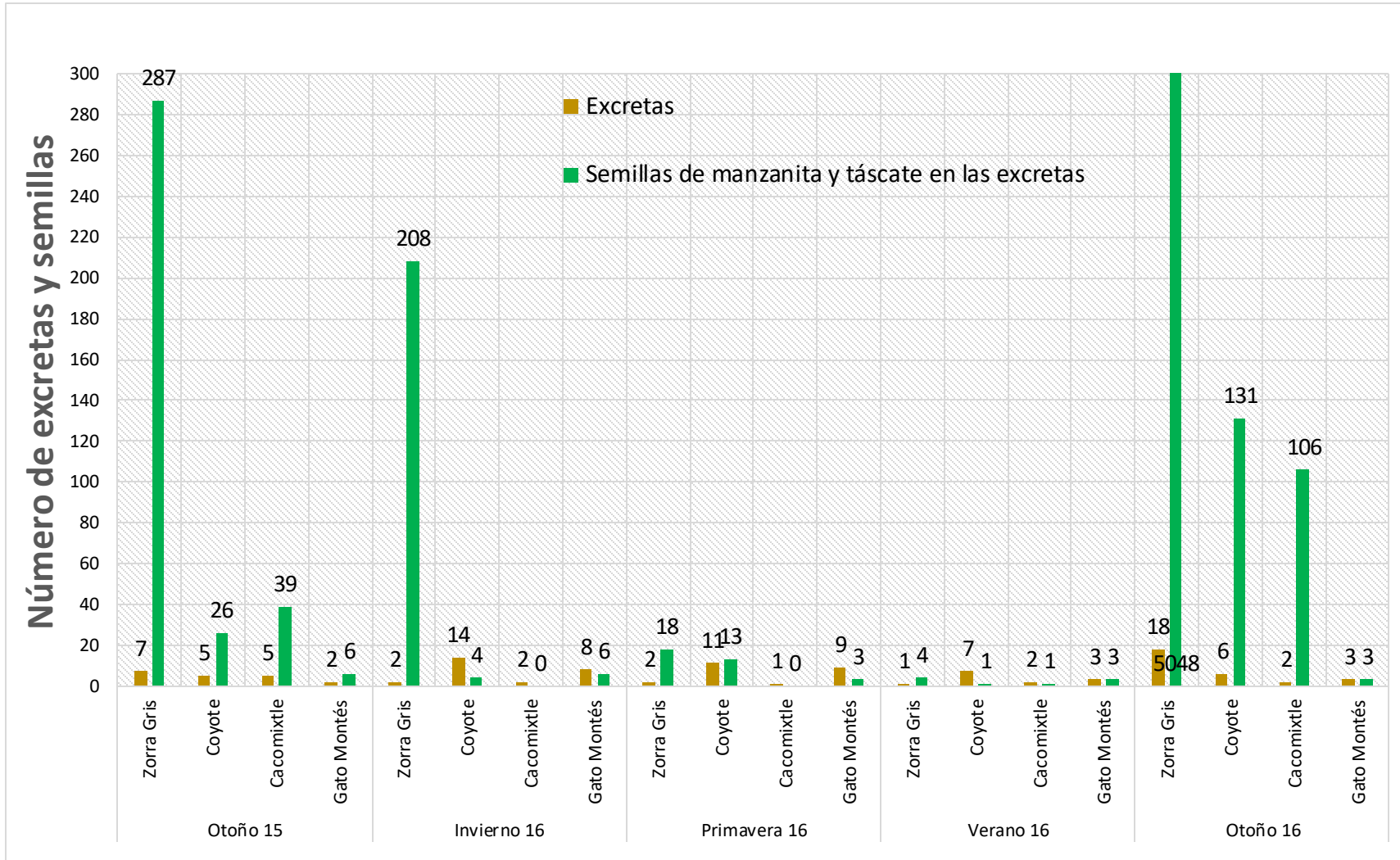


Figura 2.11 Dispersión de semillas y excretas por estaciones y especies dispersora

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Respecto al análisis de la abundancia de las semillas de manzanita y táscate a través de las estaciones del año y de manera individual, se encontró que debido a la estacionalidad sus cantidades varían con una mayor abundancia de ambas especies en la estación del otoño del 2015 y del 2016, esto debido a la oferta que hubo en estaciones pasadas y la disponibilidad de frutos en los doseles y debajo de ellos. En invierno la abundancia de semillas disminuye debido a la escasa oferta encontrada en dosel, sin embargo la manzanita aparece con un gran número de semillas, a pesar de que el fruto no aparece en una etapa madura. Aclarar que los animales no consumen frutos inmaduros porque tienen inhibidores (tóxicos o sabores desagradables) para auventarlos y proteger el fruto y la semilla, antes de su madurez fisiológica. Los frutos maduros tienen atrayentes para los dispersores (colores, azucares, carbohidratos, nutrientes, etc.).

Durante la primavera y verano existió poca abundancia de ambas especies a pesar de que había disponibilidad de frutos maduros (finales de primavera) sin embargo y como se mencionó con anterioridad la temporada de lluvias jugó un factor importante. Cabe resaltar que en el otoño del 2016 se dispersó una cantidad enorme de semillas de manzanita en las excretas de zorra gris. De la misma manera, hubo una gran cantidad de semillas dispersadas de la misma especie vegetal por parte del coyote y cacomixtle. El otoño es la estación con mayor abundancia de semillas de manzanita dispersadas durante todo el estudio relacionada a la oferta de frutos disponibles en los árboles.

Por último, cabe señalar que la especie más dispersada en cuanto a número de semillas y frecuencia a través de las estaciones fue la manzanita (5270 semillas). Así mismo, la zorra gris fue la especie encargada de la dispersión en mayor abundancia de ambas especies vegetales en la estación de otoño de los años 2015 y 2016 mostrando así que esta es la mejor estación para la dispersión por la disponibilidad y abundancia de frutos en los doseles (Figura 2.12).

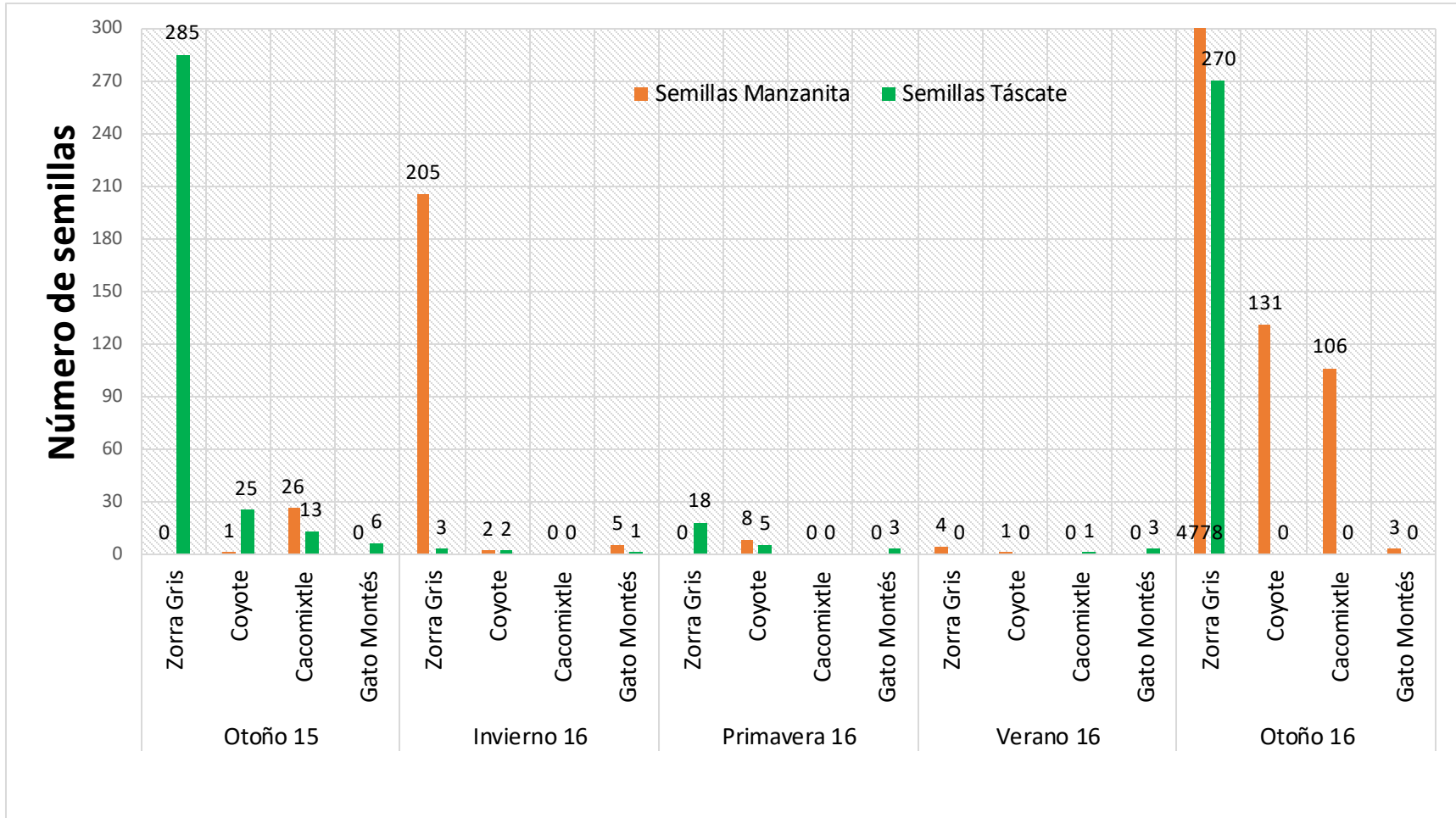


Figura 2.12 Dispersión de la manzanita y tascate por estación del año y dispersor

2.5.3 Distribución espacial de excretas

Todas las excretas encontradas se georreferenciaron para conocer su ubicación exacta en las Mesas. Los resultados de la distribución espacial muestra con puntos rojos en la Figura 2.13 que la mayor parte de las excretas fueron depositadas en los caminos usados para los vehículos, bicicletas y paso de las personas; por el contrario, fueron muy pocas las depositadas fuera de estos en el bosque o sitios abiertos.

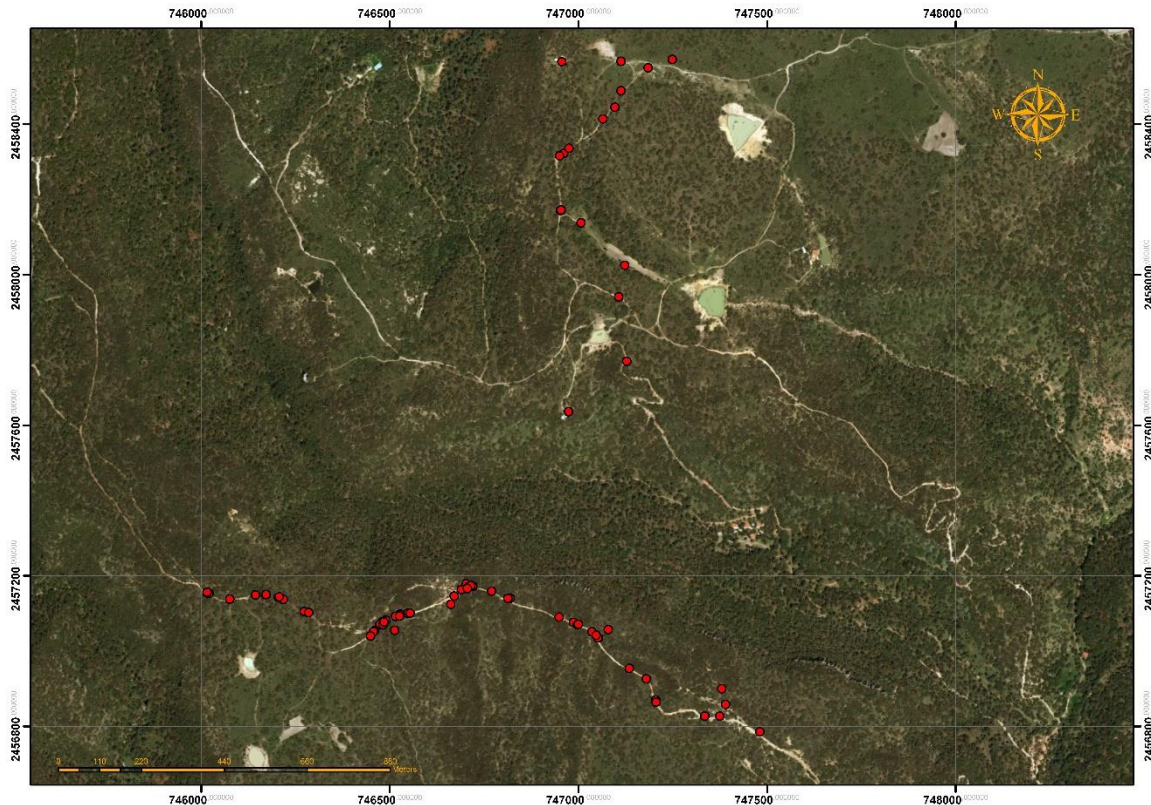


Figura 2.13 Distribución espacial de excretas en Mesa del Aserradero (parte inferior) y Mesa del Águila (parte superior).

2.5.4 Tipo de superficie donde son depositadas las excretas

El tipo de superficie donde son depositadas las excretas por los mamíferos endozoocóricos se muestra en la Figura 2.14.

El tipo de superficie es uno de los factores que determinan la probabilidad que tiene la semilla contenida en la excreta de germinar y lograr establecerse en un sitio seguro. La superficie donde se depositaron la mayoría de las excretas fue dentro de los caminos (88%)

y encima de las rocas (54%). Con este resultado podemos advertir la tendencia de la fauna de preferir este microhábitat para depositar sus excretas

A pesar de que la mayoría de las semillas fueron depositadas en un sitio donde no es viable su germinación (roca), hay que señalar que aún al estar dentro del camino existe probabilidad de que la semilla germine y logre establecerse si la excreta que las contiene esta fuera de la roca, es decir en suelo desnudo. En el presente estudio se observó que existe reclutamiento de manzanita y táscate en caminos abandonados y suelos sin roca.

El 46% de las excretas fueron colocadas en superficies donde las semillas tienen oportunidad para la germinación y establecimiento (Figura 2.14).

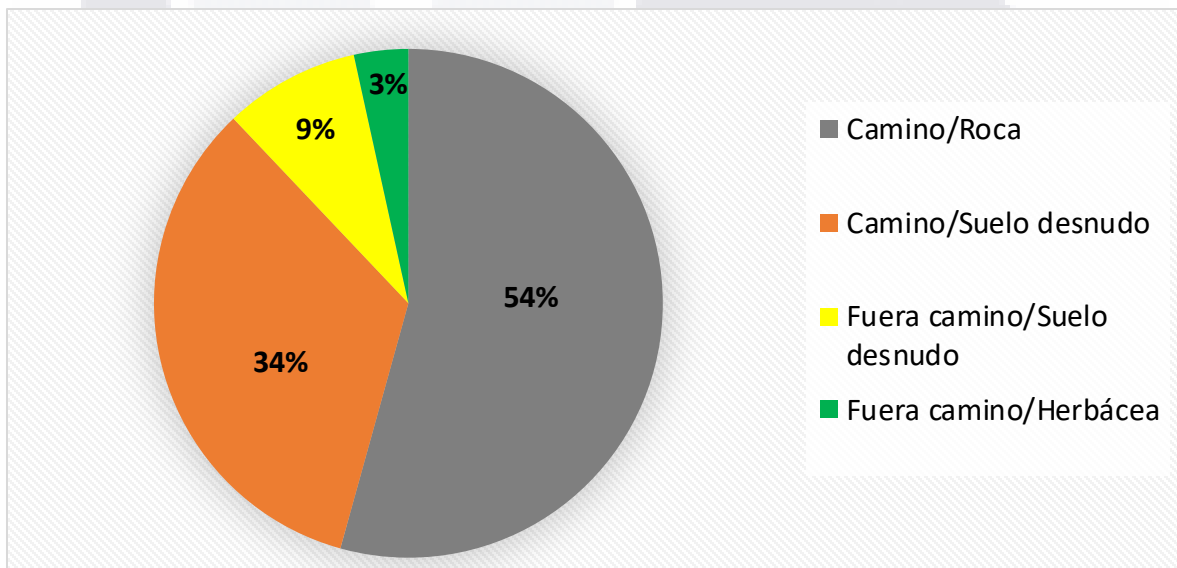


Figura 2.14 Tipo de superficie donde son depositadas las excretas.

La aparición de excretas dentro de los caminos y encima de las rocas obedece al comportamiento de los mamíferos al realizar letrinas, sin embargo este comportamiento se repite con frecuencia durante las estaciones con una leve excepción en verano que es la temporada de lluvias donde las excretas son depositadas de una manera más equitativa en las cuatro superficies debido a que la lluvia puede funcionar como un segundo dispersor (hidrocoria) a mover las excretas de las rocas al suelo desnudo dentro del mismo camino e inclusive llevarlas fuera de estos.

Para el análisis por estación del año y dispersores existen diferencias entre ellas, principalmente con los dos principales dispersores (zorra y coyote). La estación de otoño del 2015 donde la deposición de excretas ocurrió únicamente dentro de los caminos (19),

9 excretas estuvieron encima de las rocas y 10 en suelo desnudo lo que es un aspecto positivo en el establecimiento aún estando dentro de los caminos. Durante la estación de invierno, el coyote presentó una mayor variación en la deposición de excretas (14) y realizó puestas en tres superficies (dentro de caminos en roca y suelo y fuera en suelos desnudos). Así también, el gato montés, como se demostró con anterioridad dispersó semillas de especies pioneras, depositó la misma cantidad de excretas en los caminos encima de las rocas (6) como el coyote y también tiene un aporte a la dispersión fuera de los caminos (2).

En primavera siguió la tendencia de mayor deposición encima de las rocas (14), sin embargo comienzan a encontrarse muestras en suelo desnudo (8) como respuesta al comienzo de las lluvias que las llevan fuera de las rocas, donde el coyote y el gato montés vuelven a tener la mayor participación en la estación (11 y 9 excretas respectivamente).

Durante el verano las excretas comenzaron a aparecer fuera de los caminos (3), por lo que el verano representa la estación donde las semillas comienzan a llegar a sitios seguros. Por último, comentar que la zorra gris tuvo la mayor participación en deposiciones de excretas (18) durante el otoño del 2016, sin embargo siguió la misma tendencia al dejar la mayor parte dentro de los caminos encima de rocas. (Figura 2.15).

2.5.5 Análisis fenológico

El análisis de las abundancias de flores y frutos en los doseles se realizó de manera separada para ambas especies vegetales con la finalidad de observar su fenología particular.

2.5.5.1 Fenología de flores y frutos de manzanita

Los resultados de las observaciones fenológicas de flores y frutos de manzanita se muestran en el Cuadro 2.6, donde la manzanita presentó dos periodos de floración (invierno y verano) y fructificación (primavera y otoño) durante el año que duró el estudio; para lo anterior se sacaron las medias de los porcentajes de abundancia por cobertura y a partir de estos se observaron los mayores promedios para determinar las estaciones con mayor abundancia.

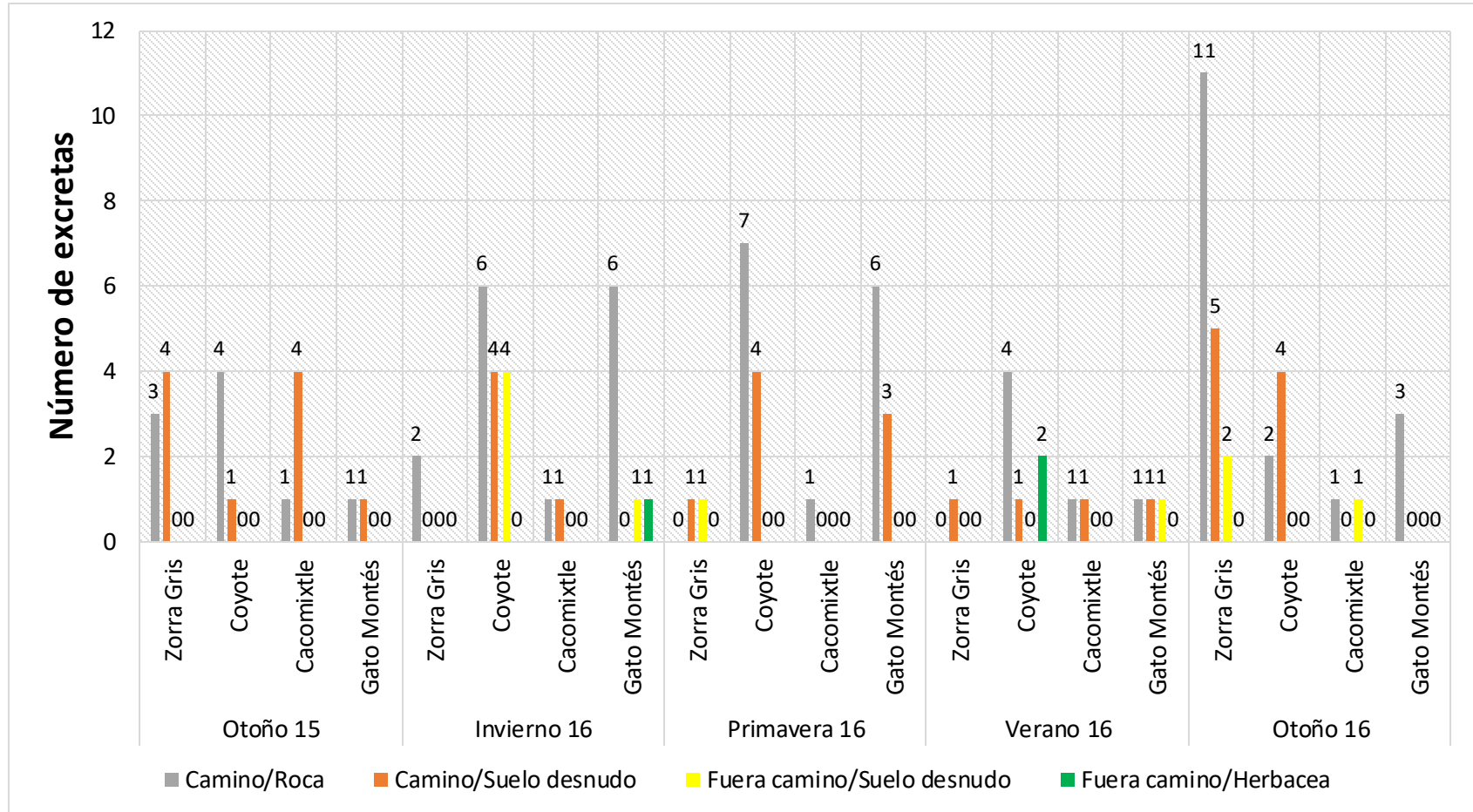


Figura 2.15 Dispersión de excretas por tipo de superficie, estación y dispersor.

Cabe mencionar que a pesar de que el análisis se realizó también de acuerdo al criterio de las coberturas de la vegetación, estas no fueron un factor importante para determinar la presencia de flores y frutos. Para la abundancia de flores en el dosel encontramos que las estaciones donde hubo un mayor porcentaje fueron en invierno y verano en ambas coberturas. Al término de las dos épocas de floración le siguieron los dos periodos de fructificación en las estaciones de primavera y otoño que presentaron los mayores porcentajes. Al final de la época de fructificación se esperó encontrar grandes cantidades de frutos maduros en el suelo, sin embargo los porcentajes fueron bajos y solo se presentaron en otoño y verano posiblemente por la alta depredación de lagomorfos e inclusive por los mamíferos dispersores.

La época de fructificación/mayor oferta de frutos de esta especie (primavera y verano) coincide con la mayor abundancia de semillas encontrada en las excretas, donde las estaciones de otoño del 2015 y 2016 fueron las de mayor proporción. De esta manera se corrobora que en la manzanita nuestra hipótesis planteada es correcta al coincidir la mayor cantidad semillas en las excretas con la época de mayor oferta de frutos.

Cuadro 2.6 Abundancia de flores y frutos en dosel y suelo en árboles de manzanita durante las cuatro estaciones del año.

Cobertura	Estación	Abundancia Flores (%)		Abundancia de Frutos (%)		Abundancia de Frutos en Suelo (%)		N
		Media	S	Media	S	Media	S	
Alta	Invierno	30.17	5.94	11.57	2.31	0.00		30
	Primavera	7.00	2.14	44.50	4.36	0.02	0.02	60
	Verano	29.58	3.51	17.50	3.03	4.75	1.67	60
	Otoño	0.33	0.20	35.17	3.95	4.33	1.49	60
Baja	Invierno	30.38	5.40	4.08	1.46	0.00		26
	Primavera	2.94	0.94	40.75	4.66	0.00		52
	Verano	42.79	4.42	13.37	2.84	2.02	1.08	52
	Otoño	1.15	0.85	52.29	4.60	4.33	1.35	52

2.5.5.2 Fenología de flores y frutos de táscate

Los resultados de las observaciones fenológicas de táscate se presentan en el Cuadro 2.7, donde sus frutos en etapa madura fueron incipientes, solo se registraron pocos indicios de flores y frutos en etapas tempranas sin embargo al avanzar las estaciones estos indicios no perduraron y murieron, por lo cual, los porcentajes bajos obtenidos fueron de estos indicios

y en consecuencia al no haber frutos en los doseles no se presentaron frutos en los suelos durante este periodo (Cuadro 2.7).

Practicamente durante cada estación del año se presentaron indicios de flores y frutos en los ejemplares sin embargo no prosperaban y morían o se secaban y se mantenían en el árbol. Las estaciones de primavera e invierno fueron las que presentaron los mayores porcentajes de floración aunque fuera bajos (7.3 y 6.1% respectivamente), mientras que para la fructificación fueron en las estaciones de invierno y primavera (3.8 y 7.3% respectivamente). Estos resultados son contrastantes con la abundancia de frutos en las excretas de los dispersores al existir gran presencia de esta especie, especialmente durante el otoño del 2015 y 2016 y al haber poca oferta en los árboles en estos meses. Por lo anterior, se puede sugerir que los frutos encontrados en e área de estudio pertenecen a otra área de la Sierra o ser frutos de nuestra misma área pero de años pasados que se encuentran en el suelo en forma de banco de semillas.

Cuadro 2.7 Abundancia de flores y frutos en dosel y suelo en árboles de táscate durante las cuatro estaciones del año.

Cobertura	Estación	Abundancia Flores (%)		Abundancia de Frutos (%)		N
		Media	S	Media	S	
Alta	Invierno	2.00	0.51	3.80	0.70	30
	Primavera	7.35	3.23	7.38	3.23	60
	Verano	0.33	0.06	0.33	0.06	60
	Otoño	0.12	0.04	0.12	0.04	60
Baja	Invierno	6.10	1.54	2.57	0.92	30
	Primavera	1.48	0.32	1.83	0.44	60
	Verano	0.73	0.29	0.73	0.29	60
	Otoño	0.30	0.19	0.30	0.19	60

2.6 DISCUSIÓN

Especies dispersoras de manzanita y táscate

Se encontraron cuatro especies de mamíferos que tuvieron algún aporte en la dispersión de la manzanita y el táscate. El criterio que se tomó para identificar a una potencial especie dispersora fue encontrar al menos una semilla de alguna de las dos especies vegetales y que su aparición fuese al menos una vez por cada estación del año. Por lo tanto, encontramos que no todos los mamíferos con dieta omnívora pueden ser dispersores y a pesar de encontrar excretas de otras especies que se pensó podían ser potenciales dispersoras (comadreja, mapache y zorrillo) no fueron tomados en cuenta por el criterio anterior; estos resultados concuerdan con Escribano-Ávila *et al.* (2015) quienes sugieren que no todas las especies de frugívoros presentes en una comunidad de dispersión tendrán el mismo impacto sobre la dinámica de regeneración de tierras abandonas y bosques, por lo cual, habrá especies que aporten una gran cantidad de semillas, otras con un menor número e inclusive se encontrarán mamíferos que tendrían otros efectos además de la dispersión a larga distancia (González-Varo *et al.*, 2013) como la escarificación de las mismas (Cypher y Cypher, 1999). Es importante tener en claro cuales son los potenciales dispersores animales de las especies vegetales, en este caso dos especies pioneras en los bosques templados, las cuales son indicadoras de disturbio y parte importante en el proceso inicial de la sucesión (Díaz-Núñez *et al.*, 2016). Un aspecto importante es que los diferentes grupos de potenciales dispersores pueden variar dependiendo del ecosistema, región, clima e inclusive de la composición florística del sitio.

Época de mayor dispersión

Respecto a la riqueza y abundancia de semillas en las excretas, los resultados obtenidos muestran que la estacionalidad del año es un factor determinante tanto para la presencia o ausencia como para la cantidad de semillas por muestra. Al transcurrir las estaciones la abundancia va cambiando y se refleja en el estudio en ambas estaciones de otoño del 2015 y 2016 que fueron las que presentaron el mayor número de semillas dispersadas por todas las especies animales, al avanzar a invierno disminuyó la abundancia en las excretas por la disminución también de la oferta de frutos en el dosel; ya en primavera y verano la cantidad de semillas comienza a aumentar poco a poco. Esto, probablemente

se debe a las etapas de floración y fructificación de las especies analizadas, aunque esto no necesariamente es igual entre ellas, como lo sugieren los dos ciclos anuales de fructificación de la manzanita y la falta de frutos del táscate en el año de observación. Sin embargo nuestros resultados contrastan en una estación, ya que el estudio fenológico mostró dos estaciones (primavera y otoño) de abundancia en la producción de frutos en el dosel en el área de estudio mientras que las semillas en excretas son abundantes solo en otoño, esto sugiere que habrían otros sitios en la Sierra con diferente fenología en estas especies vegetales de las cuales la fauna se alimenta y las semillas son llevadas hasta el área de estudio. De hecho, durante el otoño de 2016 se observaron táscates con frutos en Monte Grande, 7 km al norte de la zona de estudio, al mismo tiempo que en la zona de estudio no se encontraron frutos. Sin embargo, las excretas de zorra gris, coyote, cacomixtle y gato montés si contenían semillas de esta especie.

Relación entre fenología, estacionalidad y dispersión endozoocórica

Tomando en cuenta lo anterior, se observó la eficiencia del dispersor con respecto al número de semillas dispersadas en cada excreta, de tal manera que en otoño especialmente encontramos una relación positiva al ser mayor el número de semillas dispersadas que las excretas. La dispersión de la manzanita y el táscate por endozoocoria es constante durante todo el año al haber presencia de ambas especies en las excretas en cada estación. De esta manera, se sugiere que la abundancia de estas semillas está en función de la estacionalidad y pone en evidencia el aporte que tiene cada uno de estos mamíferos del orden carnívora al ecosistema, debido a que Zúñiga *et al.* (2008) afirman que las especies de este orden son oportunistas que consumen principalmente roedores y lagomorfos pero pueden llegar a diversificar su dieta con aves, artrópodos, peces, reptiles y cantidades considerables de frutos debido a que su alimentación varía espacial y temporalmente en función de la disponibilidad de alimento a consecuencia de la estacionalidad del año.

De igual manera, algunos pueden actuar de manera ocasional como agentes dispersores ya que sus altos requerimientos energéticos los obligan a consumir grandes cantidades de materia vegetal como los frutos cuando no consiguen alguna presa (Godínez-Álvarez *et al.*, 2002), afectando la ecología de las plantas y mostrando que el consumo de frutos está fuertemente influenciado por la estacionalidad (Campos y Ojeda, 1997), lo cual coincide con la presencia de algunas especies cuyos hábitos alimenticios tienen por

preferencia el consumo de roedores o presas más grandes, refiriendonos al coyote, cacomixtle y gato montés, cuya presencia a través de excretas fue confirmada en la Sierra Fría, aunque solo en algunas de ellas se evidenció el consumo de semillas de manzanita y táscate.

Por esta razón, es de importancia el análisis de la dieta de especies potenciales para determinar la cantidad de semillas que son consumidas. Estos estudios nos ayudan a comprender las relaciones tróficas del ecosistema dando aproximaciones de los impactos que se pueden estar produciendo en las poblaciones de las especies vegetales o animales que las consumen como lo indicó Korschgen (1969).

Adicionalmente, encontramos el aporte que tiene cada dispersor para la diseminación de estas especies vegetales en varios rubros. La zorra gris, mostró ser la especie con mayor importancia como dispersor de semillas durante todas las estaciones muestreadas, el coyote es la especie con mayor número de deposiciones de excretas, el cacomixtle a pesar de no tener una participación constante en las estaciones también mostró un aporte positivo de semillas. En el caso del gato montés cuya dieta es meramente carnívora, llama la atención que a pesar de sus hábitos alimenticios tuvo un aporte constante durante todas las estaciones dispersando ambas especies de semillas; si bien, no en cantidades considerables, si existió dispersión por endozoocoria en este felino. Encontrando pelo de conejo de campo particularmente de la especie *Sylvilagus floridanus* en todas las excretas que contuvieron semillas es que podemos argumentar que el gato montés es un dispersor indirecto de estas especies pioneras al tener como presa al conejo que a su vez tuvo como alimento el fruto del táscate.

Distribución espacial de excretas y semillas

Por otra parte, tenemos la distribución espacial de las excretas en el ecosistema, donde la mayoría fueron depositadas dentro de los caminos de terracería. Dentro de los mismos la preferencia fue depositar encima de las rocas siendo el coyote la especie con mayor número de deposiciones en este microhábitat; en segundo lugar se encontraron las excretas dentro de caminos pero en suelo desnudo y un pequeño porcentaje fuera de ellos. Lo ideal para las semillas sería que las excretas por las cuales son dispersadas fueran colocadas fuera de los caminos e inclusive si fuera dentro, que fuese en suelo desnudo y de esta forma tener una mayor probabilidad de germinación y establecimiento. En el caso

de las semillas que son depositadas sobre superficies duras o de fácil desecación es un factor que inhibe la germinación y establecimiento, pues algunas semillas son recalcitrantes y difícilmente logran establecerse, o bien, trasladarse a otros sitios por el viento, tal y como lo sugiere Guariguata (1999). Así bien, las semillas que están en los caminos podrían ser transportadas de manera indirecta por dispersores secundarios (ratones, insectos, etc) fuera de los caminos a sitios seguros al tratar de depredarlas; si bien, algunas serían ingeridas cabe la posibilidad que otras sean llevadas de manera accidental (Escribano-Ávila *et al.*, 2014).

La distribución y deposición de las excretas varía de acuerdo a la región, ecosistema y dispersor, ya que nuestros resultados varían con respecto al estudio de Escribano-Ávila *et al.* (2014) al mencionar que los carnívoros depositan sus excretas en su mayoría bajo arbustos debido a su comportamiento que se utiliza para la demarcación territorial, la generación de un patrón de reclutamiento no relacionados espacialmente a enebros españoles (*Juniperus thurifera*) establecidos.

A pesar de que la mayoría de las deposiciones se realizaron en caminos y retomando el comentario anterior del sitio seguro para la llegada de las semillas, es que se toma la importancia de los caminos también como sitio predilecto para las deposiciones de los mamíferos. Aunque Suárez-Esteban *et al.* (2013) sugieren que los caminos o senderos pueden promover la dispersión de las semillas nativas, incluso sobre largas distancias y son una característica del paisaje al recibir semillas de muchos arbustos frutales carnosos nativos, es probable que no siempre constituyan un factor de corredor biológico, por el contrario, una alta densidad de rutas de traslado fomenten altos índices de fragmentación (Oliver y Larson, 1996).

El mayor número de semillas dispersadas se encontraron en sitios con bajas coberturas, es decir sitios abiertos (<50% de dosel); estos resultados concuerdan con lo mencionado por Matías *et al.* (2010) al sugerir que los mamíferos endozoocóricos dispersan aún más semillas en hábitats degradados (sitios abiertos, plantaciones, campos agrícolas abandonados y matorrales post fuego) y esto les genera una ventana de oportunidad teniendo menor competencia y mayor disponibilidad de nutrientes (Keeley y Bond 1999). Esto sugiere que los sitios con coberturas bajas que representan parches con disturbios son sitios recorridos por la fauna para realizar deposiciones y las semillas contenidas tendrán mayor probabilidad de reclutamiento al tener menor competencia por los recursos.

2.7 CONCLUSIONES

1. La hipótesis planteada fue correcta para la manzanita al verificar que la abundancia de las semillas en las excretas depende totalmente de las estaciones donde se presenta una mayor oferta de frutos, en nuestro caso la estación de otoño del 2015 y 2016. Sin embargo para el táscate no pudo verificarse lo anterior al presentar una oferta muy baja de frutos en los árboles y al haber abundancia de semillas en las excretas.
2. El gremio de dispersores tuvo una variabilidad en la dispersión de semillas, la zorra gris dispersó el 94% de semillas, el coyote el 39% y por último el gato montés al no ser estrictamente omnívoro presentó un aporte a la dispersión como dispersor secundario.
3. La mayor cantidad de semillas dispersadas en las excretas estuvieron presentes en las bajas coberturas (70%), por lo cual, si estas llegan a estar en un sitio seguro tendrán mayor posibilidad de establecerse.
4. La estacionalidad es el factor determinante en la presencia y abundancia de semillas en las excretas. La estación posterior a la de mayor abundancia de frutos en los doseles (otoño) determinó la abundancia de semillas en las excretas.
5. A pesar de que la mayor cantidad de excretas se encontraron dentro de los caminos, prácticamente la mitad del total estuvieron en un sitio ideal para la germinación de las semillas (fuera del camino o en el suelo desnudo dentro de él).
6. El rol que desempeñan los mamíferos en el paisaje es un factor importante en la distribución espacial de las semillas, especialmente aquellas de las especies vegetales que tienen un papel importante como pioneras y/o nodriza.

2.8 BIBLIOGRFÍA

- Aranda-Sánchez, J. M. 2012. Manual para el Rastreo de Mamíferos Silvestres de México (C. N. p. e. C. y. U. d. I. B. (CONABIO) Ed. Primera ed.). México, D.F.
- Benayas, J. M. R., Bullock, J. M. y Newton, A. C. 2008. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329-336. doi:10.1890/070057.
- Chapa-Bezanilla, D., Sosa Ramírez, J. y de Alba Ávila, A. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y bosques*, 14, 37-51.
- Chazdón, R. L. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics*, 6(1-2), 51-71 pp. doi:10.1078/1433-8319-00042.
- Chazdón, R. L. 2008. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458-1460. doi:10.1126/science.1155365.
- Campos, C. y Ojeda, R. 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments*, 707-714 pp. doi:10.1006/jare.1996.0196.
- Correa, D., Álvarez, E. y Stevenson, P. 2015. Plant dispersal systems in Neotropical forests: availability of dispersal agents or availability of resources for constructing zoochorous fruits?. *Global Ecology and Biogeography*, 203-214 pp. doi:10.1111/geb.12248.
- Cypher, B. y Cypher, E. 1999. Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *The American Midland Naturalist.*, 71-76 pp. doi:http://dx.doi.org/10.1674/00030031(1999)142[0071:GROTSI]2.0.CO;2.
- De Noir, F. A. 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. ISSN: 0328-0543. *Revista de Ciencias Forestales*, 140-150 pp.
- Díaz, S., Wardle, D. A. y Andy, H. 2009. Incorporating biodiversity in climate change mitigation initiatives. En N. Shahid, D. E. Bunker. H. Andy, M. Loreau y C. Perrings, *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing* (Capítulo 11). Oxford University Press, London, England.
- Díaz-Núñez V., J. Sosa-Ramírez y D. R. Pérez-Salicrup, 2016. Vegetation patch dynamics and tree diversity in a diverse conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical Science*. Vol. 94 (2): 229-240 pp.
- Escribano-Ávila, G., Calvino-Cancela, M., Pías, B., Virgos, E., Valladares, F. y Escudero, A. 2014. Diverse guilds provide complementary dispersal services in a woodland expansion process after land abandonment. *Journal of Applied Ecology*, 51(6), 1701-1711 pp. doi:10.1111/1365-2664.12340.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Sanz-Perez, V., Virgos, E., Escudero, A. y Valladares, F. 2013. Spanish juniper gain expansion opportunities by counting on a functionally diverse dispersal assemblage community. *Ecology and Evolution*, 3(11), 3751-3763 pp. doi:10.1002/ece3.753.
- Escribano-Ávila, G., Sanz-Perez, V., Pías, B., Virgos, E., Escudero, A. y Valladares, F. 2012. Colonization of Abandoned Land by *Juniperus thurifera* Is Mediated by the Interaction of a Diverse Dispersal Assemblage and Environmental Heterogeneity. *Plos One*, 7(10). doi:10.1371/journal.pone.0046993.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Escudero, A. y Virgós, E. 2015. Importancia ecológica de los mamíferos frugívoros en la dinámica de regeneración de campos abandonados en

- ambientes mediterráneos. *Asociación Española de Ecología Terrestre.*, 24(3), 35-42 pp. doi:10.7818/ECOS.2015.24-3.06.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R. y Snyder, P. K. 2005. Global consequences of land use. *Science*, 570–574 pp. doi:10.1126/science.1111772.
- Godínez-Álvarez, H., Valiente-Banuet, A. I. y Rojas-Martínez, A. 2002. The role of seed dispersers in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. ISSN: 0012-9658. *Ecology*, 2617-2629 pp.
- González-Varo, J. P., López-Bao, J. V. y Guitián, J. 2013. Functional diversity among seed dispersal kernels generated by carnivorous mammals. *Journal of Animal Ecology*, 562–571 pp. doi:10.1111/1365-2656.12024.
- Guariguata, M. R. 1999. Early response of selected tree species to liberation thinning in a young secondary forest in Northeastern Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 124(2-3), 255-261. doi:10.1016/s0378-1127(99)00072-9.
- Herrera, C. M. 1985. Determinants of plant-animal coevolution - the case of mutualistic dispersal of seeds by vertebrates. *Oikos*, 44(1), 132-141 pp. doi:10.2307/3544054.
- Herrera, C. M. 1989. Frugivory and seed dispersal by carnivorous mammals, and associated fruit characteristics, in undisturbed mediterranean habitats. *Oikos*, 55(2), 250-262 pp. doi:10.2307/3565429.
- Jenkins, M. 2003. Prospects for Biodiversity. doi: 10.1126/ science.1088666. *Science*, 1175–1177 pp.
- Jordano, P., Garcia, C., Godoy, J. A. y Garcia-Castano, J. L. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(9), 3278-3282 pp. doi:10.1073/pnas.0606793104.
- Keeley, J.E., M. Keeley y W.J. Bond. 1999. Stem demography and post-fire recruitment of a resprouting serotinous conifer. *Journal of Vegetation Science* 10: 69-76
- Korschgen, L. J. 1969. Procedure for food-habits analyses. *The wildlife Investigational Techniques.*, 233-250 pp.
- Lamb, D., Erskine, P. D. y Parrotta, J. A. 2005. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310(5754), 1628-1632 pp. doi:10.1126/science.1111773.
- Laurance, W. F. y Williamson, G. B. 2002. Positive Feedbacks among Forest Fragmentation, Drought, and Climate Change in the Amazon. *Conservation Biology*, 1529–1535 pp. doi:10.1046/j.1523-1739.2001.01093.x.
- Matías, L., Zamora, R., Mendoza, I. y Hodar, J. A. 2010. Seed Dispersal Patterns by Large Frugivorous Mammals in a Degraded Mosaic Landscape. *Restoration Ecology*, 18(5), 619-627 pp. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00475.x.
- Minnich, R., Sosa-Ramírez, J., Franco, V. y Barry, W. Y. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 23-29 pp.
- Montiel, S. 2000. Vertebrate frugivory and seed dispersal of a Chihuahuan Desert cactus. doi: 10.1023/A:1009819419498. *Plant Ecology*, 221-229 pp.
- Murray, K. G., Russell, S., Picone, C. M., Winnettmurray, K., Sherwood, W. y Kuhlmann, M. L. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores - consequences for plant reproductive success. *Ecology*, 75(4), 989-994 pp. doi:10.2307/1939422.
- Nova J. S. 2012. *The Wildlife Techniques Manual: Volume 1: Research. Volume 2: Management.* Ed The Johns Hopkins University Press. 7ma edición. Baltimore, Maryland, USA. 686 y 414 pp.
- Oliver, C. D. y B. C., Larson. 1996. *Forest Stand Dynamics.* New York, USA. McGraw-Hill. 520 p

- Peters, E. B., Wythers, K. R., Bradford, J. B. y Peter, B. 2013. Influence of Disturbance on Temperate Forest Productivity. *Ecosystems*, 95–110 pp. doi:10.1007/s10021-012-9599-y.
- Rocas, A. N. 1982. Estructuras y clasificación de semillas forestales mexicanas. *Revista de Ciencias Forestales*.
- Rodrigues, R. R., Gandolfi, S., Nave, A. G., Aronson, J., Barreto, T. E., Vidal, C. Y. y Brancalion, P. H. S. 2011. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1605-1613 pp. doi:10.1016/j.foreco.2010.07.005.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. México, D.F.: Limusa.
- SEDES. 1995. Programa Integral de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Fría. Aguascalientes: SEDES.
- Silverstein, R. P. 2005. Germination of native and exotic plant seeds dispersed by coyotes (*Canis latrans*) in Southern California. *The Southwestern Naturalist.*, 472-478 pp. doi: [http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909\(2005\)050\[0472:GONAEP\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1894/0038-4909(2005)050[0472:GONAEP]2.0.CO;2).
- Suárez-Esteban, A., Delibes, M. y Fedriani, J. M. 2013. Barriers or corridors? The overlooked role of unpaved roads in endozoochorous seed dispersal. *Journal of Applied Ecology*, 50, 767–774 pp. doi: 10.1111/1365-2664.12080.
- Turner, M. G. 2010. Disturbance and landscape dynamics in a changing world. *Ecology*, 2833–2849 pp. doi:10.1890/10-0097.1.
- Willson, M. F. 1993. Mammals as seed-dispersal mutualists in north-america. *Oikos*, 67(1), 159-176 pp. doi:10.2307/3545106.
- Zúñiga, A., Muñoz-Pedreros, A. y Fierro, A. 2008. Dieta de *Lycalopex griseus* (GRAY, 1837) (Mammalia: Canidae) en la depresión intermedia del sur de Chile. *Gayana*, 113-116 pp. ISSN 0717-6538.

CAPÍTULO III

**VIABILIDAD Y GERMINACIÓN ESTACIONAL EN SEMILLAS DE
MANZANITA Y TÁSCATE CON ENDOZOOCORIA Y SIN
ENDOZOOCORIA.**

RESUMEN

Es probable que la dispersión de semillas en numerosas especies de plantas se logre alcanzar a través del proceso de endozoocoria; no obstante, la germinación y establecimiento depende de un conjunto de factores como: latencia, viabilidad, tamaño de semilla, madurez y daño por insectos. En 2015 y 2016 se condujo un estudio ecofisiológico para estimar la viabilidad y germinación en semillas de manzanita y táscate con y sin endozoocoria a partir de excretas de zorra gris, coyote y otros mamíferos. Se usaron semillas de excretas y de los doseles de manzanita y táscate; las semillas de excretas y dosel se sometieron a una prueba de rayos X para determinar su viabilidad a través de un análisis por densitometría óptica. Las semillas de dosel se dividieron en dos partes, una parte fue escarificada con ácido sulfúrico para la manzanita y con agua caliente para el táscate; la otra parte fue usada como control (sin escarificar). Las semillas provenientes de excretas, junto a las de dosel se sometieron a una prueba de germinación por 63 días en una cámara a 25 C sin luz. Se realizaron pruebas de separación de medias de Fisher para comparar la viabilidad y germinación de semillas provenientes de excretas con respecto a las semillas control. Por lo cual, el objetivo fue identificar el porcentaje de viabilidad y germinación en semillas de manzanita y táscate con endozoocoria y sin endozoocoria. Los rayos X mostraron que el 40% de los frutos de táscate presentaron perforaciones en las testas por insectos parásitos (posiblemente barrenadores del género *Bruchidae*), mientras que las de manzanita presentaron más del 90% de viabilidad. Respecto a la germinación, se obtuvo únicamente en táscate en un porcentaje bajo (menos del 13%), mientras que en manzanita no hubo germinación, sin embargo el porcentaje fue mayor en las dispersadas por el gato montés sin ser un legítimo dispersor por su calidad de carnívoro.

ABSTRACT

The seed dispersal in numerous plant species is likely to be achieved through the endozoochory process; however, germination and establishment depends on a set of factors such as latency, viability, seed size, maturity and insect damage. In 2015 and 2016 an ecophysiological study was conducted to estimate viability and germination in manzanita and táscate seeds with and without endozoochory from scats of gray fox, coyote and other mammals. Seeds were used both from scats and the manzanita and táscate canopies; the scats and canopy seeds were subjected to an X-ray test to determine their viability through an optical density analyzer. The canopy seeds were divided into two parts, one part scarified with sulfuric acid for the manzanita and with hot water for the táscate; the other part was used as control (without scarification). The seeds from scats and those found next to the canopy were submitted to a germination test for 63 days in a chamber at 25 °C without light. Fisher-stocking tests were performed to compare the viability and germination of seeds from scats with respect to control seeds. Therefore, the objective was to identify the percentage of viability and germination in manzanita and táscate seeds with endozoochory and without endozoochory. X-rays showed that 40% of the fruits of the táscate presented perforations in the testa of seeds caused by parasitic insects (possibly borers of the genus *Bruchidae*), while those of manzanita presented more than 90% viability. Regarding the germination of táscate seeds, it was obtained only in a low percentage (less than 13%), whereas in manzanita there was no germination; however, the percentage was higher in those dispersed by the wildcat without being a legitimate disperser because of it being a carnivore.

3.1 INTRODUCCIÓN

La germinación, el crecimiento de plántulas y la supervivencia son algunos de los procesos más limitantes en la regeneración de los árboles y la colonización de los parches forestales (Harper, 1977) y están estrechamente vinculados a la dispersión de semillas que proporcionan filtros ambientales e interacciones bióticas que actúan para determinar el establecimiento, los patrones espaciales de las poblaciones de plantas (Nathan y Muller-Landau, 2000), el flujo de genes y la estructura genética (Bacles *et al.*, 2006; García y Grivet, 2011).

La dispersión de la semilla en numerosas especies de plantas se alcanza con el proceso de endozoocoria en el que las plantas producen los frutos carnosos nutritivos que son consumidos por los animales y que defecan más adelante las semillas (Cypher y Cypher, 1999). Schupp *et al.* (2010) establecieron que los rasgos de los frugívoros determinan el llamado componente cualitativo de la dispersión de semillas, que describe la eficacia o calidad de cada dispersor (DQ) en términos de probabilidad de reclutamiento; tiene dos subcomponentes: (1) la calidad del tratamiento de una semilla que se le da en el hocico y el intestino que influye en la rotura de latencia de las semillas y germinación; y (2) la calidad de la deposición de semillas determinada por el patrón de deposición y de aglutinación de dispersores e idoneidad del microhábitat para la supervivencia y germinación de las semillas y su posterior supervivencia y crecimiento.

Se considera que se necesita de un conjunto de factores para que la semilla dispersada por la fauna logre germinar y establecerse. Dentro de los múltiples factores comenzaremos con los rasgos morfológicos de los animales como el ancho del hocico abierto (Rey *et al.*, 1997), la longitud del intestino y el tamaño del cuerpo que también son importantes para la dispersión de semillas. Por ejemplo, un cuerpo de tamaño más grande está relacionado con un tiempo mayor de retención de las semillas en el intestino y promueve una dispersión a una larga distancia según los estudios proporcionados por Figuerola *et al.* (2010) y Spiegel y Nathan (2007), patrones de deposición más agrupadas (Howe, 1989) y la baja capacidad de germinación según los trabajos de Traveset (1998), Traveset y Verdú (2002) y Cypher y Cypher (1999) de las semillas debido a daños por enzimas o una mejora en el tiempo y porcentaje de germinación.

Así también encontramos que el tamaño de la semilla es importante en términos de la dinámica de reclutamiento (Galetti *et al.*, 2013), ya que, las semillas más pequeñas podrían tener una desventaja espacial y competitivamente en ambientes menos adecuados, tales como los parches alterados recientemente colonizados (Escribano-Ávila *et al.*, 2013). También el tamaño de la semilla puede determinar el éxito de germinación, ya que al contener semillas pequeñas en excretas como parte del proceso de dispersión es muy probable que estas aún se encontrasen en una etapa temprana de crecimiento lo cual sería un obstáculo al momento de la germinación. Por otra parte, los mamíferos tienen grandes áreas de distribución y de alto tiempo de retención en el intestino, que les permiten, sobretodo a los frugívoros ser vectores clave para la dispersión a larga distancia (Hickey *et al.*, 1999; Otani, 2002; Jordano *et al.*, 2007), sin embargo, el paso del fruto a través del tracto gastrointestinal de los animales puede tener un efecto benéfico, perjudicial o neutro en las semillas como lo determinó Murray *et al.* (1994).

Uno de los aspectos que se debe tener en cuenta para determinar el éxito de la germinación de las semillas dispersadas es la dormancia definida por Taylorson y Hendricks (1977) como una detención en el desarrollo de los embriones de las semillas, brotes, o esporas bajo condiciones adecuadas para el crecimiento y se expresa antes de la emergencia de la radícula de las semillas. Pearson *et al.* (1999) estimaron que el rompimiento de la dormancia de semillas puede estar controlado por factores internos o externos. En el primer caso se relaciona con la maduración de la semilla, ya sea antes de que ésta sea dispersada o posterior a su dispersión. En el segundo caso se relaciona con aspectos físicos, como la impermeabilidad de la testa, que impide que el embrión entre en contacto con el agua, la luz o el oxígeno, principales detonantes del desarrollo del embrión.

Por otra parte, el tipo de dormición que presenta la semilla de la manzanita es físico ya que Márquez-Linares (2004) encontró que mediante escarificación mecánica el 34% de las semillas germinaron. Este tipo de dormición es característico de especies con semillas de cubierta dura y se produce por la impermeabilidad de la testa al agua o a los gases atmosféricos (Pearson, 1999). En las semillas de las especies del género *Juniperus*, Young y Young (1992) mencionan que la mayoría presentan latencia o dormancia fisiológica. Otro aspecto a tomar en cuenta es la escarificación y Márquez-Linares (2004) la define como una técnica utilizada para abrir/debilitar la cutícula o estructura externa de las semillas, de esta manera la radícula podrá abrirse paso entre la misma para producir la germinación adecuada. El mismo autor menciona que la escarificación de la semilla de la manzanita

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

puede ser por diferentes mecanismos y realizó diferentes métodos para romper la dormancia de estas semillas, como la escarificación para simular el efecto de temperaturas de incendios, con temperatura seca, con hojarasca, con bajas temperaturas y la escarificación por fauna a través de las excretas. Además de los métodos realizados por este autor, existe el método del ácido clorhídrico, el cual se usa también para romper la dormancia de la semilla.

Para el táscate, Vázquez-Yanes *et al.* (1999) mencionan en primer término que las semillas se deben estratificar en frío a 5°C por 30 a 120 días (lo común son 60 días) y en segundo término se escarifican, se enjuagan con agua caliente y se remojan por seis horas. Zamora-Serrano *et al.* (2012) usaron varios métodos para la escarificación del táscate como el almacenamiento en frío a 5°C por dos meses, en frío a 5°C por un mes, el secado al sol por 15 días y 8 horas, remojo y secado 4 veces, más inmersión en ácido giberélico por 2 días y la inmersión en ácido sulfúrico (100%) por dos horas.

Dentro de la dispersión por la fauna hay que tener en consideración el tiempo de retención de la semilla en el tracto digestivo. Por esta razón, Cypher y Cypher (1999) enfatizan la manera en la que la semilla transita en el tracto digestivo, ya que si la semilla viaja sin ninguna protección (vaina o pedazos de mesocarpio) quedará con exposición prolongada a las enzimas gastrointestinales lo que reducirá la germinación; si va acompañada de trozos de mesocarpio o vaina, producirá un efecto laxante y el tiempo de retención de la semilla en el tracto será menor, tendrá menos tiempo de exposición a las enzimas y producirá un efecto mayor en la viabilidad y germinación. Si va acompañada de componentes animales conllevará un mayor tiempo de retención, ya que se requiere de más tiempo para asimilar estos componentes, lo que afectará la semilla por estar a un mayor tiempo de exposición a las enzimas y causará una germinación pobre. Debido a este factor tan estrecho entre las especies animales con las vegetales es que se afirma que existe un proceso de coevolución entre estas. Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar el porcentaje de viabilidad y germinación en semillas de manzanita y táscate con endozoocoria y sin endozoocoria. La hipótesis planteada supone que el tránsito de las semillas de manzanita y táscate a través de los tractos digestivos de zorra gris, coyote y otros mamíferos endozoocóricos produce un mayor porcentaje y velocidad de germinación.

3.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se consideraron dos tratamientos: con endozoocoria (semillas que pasaron por el tubo digestivo del animal contenidas en las excretas) y sin endozoocoria (semillas tomadas directamente del dosel o debajo de la planta).

3.2.1 Prueba preliminar para determinar viabilidad de semillas

Antes de realizar las pruebas de germinación se realizó una prueba preliminar con la finalidad de probar diferentes protocolos para semillas de manzanita y táscate, y de esta manera seleccionar aquel que nos permita trabajar de manera adecuada de acuerdo a los requerimientos que necesitan estas semillas en el ecosistema.

Se realizó una prueba de viabilidad por el método de flotación donde se usaron 200 semillas de manzanita (100 grandes y 100 chicas) y 200 de táscate (100 grandes y 100 chicas). Estas se sumergieron en agua común y corriente en dos vasos de precipitados de vidrio con aproximadamente 1 litro cada uno. En un vaso se colocaron las semillas chicas de manzanita y en el otro las de táscate donde se dejaron sumergir por 10 minutos para tener la certeza de que no hubieran semillas que se quedasen a la mitad del vaso. Una vez pasado el tiempo se contaron las semillas que se quedaron en la superficie, las cuales son consideradas como inviables al flotar por la ausencia de un embrión que cause el hundimiento; este número de semillas flotantes se restó de 100 para conocer las semillas viables. Este mismo procedimiento se repitió para las semillas grandes de cada especie (Figura 3.1).

3.2.1.1 Prueba preliminar de germinación.

Se usaron 100 semillas chicas y 100 grandes de manzanita que fueron organizadas en 4 repeticiones (cajas de Petri) de 25 semillas por caja, (4 repeticiones para semillas chicas y 4 para semillas grandes).



Figura 3.1 Prueba de viabilidad por flotación en semillas grandes y chicas de táscate.

Para táscate también se usó la misma cantidad de semillas grandes y chicas (100 y 100) y la misma cantidad de repeticiones y semillas por caja.

A cada caja se le colocaron 3 capas de papel filtro para lograr mantener la humedad y se acomodaron las semillas en 5 filas de 5 semillas cada una (Figura 3.2).



Figura 3.2. Cajas de Petri con semillas de táscate usadas en la prueba preliminar.

A cada caja se le colocaron 3 ml de agua destilada, se cerraron y sellaron con parafilm para evitar el escape de la humedad y se etiquetaron de acuerdo a la repetición, especie y

tamaño de la semilla. Posteriormente se incubaron por 65 días en una cámara de germinación Lab Line modelo Imperial III a una temperatura de 25 °C (Figura 3.3). Las cajas se revisaron semanalmente y se registró el número de semillas germinadas por caja.



Figura 3.3 Repeticiones de semillas de manzanita y táscate en incubadora.

3.2.2 Semillas sin endozocoria

Las semillas sin endozocoria fueron colectadas de frutos maduros del dosel. Para la manzanita se colectaron 30 frutos por cada cuadrante (12 en total). Para el táscate solo se colectaron frutos de la localidad de Monte Grande, ya que no se encontraron frutos de esta especie en las áreas de estudio. Para táscate también se colectó un total de 360 frutos, todas de Monte Grande.

3.2.3 Semillas con endozocoria

Todas las semillas de manzanita y táscate provenientes de las excretas fueron consideradas con endozocoria.

3.2.4 Prueba de viabilidad con rayos X

Antes de realizar la prueba de germinación, se llevó a cabo la prueba de viabilidad para verificar si las semillas tanto de las excretas como las tomadas directamente del dosel

estaban vivas y viables para su germinación. Para ello se empleó la técnica de Rayos X siguiendo la metodología propuesta por De La Garza y Nepamuceno (1986), donde se usaron hojas de papel acetato que contuvieron las semillas a analizar a fin de determinar el porcentaje de semillas vacías sobre la base de la densidad de las radiografías; de este modo se identificaron las semillas viables (semillas con embriones bien desarrollados) y semillas no viables (aquellas con daños mecánicos, malformadas, sin embrión o vacías). Cabe mencionar que se aplicó la técnica anterior con modificación de Guerrero-Velázquez (2015) en base al tratamiento con semillas forestales en la cual, se tomaron muestras de semillas contenidas en cada excreta y por cuadrante directamente del dosel.

Se usó un equipo de rayos X de la marca Faxitron X-Ray Corporation del banco de germoplasma en la Gerencia Estatal de la CONAFOR en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. El sistema completo estuvo integrado por el aparato de rayos X y un programa digital instalado en la computadora el cual permitió generar las imágenes y editarlas (Figura 3.4).



Figura 3.4 Aparato Faxitron X-Ray Corporation usado para el análisis de las semillas forestales .

El equipo fue calibrado mediante calefacción a 20 Kv por 200 s donde al final tomó una imagen de prueba. Una vez calibrado, las semillas de cada excreta se colocaron en líneas que contenían un cierto número sobre hojas diferentes de papel acetato dependiendo del tamaño de cada muestra (máximo 50 semillas).

Cada grupo de semillas provenientes de excreta y dosel se etiquetó con el número de muestra (excreta) en la misma imagen digital y se verificó que todas las semillas quedaran ordenadas dentro del espacio indicado para la lectura, además se colocó una semilla en el centro con la finalidad de que el aparato a través del uso de lasers indicadores tuviera una referencia para proceder con la elaboración de la imagen (Figura 3.5). Una vez colocadas y fijadas las semillas de las excretas y del dosel en el papel se cerró la compuerta del aparato.



Figura 3.5 Colocación de semilla de referencia en el centro del aparato para la lectura.

A continuación se sometieron a un tratamiento de rayos X por 10s y 22kv de intensidad dentro del aparato el cual generó imágenes digitales que eran visibles en la computadora. Una vez generada la imagen el mismo programa tenía la facilidad de etiquetar en la misma los datos de cada muestra. Cabe mencionar que en una misma imagen se pudieron ver varias muestras de excretas que contenían un número reducido de semillas con la finalidad de hacer eficiente el proceso con menos tiempo y haciendo uso del espacio del papel (Figura 3.6). Una vez etiquetadas las imágenes se procedió a guardarlas en el sistema para su posterior análisis de densitometría óptica.



Figura 3.6 Placa usada para la lectura de semillas de táscate colocadas encima de una hoja de acetato. Solo se realiza la lectura dentro de las marcas en la esquina

Para el análisis de densitometría óptica se realizaron tres categorías para evaluar el estado de la semilla de acuerdo a las imágenes de rayos X. Cada semilla sin importar la procedencia (excreta o dosel) se observó y clasificó en alguna de las tres. Las categorías usadas fueron:

- Semillas normales: aquellas que no presentaron daño mecánico, desgaste o que estuvieran incompletas
- Semillas incompletas/rotas: aquellas que presentaron daños mecánicos (por masticación de los depredadores) o que no presentaron un desarrollo completo.
- Semillas con testas perforadas/anormales: aquellas que presentaron perforaciones por parásitos, así como avistamientos de parásitos en el embrión y testas con muestras de desgaste.

Para determinar el análisis de los datos en la viabilidad de las semillas, se basó en los datos resultantes de la densitometría óptica a partir de la clasificación anterior.

Todas las semillas (de excreta y de dosel) fueron clasificadas como normales y viables (aquellas que no presentaron daño) o anormales (no viables).

3.2.5 Prueba de germinación

Las muestras de excretas y del dosel se sometieron a pruebas de germinación independientes

La prueba de germinación se realizó en una cámara germinadora con temperatura controlada a 25°C por dos meses. Las semillas de dosel y de excretas fueron colocadas en cajas de Petri con papel absorbente y algodón previamente humedecidas, de acuerdo al manual de semillas forestales de Antonio-Bautista, (2012). El número de semillas por caja fue variable según la cantidad de semillas disponibles de cada excreta. Cabe señalar que las excretas mostraron desde 1 hasta 208 semillas). Por esta razón las pruebas de germinación realizadas en las cajas de Petri se realizaron con un mínimo de una semilla y hasta un máximo de 50. En todos los casos se usó una caja Petri por cada excreta (Figura 3.7). Todas las cajas fueron monitoreadas semanalmente, registrándose el número de semillas germinadas por caja. El porcentaje de germinación por caja fue calculado dividiendo las semillas germinadas entre el total de semillas en la caja.



Figura 3.7 Prueba de germinación en Caja de Petri con 25 semillas de manzanita

En algunos casos se usaron cajas con división para colocar semilla de dos excretas y hacer uso más eficiente del espacio y recursos (Figura 3.8).



Figura 3.8 Cajas de Petri con división y semillas de táscate de dos excretas.

Para el tratamiento sin endozoocoria se realizaron 24 cajas de 30 semillas cada una (12 para manzanita y 12 para táscate). Una parte de las semillas sin endozoocoria fueron previamente tratadas para escarificarlas. La prueba de germinación tanto para la manzanita como para el táscate con y sin endozoocoria, así como con y sin escarificar se basó en la técnica de Herminio (2003) con modificaciones. Todas las cajas recibieron 6 ml de agua destilada antes de sembrar la semilla. Las cajas ya sembradas fueron selladas con parafilm y mantenidas por 63 días en la cámara de germinación. Esta prueba comenzó el 5 de septiembre del 2016 y terminó el 7 de noviembre del mismo año.

3.2.6 Escarificación de manzanita y táscate

La semilla de táscate fue tratada con agua caliente y la de manzanita fue tratada con ácido sulfúrico al 98%.

En el caso de manzanita se tomaron 15 semillas de cada repetición y se colocaron en frascos de vidrio pequeños previamente etiquetados según la muestra. A continuación, bajo una campana se colocaron 4 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98% en cada frasco, de tal manera que se cubriera la totalidad de las semillas (Figura 3.9).



Figura 3.9 Frascos con semillas de manzanita escarificadas con ácido sulfúrico al 98%.

El ácido se mantuvo en contacto con la semilla por 15 minutos y posteriormente se retiró el ácido y se removió el exceso con cinco lavados con agua corriente de la llave. Las semillas se colocaron en cajas con división previamente etiquetadas con la fecha y el tratamiento “E” (escarificación) y “Sin E” (sin escarificación) (Figura 3.10).



Figura 3.10 Caja de Petri con semillas de manzanita. Izquierda semillas escarificadas con ácido, “E”. Derecha semillas sin escarificar, tomadas directamente del dosel, “Sin E”.

Escarificación de táscate

Para esta prueba solo se usó agua caliente. Cada muestra de 15 semillas se colocó en pequeñas bolsas de tela de nylon previamente etiquetadas según la muestra. Posteriormente las bolsas con las semillas se colocaron en un baño María por dos horas a una temperatura constante de 55 °C (Figura 3.11).



Figura 3.11 Escarificación de semillas de táscate con agua caliente en baño María.

El uso de las bolsas de nylon fue para permitir el paso del agua caliente a través de la misma y que estuviera en contacto con la testa de la semilla para reblandecer o ir degradandola. Al transcurrir las dos horas se sacaron las bolsas y cada muestra de semillas se colocó en cada caja de Petri con división con el registro pertinente, donde las leyendas usadas fueron las mismas que con las cajas para la manzanita (E y Sin E) (Figura 3.12).



Figura 3.12 Caja de Petri con semillas de táscate. Izquierda semillas escarificadas con baño María, "E". Derecha semillas sin escarificar "Sin E".

3.2.7 Organización de las muestras de semilla y diseño de las pruebas de viabilidad y germinación.

La organización y diseño de las pruebas de viabilidad y germinación se resume en el cuadro 3.1. El cuadro muestra las características de las muestras usadas para las pruebas de viabilidad y germinación, su procedencia, la especie de semilla, sus cantidades, entre otras.

Cuadro 3.1 Características de las muestras de semilla usadas para las pruebas de viabilidad y germinación.

No. de Muestra	Tipo de muestra	Área de procedencia	Especie Semilla	Especie Dispersor	Total de semillas
1	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	29
2	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	50
3	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	50
4	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	32
5	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	42
6	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	23
7	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	10
8	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	1
10	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Coyote	6
11	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Coyote	2
12	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Coyote	17
13	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Cacomixtle	7
14	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Cacomixtle	3
15	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Cacomixtle	26
17	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Cacomixtle	3
18	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Gato Montés	5
19	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Gato Montés	1
20	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Zorra gris	50
21	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	3
27	Excreta	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	2
29	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Coyote	1
34	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	1
41	Excreta	Águila	<i>Juniperus deppeana</i>	Gato Montés	1
45	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Gato Montés	5
54	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Coyote	5
55	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	7
56	Excreta	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	1
67	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Gato Montés	3

69	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Zorra gris	18
70	Excreta	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Zorra gris	4
77	Excreta	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Coyote	1
80	Excreta	Aserradero	<i>Juniperus deppeana</i>	Gato Montés	3
83	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
84	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
85	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
86	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
87	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
88	Dosel	Aserradero	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
89	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
90	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
91	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
92	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
93	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
94	Dosel	Águila	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Ninguno	30
95	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
96	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
97	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
98	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
99	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
100	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
101	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
102	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
103	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
104	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
105	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30
106	Dosel	Monte Grande	<i>Juniperus deppeana</i>	Ninguno	30

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Prueba preliminar para viabilidad por método de flotación y germinación

La prueba preliminar nos mostró que el porcentaje de viabilidad para las 4 categorías (semilla grande de manzanita, semilla chica de manzanita, semilla grande de táscate y semilla chica de táscate) fue mayor o igual al 90% en condiciones normales sin ningún tipo de manejo lo cual nos reveló que las semillas que vienen del dosel de los ejemplares cuentan con un buen porcentaje de viabilidad, lo que podría tener relación de éxito al dispersarse y establecerse (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2 Resultados preliminares de prueba de viabilidad por método de flotación.

Muestra	Método	Semillas Viabiles (%)	Semillas No Viabiles (%)	Total de semillas	Viabilidad (%)
Manzanita Grande (Preliminar)	Flotación	100	0	100	100
Manzanita Chica (Preliminar)	Flotación	94	6	100	94
Táscate Grande (Preliminar)	Flotación	93	7	100	93
Táscate Chica (Preliminar)	Flotación	90	10	100	90

Por otra parte, tenemos que las semillas no fueron sometidas a ningún tipo de escarificación ni se les adicionó nada especial, solo se tomaron tal cual de las copas arbóreas y se sometieron a la prueba de germinación. Los datos y resultados obtenidos en la prueba están a continuación mostrándonos que de manera natural es complicado que puedan germinar al no tener prácticamente ninguna semilla germinada lo que nos lleva a argumentar que estas necesitarían de algún otro factor externo que rompa su latencia y tenga la oportunidad de germinar (Cuadro 3.3). A pesar de no obtener resultados de germinación, esta prueba nos auxilió a determinar los tiempos y tipo de tratamiento, además de los cuidados que hay que tener con estas semillas al momento de someterlas a esta prueba.

Cuadro 3.3 Datos y resultados de las muestras en la prueba de germinación preliminar.

Muestra	Prueba	No. de semillas	Especie	Tamaño Semilla	Inicio de siembra	Término de prueba	Semillas germinadas a 61 dds
1	Preliminar	25	Manzanita	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
2	Preliminar	25	Manzanita	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
3	Preliminar	25	Manzanita	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
4	Preliminar	25	Manzanita	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
5	Preliminar	25	Manzanita	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
6	Preliminar	25	Manzanita	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
7	Preliminar	25	Manzanita	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
8	Preliminar	25	Manzanita	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
9	Preliminar	25	Táscate	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
10	Preliminar	25	Táscate	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
11	Preliminar	25	Táscate	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
12	Preliminar	25	Táscate	Chica	30/06/2016	30/08/2016	0
13	Preliminar	25	Táscate	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
14	Preliminar	25	Táscate	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
15	Preliminar	25	Táscate	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0
16	Preliminar	25	Táscate	Grande	30/06/2016	30/08/2016	0

Los resultados obtenidos mediante la prueba de flotación no tienen implicación en las pruebas finales de viabilidad y germinación con semillas de excretas y dosel. A pesar de no tener semillas germinadas, la finalidad fue ajustar los protocolos y conocer los reactivos y materiales ideales para la prueba final, además de las cantidades de agua que requieren las muestras y los tiempos a los cuales se tienen que revisar.

3.3.2 Viabilidad por rayos X

Los resultados obtenidos muestran que la viabilidad de las semillas de manzanita fue menor cuando estas provenían del tracto digestivo de la zorra gris ($P \leq 0.05$) y del coyote ($p \leq 0.003$) mientras que aquellas contenidas en excretas de cacomixtle y gato montés tuvieron valores muy parecidos que no fueron significantes (0.236 y 0.122 respectivamente).

Observamos como las semillas provenientes del dosel ya vienen con una viabilidad de casi el 100% indicándonos que desde esta instancia las semillas ya se presentan sanas, sin embargo al ser ingeridas por la fauna ocurre una disminución en la viabilidad (de

acuerdo a la densitometría) al disminuir los porcentajes en prácticamente todas las especies animales. Esta disminución puede ser causada por daños mecánicos en la masticación, exposición a los ácidos gástricos e inclusive depredación de otras especies animales una vez que la semilla ya ha sido expulsada en la excreta y es colocada en alguna letrina.

Para las semillas de táscate, los resultados obtenidos mediante esta prueba indicaron que las semillas provenientes de excretas de zorra gris y de cacomixtle fueron significativamente mayores ($P=0.024$ y $p=0.01$) que aquellas que provinieron de coyote, gato montés, e incluso, las colectadas directamente del dosel. Probablemente la baja viabilidad de las semillas colectadas del dosel se deba a que estas ya presentaban en el sitio algún tipo de daño, tal y como se evidenció con el análisis de rayos x al presentarse: desgaste de testa, incompletas, sin desarrollar, daño en las testas por insectos parásitos e incluso parásitos en los embriones.

Este efecto positivo puede ser atribuido a la misma biología de las especies en función de que estas puedan ser selectivas al momento de elegir los frutos que estén sanos y descartar los que estén invadidos por algún parásito. Otro aspecto relevante es la comprobación de la dispersión de estas semillas en el área de estudio; es evidente que existió un proceso de endozoocoria en el área al existir presencia de estas semillas cuando en este lugar los árboles no presentaron indicio alguno de fructificación (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4 Prueba de Fisher para las semillas dispersadas por las diferentes especies contra las semillas de dosel por especie vegetal.

Especie Semilla	Especie Dispersor	% Viabilidad Promedio	Prueba de Fisher (P)	Std.Err.	N
Manzanita	Zorra gris	43.0	0.005801	43.0	2
	Coyote	45.2	0.000303	20.7	6
	Cacomixtle	69.2	0.236289		1
	Gato Montés	60.0	0.122967		1
	Dosel	97.5	Control	0.7	12
Táscate	Zorra gris	82.5	0.024462	4.6	9
	Coyote	60.6	0.940770	18.6	5
	Cacomixtle	84.1	0.091046	9.7	3
	Gato Montés	69.3	0.463388	18.5	5
	Dosel	61.4	Control	3.5	12

Durante la prueba de densitometría se analizó cada semilla proveniente de excretas y dosel de manzanita y táscate a través de los rayos X encontrando que las semillas de excretas no presentaron daños mayores aparentes en semillas de táscate, sin embargo las de manzanita presentaron algún tipo de daño como la degradación de testa (Figura 3.13).

Las semillas provenientes de dosel particularmente las de táscate, se observó que ya presentaban algún tipo de daño antes de ser ingeridas por la fauna como perforaciones por parásitos e inclusive se logró ver a estos bichos donde se encontraban en el embrión de la semillas, así también se identificaron daños en las testas y degradación de las mismas. Todos los agentes anteriores podrían afectar directamente la germinación si es que el embrión resulta dañado por algún agente externo como se observó en la Figura 3.14.

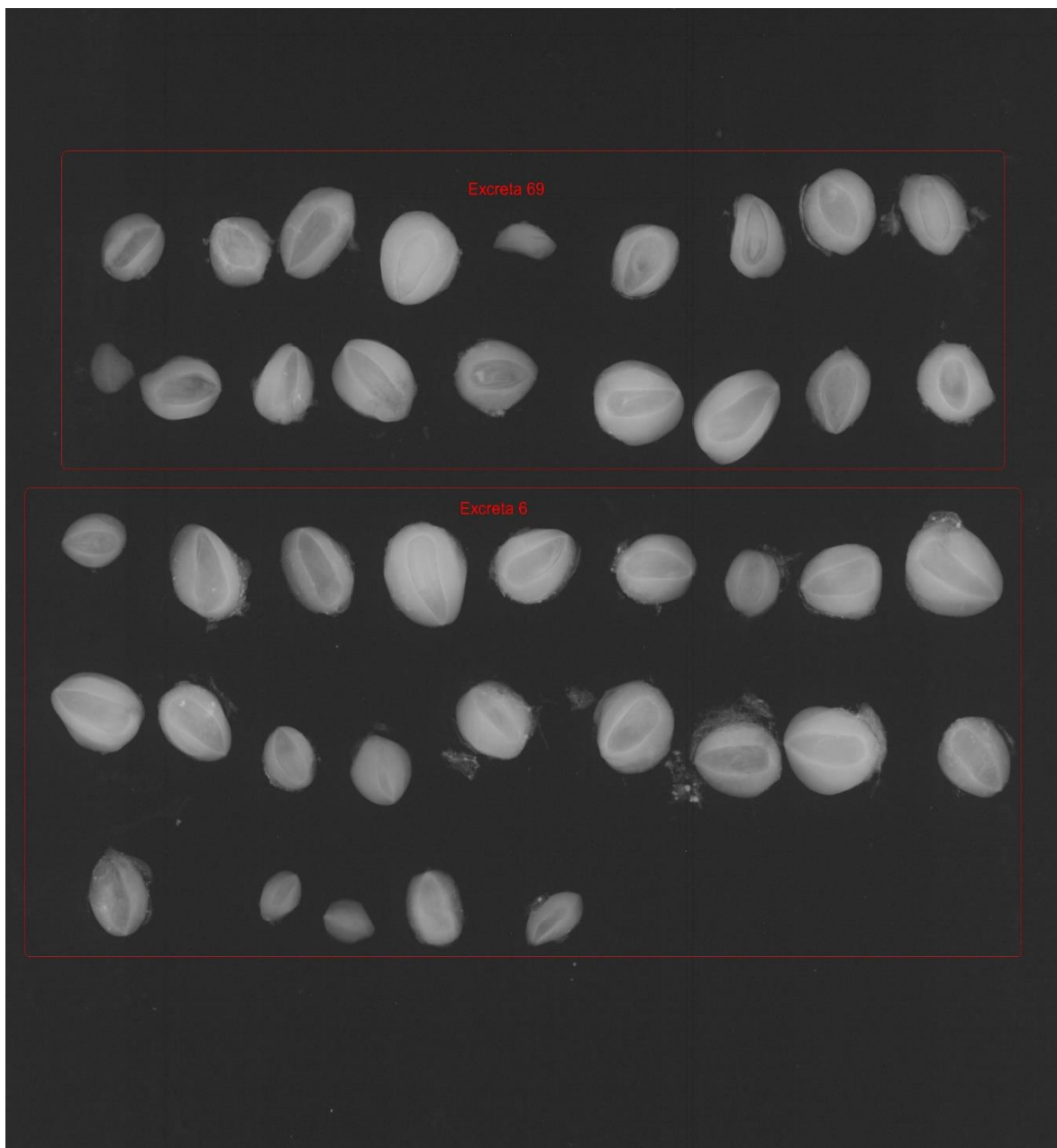


Figura 3.13 Imagen de rayos X de semillas de tásbate provenientes de las excretas 69 y 6.

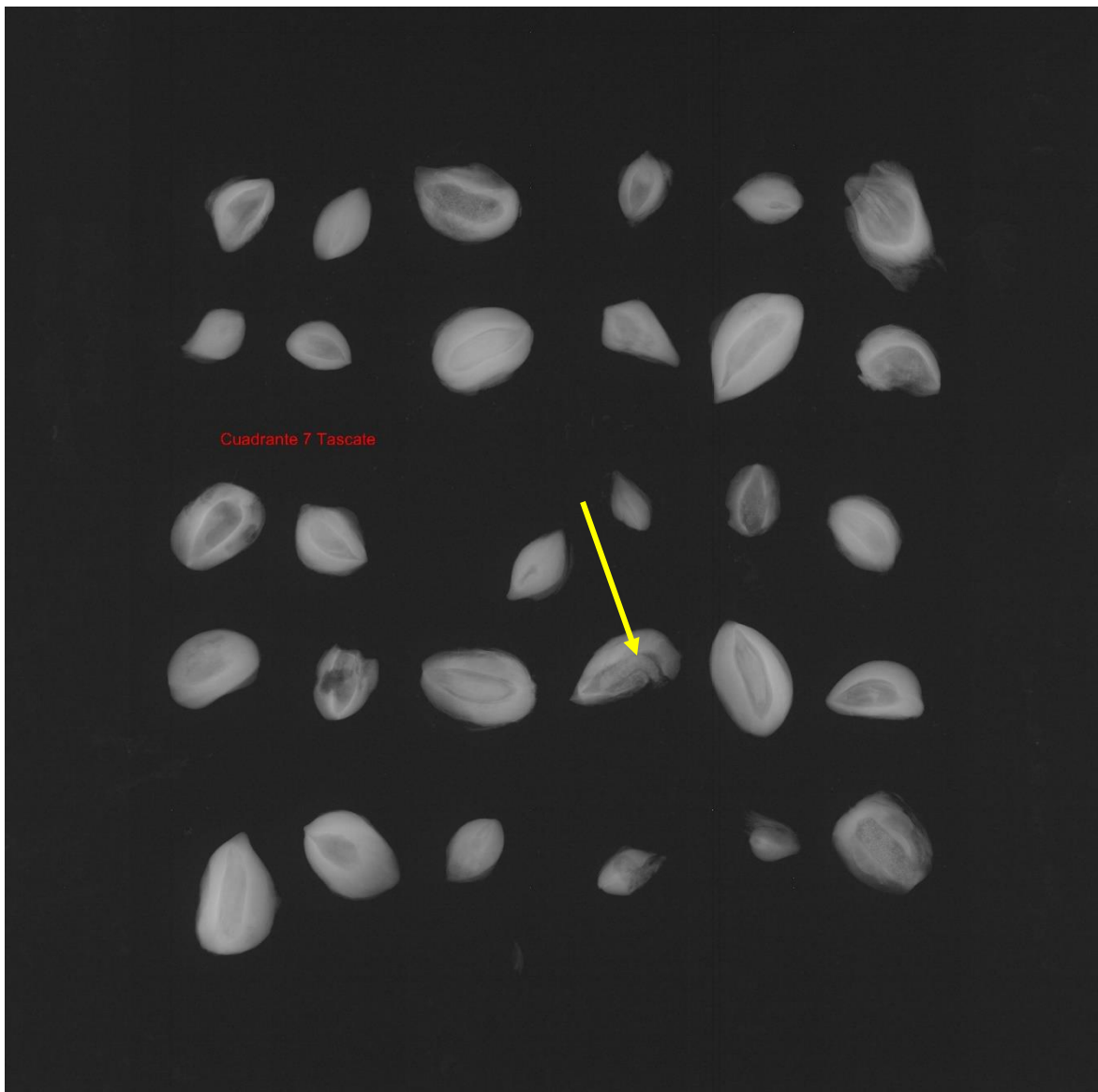


Figura 3.14 Imagen de rayos X de semillas de táscate provenientes del dosel en Monte Grande, ANP Sierra Fría.

3.3.3 Prueba de germinación

Para la manzanita no hubo germinación alguna de las semillas en ningún tratamiento (excreta, escarificada y sin escarificar), caso contrario de las de táscate. Por lo anterior, se realizaron los análisis únicamente con las semillas de estas últimas. Para verificar diferencias en la germinación de los dispersores con las de dosel se realizaron pruebas de significancia de Dunnet y Fisher con el programa estadístico Statistica statdof 8.0 donde se compararon las medias a los 63 días de los porcentajes de germinación en cada especie

animal dispersora con las de los promedios de las semillas germinadas que provienen de dosel sin escarificar.

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para ninguna prueba debido a que hubo pocas semillas geminadas de táscate en pocas muestras de excreta. Cabe mencionar que el número de muestras para las excretas y de dosel se redujo debido a que al realizar la prueba de viabilidad y ver que algunas presentaban semillas dañadas estas no se tomaron en cuenta para determinar las medias de los porcentajes de germinación. En otras palabras, el análisis de germinación estuvo determinado por aquellas muestras que tuvieron semillas normales de acuerdo a la prueba de rayos X (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5 Pruebas de Dunnet y Fisher para los porcentajes de germinación de *Juniperus deppeana* ajustada a los 63 dds.

Tipo de Muestra	Especie Dispersor	Media (%)	Error estándar	n	p (Dunnet)	p (Fisher)		
Excreta	Zorra gris	0.74074	0.74074	9	0.952366	NS	0.609017	NS
Excreta	Coyote	10.00000	10.00000	4	0.450330	NS	0.360055	NS
Excreta	Cacomixtle	0.00000		3	0.943234	NS	0.657421	NS
Excreta	Gato Montés	12.50000	12.50000	4	0.292735	NS	0.208261	NS
Dosel (Sin escarificar)	Ninguno	3.50000	2.51209	12	Control		Control	

Aunque los valores promedio de germinación no muestran diferencias entre los dispersores, se realizó un análisis para comparar los tiempos en los que germinan las primeras semillas y comprobar si además de mejorar el porcentaje de germinación los dispersores también tienen un efecto en el tiempo. Se observó que efectivamente las primeras semillas que germinaron fueron las contenidas en excretas específicamente las de coyote y gato montés a los 15 y 17 días respectivamente. Lo anterior sugiere que estas dos especies juegan un rol positivo mejorando los porcentajes de germinación y la velocidad (Figura 3.15).

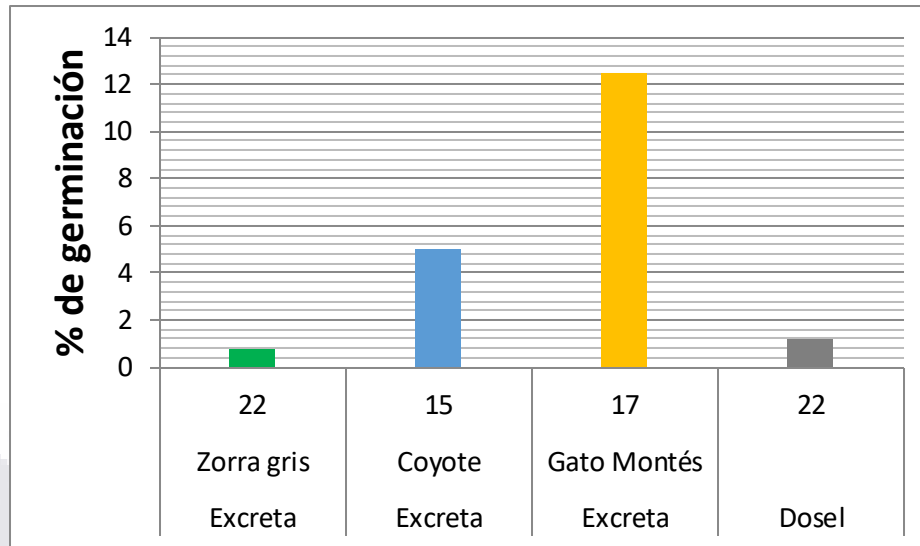


Figura 3.15 Medias de los porcentajes de germinación de semillas de dosel y diferentes dispersores en el número de día de su primera semilla germinada.

3.4 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de las medias en los porcentajes de viabilidad de semillas sin daño a través de los rayos X nos mostraron en primera instancia que las muestras de manzanita extraídas directamente del dosel presentaron un porcentaje cercano al 100%, lo que nos indicó que estas ya vienen sanas e integra desde este punto, sin embargo al compararlas con las que provenían de las excretas se observó una baja en la viabilidad para todos los dispersores, significativamente en la zorra gris y el coyote, esto nos lleva a sugerir que el paso de las semillas de manzanita a través de estos animales particularmente en estos dos últimos afecta de manera negativa la viabilidad bajando sus porcentajes; este resultado coincide con los de Matías *et al.* (2010) al determinar los porcentajes de viabilidad de los géneros *Amelanchier*, *Arctostaphylos*, *Crataegus*, *Rosa*, *Rubus* y *Sorbus* por el método de tetrazolio y que fueron dispersados por el zorro rojo (*Vulpes vulpes*), la marta (*Martes foina*) y el jabalí (*Sus scrofa*), encontrando que todos los géneros dispersados presentaron altos índices de viabilidad excepto *Arctostaphylos*, específicamente la especie *Arctostaphylos uva-ursi*, que resultó afectada en este rubro por su paso a través de estos dispersores animales.

En segunda instancia se observó que las muestras de táscate extraídas directamente del dosel presentaron porcentajes inferiores de viabilidad al compararlas con las muestras de las excretas. En esta especie vegetal ocurrió lo contrario que en la manzanita, ya que las semillas que transitaban por el tracto digestivo de los animales tuvieron un efecto positivo al mantener la viabilidad entre 69 y 84%, donde al contrario del efecto negativo en la manzanita, la zorra gris tuvo una diferencia significativa al mantener de manera positiva la viabilidad de las semillas de táscate, mientras que el coyote que fue la única especie que tuvo un índice menor a las de dosel. La baja viabilidad de las semillas de táscate provenientes del dosel probablemente fue influida por la zona de procedencia (Comunidad de Monte Grande) y no del área de estudio, siendo la primera una zona ecológica con mayor altitud y humedad, lo que posiblemente ocasione una descomposición más rápida de la semilla a través de insectos barrenadores de semilla, tal y como lo sugieren los análisis de rayos X. Es importante tener en cuenta la procedencia de las muestras porque de esta manera comprobamos que el rol de la fauna además de mantener la viabilidad de estas semillas con respecto a las del control también están ejerciendo la función de dispersores a larga distancia al encontrarlas en las excretas del área de estudio,

donde no hubo producción alguna de frutos, lo que sugiere que estas semillas provienen de otro sitio de la Sierra.

Así mismo, la baja viabilidad de las semillas del dosel se debe en gran medida a daños que se presentaron en las testas y endospermo al que quedaron evidenciadas en las radiografías de los rayos X al observándose perforaciones provocadas por insectos parásitos, así como larvas en el interior del embrión lo que causó la muerte de la semilla, similar a lo encontrado por Martínez *et al.* (2007) quienes encontraron que en los bosques sabinos del estado de Tlaxcala los frutos grandes de *Juniperus deppeana* son afectados por insectos parásitos. Por su parte, García (2001) encontró que en los frutos de *Juniperus communis* solamente el 3.6-5.5% de las semillas dispersadas eran viables al demostrarse daño producido por avispas; Dimitri *et al.* (2014) encontraron 37 especies de insectos que incluyen especies de varios órdenes de insectos parásitos como escarabajos (*Coleoptera*) polillas (*Lepidoptera*), avispas (*Hymenoptera*), moscas (*Diptera*), así como una familia de ácaros (*Eriophyidae*) que afectaron la viabilidad en los frutos de los enebros orientales (*Juniperus occidentalis*) y por último Campos *et al.* (2008) encontraron daños por insectos parásitos en semillas de *Prosopis chilensis* contenidas en excretas de guanaco (*Lama guanicoe*) y semillas de *Prosopis flexuosa* en excretas de burro (*Equus asinus*) los cuales afectaron en un 30 y 20% respectivamente.

Es probable que la fauna posea algún mecanismo de selección de los frutos sanos y parasitados para su alimentación, considerando que ninguna de las semillas contenidas en las excretas presentó indicios de daños por parásitos en los rayos X, lo que se vió reflejado en porcentajes mayores de viabilidad a los del control, esto coincide con Aronne y Russo (1997) que concluyen que las semillas de la planta *Myrtus communis* dispersadas por carnívoros-omnívoros como el zorro rojo y la marta mantienen su viabilidad, sin embargo Aguilar-Sánchez (2011), encontró que la viabilidad en semillas de *Phytolacca icosandra* contenidas en excretas de zorra gris no presentaron diferencias y las de *Vaccinium sthenophyllum* fueron de menor porcentaje con respecto a los controles, y por último Campos y Ojeda (1997) observó que en semillas de algarrobo (*Prosopis flexuosa*) que son dispersadas por el zorro gris sudamericano (*Lycalopex griseus*) la viabilidad bajó casi un 30% al pasar por el tracto digestivo de esta especie.

Por otra parte, nuestros resultados respecto a la germinación nos mostraron que las dos especies vegetales se comportaron de manera distinta frente al mecanismo de endozoocoria. Comenzando con la manzanita, donde a pesar de que se tuvo el tratamiento

de las semillas provenientes de las excretas, el tratamiento con escarificación por medio de ácido y el que no tuvo ningún tratamiento (control), en ninguno de ellos se logró la germinación debido al tipo de latencia física; este resultado coincide con lo argumentado por Márquez-Linares *et al.* (2006) al mencionar que en trabajos anteriores se pusieron a germinar semillas de esta especie de excretas de zorra gris y coyote pero no hubo germinación, por lo cual afirmaron que esta solo puede germinar en condiciones de altas temperaturas provocadas por disturbios como los incendios forestales, de lo contrario no se podrá romper la dura testa y no lograrán pasar los elementos indispensables para su germinación.

Debido a que la germinación estuvo presente únicamente en el táscate los análisis se realizaron a partir de esta especie mostrándonos que sí hay un rol de los dispersores en aumentar los porcentajes de germinación respecto a las semillas que vienen directamente del dosel. La germinación de las muestras ocurrió por parte de tres dispersores: zorra gris, coyote y gato montés; solo el coyote y el gato montés lograron superar el porcentaje de germinación del control y aunque estos resultados no fueron estadísticamente significativos nos muestran un primer acercamiento del efecto en esta especie. La zorra gris apenas logró germinar un porcentaje bajo, sin embargo estos resultados difieren de los obtenidos por Escribano-Ávila *et al.* (2013) quienes observaron la germinación de semillas del enebro español (*Juniperus thurifera*) contenidas en excretas del zorro rojo y la marta obteniendo germinaciones del 11.5%, a pesar de que sus porcentajes son bajos, los de nuestros también lo son pero difieren en la especie de zorra. Por otra parte, tanto el coyote como el gato montés tienen un rol positivo aumentando la germinación, similar a lo reportado por Graae *et al.* (2004) y Aguilar-Sánchez (2011); los primeros encontraron que los porcentajes de germinación aumentan en las especies vegetales de *Cerastium alpinum* y *Stellaria longipes* cuando pasan a través del zorro ártico (*Alopex lagopus*), en tanto que los segundos reportaron incrementos en la germinación de la semilla *Vaccinium stenophyllum* por parte de la zorra gris. Por su parte, Cossios-Meza (2015) comprobó incrementos en los porcentajes de las semillas *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Muntingia calabura* y *Heliotropium ferreyrae* en semillas en excretas del zorro costeño (*Lycalopex sechurae*), antes Aronne y Russo (1997) comprobaron también el incremento en porcentajes de *Myrtus communis* por parte del zorro rojo y la marta de nueva cuenta. Así como mencionan los trabajos anteriores del incremento en la germinación, también pueden existir un efecto negativo en este proceso dependiendo de la especie dispersada como lo afirma Campos y Ojeda (1997) donde comparó los porcentajes de la semilla *Prosopis flexuosa* entre

herbívoros y la zorra gris sudamericana encontrando que esta última presentó porcentajes muy bajos (entre 2 y 3%) comparado con los altos índices de los herbívoros.

Además del grupo de los carnívoros, también los herbívoros pueden incrementar los porcentajes de germinación y en mejor proporción que los carnívoros, ejemplo de esto lo encontramos en los trabajos de Blyth *et al.* (2013) donde demostraron que el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) produjo una germinación del 48% en varias semillas de un bosque templado y Campos *et al.* (2008) observaron porcentajes mayores al 30% en *Prosopis flexuosa* a través del herbívoro guanaco (*Lama guanicoe*). Sin embargo esto no fue evaluado en este estudio.

Es importante mencionar el particular rol que juega el gato montés en la germinación del táscate, ya que es de relevancia que disperse esta especie a pesar de su dieta estrictamente carnívora, sin embargo su presa el conejo silvestre es el que consume los frutos y desde aquí comienza un proceso de endozoocoria donde la semilla ya se encuentra en el tracto del conejo que al ser cazado por el gato comienza un segundo proceso de endozoocoria por lo cual la semilla recibe dos tratamientos con ácido de los tractos del conejo y del gato, por lo tanto se sugiere que este último actúa como un segundo dispersor. Este proceso no es nuevo ya que recientemente Jaganathan *et al.* (2016) denominan a este mecanismo como doble endozoocoria donde documentan como varios trabajos hacen referencia a este en semillas con latencias físicas que son consumidas por lagartijas del género *Gallotia* que a su vez son cazadas por dos aves depredadoras (*Lanius meridionalis* y *Falco tinnunculus*), este doble paso de las semillas puede incrementar la germinación. Por lo anterior, podemos sugerir que el paso de las semillas a través del conejo y gato montés incrementó la germinación y esto se ve reflejado en los resultados al ser la especie animal con mayor porcentaje sobre las demás e inclusive las del control. Con anterioridad ya se ha comprobado acerca de la depredación de los conejos por semillas de este género tal y como lo explica Muñoz-Reinoso (1993) asegurando que el 98% de las excretas de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) revisadas en su trabajo contenían semillas de sabino (*Juniperus phoenicea*) y de estas el 38% germinaron, mientras que Dellafiore *et al.* (2010) encontraron que el conejo de la misma especie también consume semillas de las especies *Retama monosperma* y *Solanum alatum* donde mantuvieron una germinación alta.

Además del rol que juegan los dispersores en la viabilidad, la germinación del táscate y dispersión a larga distancia también se analizó su efecto en la velocidad de germinación, donde las primeras semillas que germinaron fueron las de las excretas a los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

15 días después de la siembra en coyote y a los 17 en el gato montés, posiblemente por la capacidad que tienen de completar el proceso con ácido en sus tractos y dispersarlas horas después como lo mencionan Graae *et al.* (2004) que en el zorro ártico el tiempo idóneo que debe pasar la semilla en el tracto y tenga éxito en su germinación debe ser de 4 a 48 h. para posteriormente dispersarlas, así mismo, Traveset (2002) observó que las semillas en excretas de mamíferos dispersores promedian entre 1.8 y 14.7 días en germinar, similar a lo encontrado en este trabajo; por último Aronne y Russo (1997) en su trabajo anterior hacen referencia a que las semillas de *Myrtus communis* en las excretas del zorro rojo y la marta germinaron en pocos días en comparación de los controles.

Por último agregar que este trabajo es novedoso al trabajar la viabilidad en semillas de manzanita y táscate extraídas de excretas de estas especies animales con rayos X en el Estado de Aguascalientes, ya que nunca antes se había realizado un estudio similar que junte estas condiciones para verificar el verdadero rol de estos dispersores que son especies representativas de la Sierra y comprobar su importancia en el ecosistema.

3.5 CONCLUSIONES

1. Según el objetivo e hipótesis planteados argumentamos que el principal rol que juegan estos mamíferos es la dispersión a larga distancia. Para la manzanita no hubo un efecto escarificante ni de germinación. Para el táscate las especies animales sí tuvieron mayores porcentajes de viabilidad que las de dosel, mientras que la zorra gris, coyote y gato montés lograron germinar semillas.
2. Las semillas de manzanita provenientes del dosel sin ningún tratamiento presentaron una viabilidad cercana del 100%, mientras que su paso de las a través del tracto digestivo de los mamíferos dispersores ocasionó una baja en su viabilidad.
3. Los frutos de táscate provenientes de Monte Grande presentaron daños de perforaciones en su testa e interiores provocados por insectos parásitos lo que ocasionó una viabilidad baja.
4. Los mamíferos dispersores con excepción del coyote presentaron porcentajes superiores en las semillas de táscate provenientes de sus excretas en comparación a las del dosel, por lo cual, mantienen la viabilidad de esta especie vegetal, particularmente la zorra gris que tuvo diferencias significativas. Esto sugiere que la fauna es selectiva con los frutos que consume dejando los dañados e ingiriendo los sanos.
5. La semilla de manzanita no germinó bajo ningún tratamiento, probablemente debido a que requiere de altas temperaturas, como las que se presentan por efectos del fuego como agente escarificador natural que rompe su latencia física.
6. La germinación de semillas de táscate provenientes del dosel y de excretas fueron bajos, por lo que no se logró establecer el efecto de la fauna sobre esta especie. Además de la zorra gris se encontraron dos nuevos dispersores, el coyote y el gato montés, que pueden considerarse como agentes dispersores de las semillas de manzanita y táscate. El gato montés actuó como un segundo escarificador (primero su presa el conejo silvestre) de las semillas de táscate lo que pudo tener como consecuencia el mayor porcentaje de germinación sobre las demás especies animales.

3.6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Sánchez, M. L. 2011. Dieta de la zorra gris: ¿Es legítimo dispersor de las semillas que consume en sierra de Quila, Jalisco. México: Tesis de maestría, Universidad de Guadalajara.
- Antonio-Bautista, A. 2012. Manual de Ensayos de Semillas Forestales Recopilación de Información. Coahuila. ISBN-978-607-95357.
- Aronne, G. y Russo, D. 1997. Carnivorous mammals as seed dispersers of *Myrtus communis* (Myrtaceae) in the Mediterranean shrublands. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 131(3), 189-195 pp. doi:10.1080/11263504.1997.10654181.
- Bacles, C. F. E., Lowe, A. J. y Ennos, R. A. 2006. Effective seed dispersal across a fragmented landscape. *Science*, 311 (5761), 628-628 pp. doi:10.1126/science.1121543.
- Blyth, L. H., Ouborg, L. J., Johnson, D. M. y Anderson, L. J. 2013. The short-term germination and establishment success of deer-dispersed seeds in mesic temperate forests. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 140(3), 334-348 pp.
- Campos, C. M., Peco, B., Campos, V. E., Malo, J. E., Giannoni, S. M. y Suárez, F. 2008. Endozoochory by native and exotic herbivores in dry areas: consequences for germination and survival of *Prosopis* seeds. *Seed Science Research*, 18(2), 91-100 pp. doi:10.1017/S0960258508940344.
- Campos, C. M. y Ojeda, R. A. 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. *Journal of Arid Environments*, 35(4), 707-714 pp. doi:10.1006/jare.1996.0196.
- Cossios-Meza, E. D. 2005. Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costeño (*Lycalopex sechurae*) en el Santuario histórico Bosque de Pómac, Lambayaque. (Magíster en Zoología con mención en Ecología y Conservación), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Retrieved from <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1578>.
- Cypher, B. y Cypher, E. 1999. Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *The American Midland Naturalist.*, 71-76 pp. doi:[http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031\(1999\)142\[0071:GROTSI\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1674/0003-0031(1999)142[0071:GROTSI]2.0.CO;2).
- De la Garza, L.P. y Nepamuceno, M. F. 1986. Análisis radiográfico de semillas forestales en México. *Revista ciencia forestal*. 1-14 pp.
- Dellafiore, C. M., Fernández, J. B. G. y Vallés, S. M. 2010. The Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) as a seed Disperser in a Coastal Dune System. *Plant Ecology*, 206(2), 251-261 pp.
- Dimitri, L. A., Tonkel, K. C., Longland, W. S. y Rector, B. G. 2014. The Insect Microcosm of Western Juniper Berries. *Rangelands*, 36(3), 8-11 pp. doi:<http://dx.doi.org/10.2111/Rangelands-D-13-00070.1>.
- Escribano-Ávila, G., Pías, B., Sanz-Pérez, V., Virgos, E., Escudero, A. y Valladares, F. 2013. Spanish juniper gain expansion opportunities by counting on a functionally diverse dispersal assemblage community. *Ecology and Evolution*, 3(11), 3751-3763 pp. doi:10.1002/ece3.753.
- Figuerola, J., Charalambidou, I., Santamaria, L., y Green, A. J. 2010. Internal dispersal of seeds by waterfowl: effect of seed size on gut passage time and germination patterns. *Naturwissenschaften*, 97(6), 555-565 pp. doi:10.1007/s00114-010-0671-1.

- Galetti, M., Guevara, R., Cortes, M. C., Fadini, R., Von Matter, S., Leite, A. B. y Jordano, P. 2013. Functional Extinction of Birds Drives Rapid Evolutionary Changes in Seed Size. *Science*, 340(6136), 1086-1090 pp. doi:10.1126/science.1233774.
- García, C. y Grivet, D. 2011. Molecular insights into seed dispersal mutualisms driving plant population recruitment. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology*, 37(6), 632-640 pp. doi:10.1016/j.actao.2011.04.009.
- García, D. 2001. Effects of Seed Dispersal on *Juniperus communis* Recruitment on a Mediterranean Mountain. *Journal of Vegetation Science*, 12(6), 839-848 pp. doi:10.2307/3236872.
- Graae, B. J., Pagh, S. y Bruun, H. H. 2004. An Experimental Evaluation of the Arctic Fox (*Alopex lagopus*) as a Seed Disperser. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 36(4), 468-473 pp.
- Guerrero-Velázquez, R. 2015. Niveles de dormancia en semillas de chile silvestre de diferentes ecorregiones y desarrollo de protocolos para la germinación y regeneración de accesiones. (Maestro en Ciencias Agronómicas), Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Aguascalientes, México. (CCA-D-111500-180-15).
- Harper, J. 1977. Population biology of plants. London: Academic press.
- Herminio, R. F. 2003. Estado del conocimiento de *Juniperus deppeana* Steud. Tesis de Ingeniería. Universidad autónoma Chapingo. 92 pp.
- Hickey, J. R., Flynn, R. W., Buskirk, S. W., Gerow, K. G. y Willson, M. F. 1999. An evaluation of a mammalian predator, *Martes americana*, as a disperser of seeds. *Oikos*, 87(3), 499-508 pp. doi:10.2307/3546814.
- Howe, H. F. 1989. Scatter-dispersal and clump-dispersal and seedling demography - hypothesis and implications. *Oecologia*, 79(3), 417-426 pp. doi:10.1007/bf00384323.
- Jaganathan, G. K., Yule, K. y Liu, B. 2016. On the evolutionary and ecological value of breaking physical dormancy by endozoochory. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 22, 11-22 pp. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2016.07.001.
- Jordano, P., Garcia, C., Godoy, J. A. y Garcia-Castano, J. L. 2007. Differential contribution of frugivores to complex seed dispersal patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(9), 3278-3282 pp. doi:10.1073/pnas.0606793104.
- Márquez-Linares, M. A. 2004. Distribución, germinación y estructura de poblaciones de *Arctostaphylos pungens* y su relación con el fuego en Durango, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Forestales, UANL, Nuevo León, México.
- Márquez-Linares, M. A., Jurado, E. y González-Elizondo, S. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. ISSN 1405-9177. CIENCIA UANL, 57-64 pp.
- Martínez, A. J., Sainos, P., Lezama-Delgado, E. y Angeles-Álvarez, G. 2007. El tamaño sí importa: los frutos grandes de *Juniperus deppeana* Steud. (sabino) son más susceptibles a depredación por insectos. *Madera y Bosques*, 13(2), 65-81 pp.
- Matias, L., Zamora, R., Mendoza, I. y Hodar, J. A. 2010. Seed Dispersal Patterns by Large Frugivorous Mammals in a Degraded Mosaic Landscape. *Restoration Ecology*, 18(5), 619-627 pp. doi:10.1111/j.1526-100X.2008.00475.x.
- Muñoz Reinoso, J. C. 1993. Consumo de gábulos de sabina (*Juniperus phoenicea* ssp *turbinata* guss, 1891) y dispersión de semillas por el conejo (*Oryctolagus cuniculus* L.) en el parque nacional de Doñana. *Doñana Acta Vertebrata*, 20(1), 49-58 pp.

- Murray, K. G., Russell, S., Picone, C. M., Winnettmurray, K., Sherwood, W. y Kuhlmann, M. L. 1994. Fruit laxatives and seed passage rates in frugivores - consequences for plant reproductive success. *Ecology*, 75(4), 989-994 pp. doi:10.2307/1939422.
- Nathan, R. y Muller-Landau, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7), 278-285. DOI:10.1016/s0169-5347(00)01874-7.
- Otani, T. 2002. Seed dispersal by Japanese marten *Martes melampus* in the subalpine shrubland of northern Japan. *Ecological Research*, 17(1), 29-38 pp. doi:10.1046/j.1440-1703.2002.00460.x.
- Pearson, T., Burslem, D. y Swaine, M. 1999. *Journal of Tropical Ecology*, 15(04), 543-544 pp.
- Rey, P. J., Gutierrez, J. E., Alcantara, J. y Valera, F. 1997. Fruit size in wild olives: implications for avian seed dispersal. *Functional Ecology*, 11(5), 611-618 pp. doi:10.1046/j.1365-2435.1997.00132.x.
- Schupp, E. W., Jordano, P. y Maria Gomez, J. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, 188(2), 333-353 pp. doi:10.1111/j.1469-8137.2010.03402.x.
- Spiegel, O. y Nathan, R. 2007. Incorporating dispersal distance into the disperser effectiveness framework: frugivorous birds provide complementary dispersal to plants in a patchy environment. *Ecology Letters*, 10(8), 718-728 pp. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01062.x.
- Taylorson, R. B. y Hendricks, S. B. 1977. Dormancy in Seeds. *Annual Review of Plant Physiology*, 28(1), 331-354 pp. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.001555.
- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(2), 151-190 pp. doi:http://dx.doi.org/10.1078/1433-8319-00057.
- Traveset, A. y M. Verdú. 2002. A meta-analysis of the effect of gut treatment on seed germination In D. J. Levey, W. R. Silva y M. Galetti (Eds.), *Seed dispersal and frugivory. Ecology, evolution, and conservation.* (Pp. 339–350): CABI, Wallingford.
- Vázquez-Yanes, C., Muñoz, A. I. B., Silva, M. I. A., Díaz, M. G. y Dirzo, C. S. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084.
- Young, J. A. y Young, C. G. 1992. *Seeds of Woody Plants in North America*: Dioscorides Press.
- Zamora-Serrano, C., Cruz Chávez, F. J. y López Martínez, J. 2012. Tecnología para la preservación de *Juniperus comitana* Mart. y *J. deppeana* var. *gambona* (Mart.) R. P. Adams. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(11), 91-98 pp.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

CAPITULO IV

PATRÓN DE ESTABLECIMIENTO DE LA MANZANITA Y EL TÁSCATE EN MESA DEL ASERRADERO Y MESA DEL ÁGUILA EN EL ANP SIERRA FRÍA, AGUASCALIENTES.

RESUMEN

El ANP Sierra Fría de Aguascalientes incluye diferentes ecosistemas, entre ellos los bosques templados. Estos ecosistemas han tenido disturbios recurrentes en los últimos años, teniendo como respuesta un proceso de recuperación y cambios en la estructura de la vegetación, observándose una dinámica donde las especies del género *Arctostaphylos* y *Juniperus* son pioneras. Durante el 2015 y 2016 se realizó un estudio sobre dinámica poblacional para identificar el patrón de establecimiento de la manzanita y el táscate en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila en el ANP Sierra Fría. En cada una de las mesas se instalaron 12 cuadrantes de alta (51-100%) y baja (0-50%) cobertura de dosel, estimadas primero a través de imágenes satelitales y posteriormente corroboradas en campo. En cada uno de los cuadrantes se realizaron inventarios fito-ecológicos donde se registró: número de brazos, especie, diámetro basal, altura del árbol, vigor y condición. Así también se realizaron inventarios de composición florística. Para el análisis de datos se realizaron cinco categorías para los diámetros y por medio de un análisis de correlación de Pearson y regresión lineal simple se observó la relación entre los diámetros y alturas. Los resultados mostraron de manera general que existe un mayor número de ejemplares de táscate que de manzanita, los de categoría 5 (>4.1 cm) son los más abundantes. El Aserradero presentó más individuos de manzanita de categoría 5 relacionados con incendios que propician su establecimiento, mientras que en el Águila hubo más individuos de táscate y de otras especies, lo que refleja un sitio con una mayor conservación ecológica. Los índices de correlación ($\alpha=0.05$) nos mostraron que hay una relación mayor entre los diámetros y alturas en las coberturas altas que en bajas, así bien hay mayor relación en el Águila que en el Aserradero debido a la presencia en mayor abundancia del táscate y presentar un crecimiento con mayor uniformidad que la manzanita. El análisis general, incluyendo a todas las especies encontradas nos mostró que no hay relación entre sus diámetros y

alturas ya que cada especie tiene su manera particular de crecimiento. La manzanita y el táscate son las especies dominantes en las mesas, producto de los disturbios que se han presentado en los últimos 90 años.

ABSTRACT

The ANP Sierra Fría of Aguascalientes includes different ecosystems, including temperate forests. These ecosystems have had recurrent disturbances in the past 80-90 years, resulting in a process of recovery and changes in the structure of the vegetation, where the dynamics of the species of the genus *Arctostaphylos* and *Juniperus* are pioneers. During 2015 and 2016, a population dynamics study was carried out to identify the establishment pattern of manzanita and táscate in Mesa del Aserradero and Mesa del Águila in the Sierra Fría ANP. In each of the mesas twelve square meters were measured in high (51-100%) and low (0-50%) canopy cover, estimated first through satellite images and later corroborated in the field. Phyto-ecological inventories were recorded in each of the quadrants where the number of arms, species, basal diameter, tree height, vigor and condition were registered. Floristics inventories were also made. For the analysis of data, five categories were made for the diameters and by means of a Pearson correlation analysis and simple linear regression the relationship between diameters and heights was observed. In general, the results showed that there is a greater number of táscate than manzanita. In general those of category 5 (> 4.1 cm) are the most abundant. The Aserradero presented more exemplars of manzanita of category 5 related to fires that favored its establishment, whereas in the Águila there were more exemplars of táscate and of other species, reflecting a site with a greater ecological conservation. The correlation coefficients ($\alpha = 0.05$) showed that there was a higher ratio between the diameters and heights in the high coverages than in the low ones, as well as there was a greater relationship between the two in the Águila than in the Aserradero due to a greater abundance of the táscate and it presented a growth with greater uniformity than the manzanita. The general analysis, including all the species found, demonstrated that there is no relation between their diameters and heights since each species has its own growth pattern. The manzanita and the táscate are the dominant species at the mesas, as a result of disturbances that have occurred in the last 90 years.

4.1 INTRODUCCIÓN

Los bosques templados son importantes biomas que brindan servicios ecosistémicos en todo el mundo, sin embargo, también se presentan diferentes tipos de disturbios que alteran su estructura, composición y funcionamiento (Pickett y White, 1985). Estos procesos tienen un profundo efecto sobre el desarrollo de los bosques, desde la muerte de la vegetación, el nacimiento de la regeneración, los cambios en la vegetación en las distintas etapas serales, y la composición y estructura de especies en etapas sucesionales tardías (Oliver y Larson, 1996). Particularmente los ecosistemas forestales se ven afectados por diferentes alteraciones que pueden ser vistos de dos maneras: los ocasionados naturalmente (ciclones, huracanes, erupciones volcánicas, lluvias torrenciales, etc.) y por causa del ser humano (tala inmoderada, cambio del uso de suelo, incendios, etc.). Cualquiera de los dos tipos de alteración trae como consecuencia la disminución de la productividad (Peters *et al.*, 2013) del bioma que es pieza angular de las cadenas tróficas. Debido a esto, los cambios en las funciones del ecosistema provocados por estas alteraciones son una preocupación central en la ecología y uno de los desafíos es entender los factores que afectan la capacidad de resistencia y recuperación de las comunidades así como las funciones de los ecosistemas en bosques y en especial atención a los templados (Moretti *et al.*, 2006).

Todas las perturbaciones juegan un papel importante en la dinámica de la comunidad vegetal (Pickett y White, 1985) y que podría haber una relación significativa entre la intensidad o magnitud de una perturbación y la composición de las especies involucradas en sitios perturbados a través de comportamientos de regeneración de las especies que las componen (Uhl *et al.*, 1981). La recuperación de un sistema ecológico depende de la magnitud e intensidad del disturbio y del tiempo transcurrido después de su desaparición (Calderón-Aguilera *et al.*, 2012).

Muchos de los disturbios traen como consecuencia el remplazo de la vegetación, principalmente a través de la restauración activa para acelerar el proceso de cicatrización pero usando especies no nativas que pueden transformarse en invasoras con el riesgo de desplazar la vegetación original (Von Holle, 2007). Este tipo de disturbio ha generado una especial atención debido a su potencial para alterar la vegetación a través de áreas extensas (Serbesoff-King, 2003) o en ecosistemas muy amenazados (Tassin *et al.*, 2006).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Debido a que las plántulas de especies leñosas generalmente sufren una alta mortalidad, un tiempo que relativamente es a corto plazo determina el proceso demográfico de plántulas principalmente para su establecimiento. De esta manera, estudios anteriores han indicado que la mortalidad de las plántulas se ve afectada por diversos factores del micro-medio ambiente, tales como la apertura del dosel (Gray y Spies, 1997), microtopografía, la cantidad de acumulación de hojarasca (Molofsky y Augspurger, 1992), la densidad o la distancia del árbol parental (Janzen, 1970) y las condiciones de luz disponible (Hirayama y Sakimoto, 2005).

Es importante señalar que los bosques no son estáticos sino que están en constante cambio debido a circunstancias tanto naturales como artificiales. Por lo tanto, la dinámica según Brassard y Chen (2010) se refiere a las modificaciones naturales y de eventos atípicos que suceden a través del tiempo en la composición y estructura de las masas forestales. Debido a lo anterior es importante conocer lo que es la estructura de las masas forestales, donde Kimmins (1997) lo define como la forma en que los diferentes elementos del sistema se organizan en el espacio.

Desde el punto de vista poblacional inciden sobre la dinámica forestal: la mortalidad y el reclutamiento o establecimiento; razón por la cual son indicadores útiles del funcionamiento de los ecosistemas (Carey *et al.*, 1994). La mortalidad se describe como la cantidad de individuos que perecen en un período, mientras que el establecimiento alude a la capacidad de aumentar el número de árboles y el balance entre estos elementos demográficos es importante para mantener la densidad, la regeneración natural y la diversidad. La mortandad se genera por variables exógenas (enfermedades, plagas, estrés hídrico, térmico y actividades humanas) y endógenas de los individuos (competencia y decaimiento de los individuos) y el reclutamiento está dado por la fecundidad, la adaptación genética y el crecimiento (Quinto *et al.*, 2002). Para poder obtener información acerca de la supervivencia, incorporación y muerte de los árboles necesaria para determinar la mortandad y reclutamiento se necesita del monitoreo en sitios permanentes (Päivinen *et al.*, 1994) que permite identificar patrones de la sucesión de especies, estado de salud y desarrollo; además su análisis contribuye a determinar el balance entre el crecimiento, demanda poblacional y los estándares ambientales aceptables (Hernández, 2007).

El Área Natural Protegida Sierra Fría, localizada al Noroeste del Estado de Aguascalientes está constituida por diferentes tipos de ecosistemas, entre ellos por los

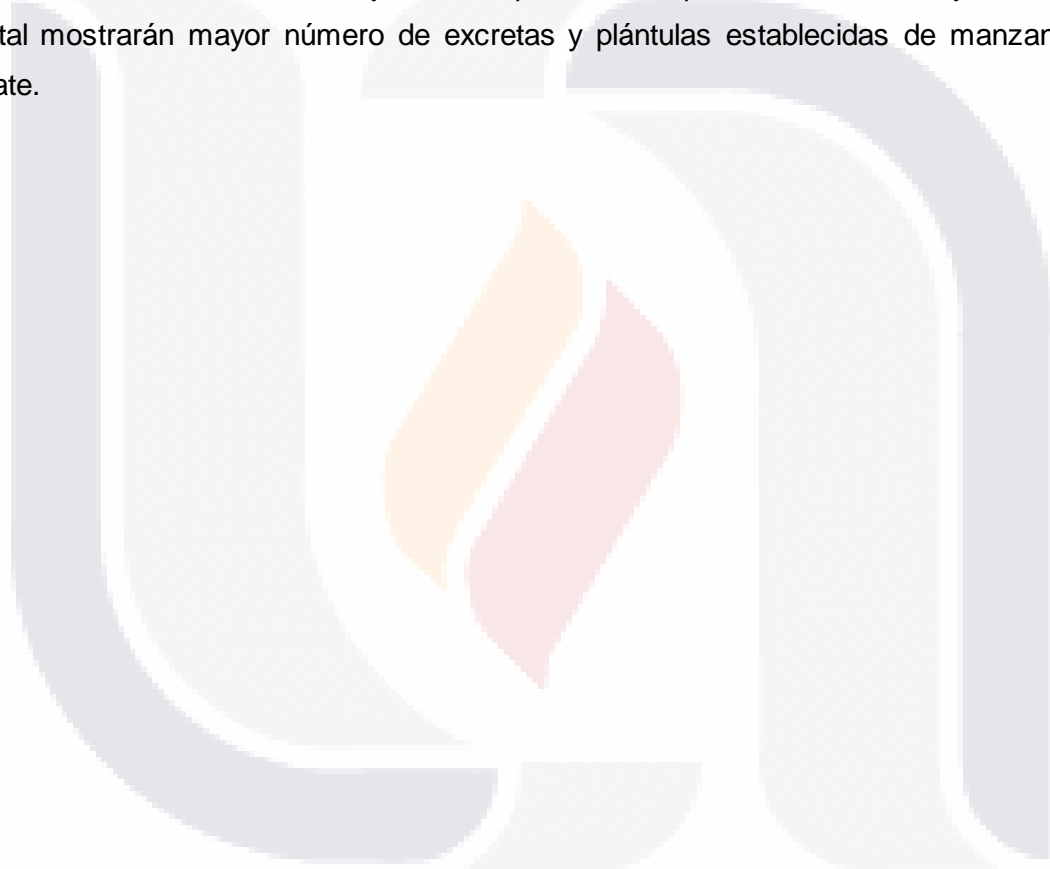
TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

bosques templados (Sosa-Ramírez *et al.*, 2015). De acuerdo a los estudios de Minnich *et al.* (1994), estos han tenido disturbios recurrentes en los últimos años provocados tanto por factores naturales como antropogénicos, que van desde la introducción de fauna exótica (Sosa-Ramírez *et al.*, 2015) hasta la aparición esporádica de plagas y enfermedades (Sánchez-Martínez *et al.*, 2012; Díaz-Núñez *et al.*, 2014) Todos estos disturbios han ocasionado, como respuesta, un proceso de recuperación y cambios en la estructura de la vegetación, observándose una dinámica en la cual las especies del género *Arctostaphylos* y *Juniperus* son pioneras, sobre todo en las mesas y los sitios de fácil acceso (Díaz-Núñez *et al.*, 2016).

La manzanita del género *Arctostaphylos* posee una amplia distribución, que va desde el sur de los Estados Unidos hasta el sur de México en los estados de Veracruz y Oaxaca, formando asociaciones con muchos tipos de vegetación. En Aguascalientes, la mayor población de este género se localiza en la Sierra Fría, aunque también se han observado algunos ejemplares en el ANP-Cerro del Muerto, Sierra del Laurel y Serranía de Juan el Grande (Sosa-Ramírez *et al.*, 2016). Diggs (1995) argumenta que la abundancia de esta especie se ha evidenciado a través de los años con la ocupación de parches que estaban vacíos o que sufrieron algún tipo de disturbio. Según Márquez-Linares *et al.* (2006) la manzanita puede reproducirse vegetativamente a partir de ramas que se entierran, pero este tipo de reproducción no es común. Rzedowski (1978) le da importancia a los disturbios asociados a esta planta ya que está adaptada a incendios y prospera en lugares donde éstos con frecuencia han destruido los encinares. Los frutos pueden ser consumidos por osos (Herrera-González, 2002), coyotes, zorras, conejos, roedores, guajolotes silvestres (Rumble y Anderson , 1996) e incluso por hormigas que funcionan como importantes dispersores.

Otro componente importante son los bosques del género *Juniperus*, compuesto en México por más de 10 especies. Una de las más importantes por su amplia distribución es el táscate (*J. deppeana*), un arbusto o árbol pequeño de 3 a 10 m (hasta 20 m) de altura, con un diámetro normal de 20 a 50 cm, también añade que es una especie de lento crecimiento y nativo de los Estados Unidos y de México (Batis *et al.*, 1999). En Aguascalientes, se han identificado cuatro especies de *Juniperus*: *J. deppeana*, *J. duranguensis*, *J. flaccida* y *J. eritrocarpa*, siendo el primero el de mayor distribución y abundancia en las Áreas Naturales del Estado (Díaz-Núñez *et al.*, 2012).

Aunque se ha documentado el papel que juegan las especies pioneras como precursores de la sucesión ecológica, en la Sierra Fría existe la incertidumbre sobre la trayectoria de la misma y el tiempo que transcurrirá para el reemplazo de la vegetación y la recuperación de las especies maduras, lo cual puede aportar elementos de decisión para contribuir al manejo forestal, específicamente en las acciones implicadas para la restauración tanto pasiva como activa. Derivado de lo anterior, el objetivo de este estudio fue identificar el patrón de establecimiento de la manzanita (*Arcostaphylos* spp.) y el táscate (*Juniperus* spp.) en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila en el ANP Sierra Fría, Aguascalientes. Partiendo del objetivo, la hipótesis fue que los sitios con baja cobertura vegetal mostrarán mayor número de excretas y plántulas establecidas de manzanita y táscate.



4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Estaciones de estudio.

A través de imágenes satelitales se ubicaron sitios con baja y alta cobertura vegetal en las mesas del Aserradero y del Águila. La cobertura se clasificó en baja: 0-50% y alta: 51-100%. En cada uno de los tipos de cobertura se instalaron 12 cuadrantes de 32x32 m distribuidos al azar. Una condicionante fue que al menos una de las dos especies (manzanita o táscate) estuvieran presentes en las estaciones de trabajo (Figura 4.1).



Figura 4.1 Cuadrante 2 de baja cobertura en Mesa del Aserradero, ANP Sierra Fria.

De esta manera resultaron tres cuadrantes para cobertura baja y tres para cobertura alta en cada Mesa, es decir, seis en Mesa del Aserradero y seis en Mesa de Águila (Figura 4.2).

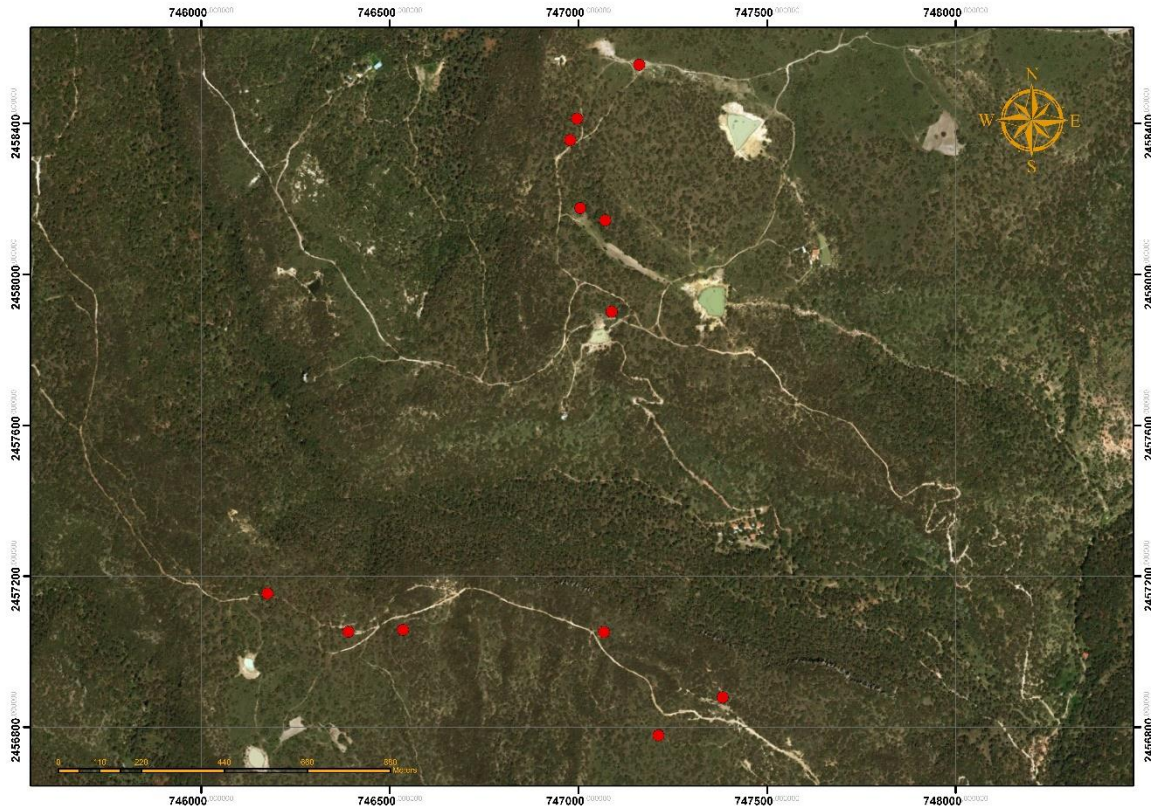


Figura 4.2 Distribución de los 12 cuadrantes marcados con un punto rojo en Mesa del Águila (parte superior del mapa) y Mesa del Aserradero (parte inferior del mapa).

4.2.2 Inventarios fito-ecológicos

Se realizaron 12 muestreos fitoecológicos para calcular el establecimiento de estas especies. Se usó la técnica de Daget y Godron (1982), donde para cada cuadrante de cada cobertura y Mesa se realizaron mediciones de la base del tronco principal de todos los ejemplares de manzanita y táscate presentes. Se midió el diámetro del tronco principal para cada uno, a través del uso de un vernier o cinta métrica y estas mediciones se clasificaron en cinco categorías según el espesor del tallo basal (las categorías se mencionan más adelante). No se tomaron en cuenta ejemplares con mediciones mayores de los 4.1 cm para los análisis, ya que se consideran que son individuos adultos o maduros que tuvieron un establecimiento años atrás, sin embargo sí se tomaron en cuenta para el análisis general de dinámica (Figura 4.3).



Figura 4.3 Arbusto maduro establecido de manzanita en Mesa del Aserradero.

Así mismo, al hacer las mediciones en cada cuadrante se registraron los sitios donde además de la presencia de la manzanita y el tásbate, se lograron encontrar excretas de las especies animales cerca de los ejemplares forestales.

Además se realizaron inventarios fito-ecológicos (Anexo A) para la manzanita y tásbate registrando: El número de cuadrante, número de árbol, número de brazos (si el tronco principal sobresale del suelo a más de 5 cm se tomó como un solo tronco sin brazos y si es menor a 5 se tomó como dos o más brazos), especie, diámetro basal (≤ 4 cm), altura y según la guía de claves para trabajo de campo en el proyecto “Detección de árboles genéticamente deseables” basadas en la metodología de Emberger y Godron (1968) se tomaron en cuenta las clasificaciones para vigor y condición. Así mismo, se registraron las características ecológicas de cada cuadrante (Anexo B).

Para verificar si existe relación entre los diámetros y aturas de los ejemplares de manzanita y tásbate por cobertura y altura, además de analizar la cantidad de individuos de acuerdo al espesor del tronco se realizaron categorías para clasificar los diámetros de los ejemplares con establecimientos recientes (≤ 4 cm). Las categorías fueron:

1. ≤ 0.5 cm de \emptyset
2. 0.6 - 1 cm \emptyset
3. 1.1 - 2 cm \emptyset
4. 2.1 - 4 cm \emptyset
5. > 4.1 cm \emptyset

Complementando los datos anteriores se realizó un análisis de correlación de Pearson y Regresión Lineal Simple mediante el programa estadístico Minitab 16 Statistical Software para conocer si existe una relación entre el diámetro basal y la altura de los ejemplares (≤ 4 cm de \varnothing).

4.2.3 Análisis de composición florística

Se realizaron inventarios de composición florística (Anexo C) en cada cuadrante por el método de Daget y Godron (1982) para conocer las diferentes especies leñosas y arbustivas en cada sitio. Este método se realizó a través del uso de cuadrantes, donde se comenzó en alguna esquina del mismo y se observaron y registraron las especies vegetales que estuvieron en el área/cuadrante comenzando por un espacio de 1x1 m (si estuvieron presentes o el dosel llegó a entrar en este espacio), después se fue ampliando a 1x2 m y se registraron las especies nuevas que estuvieron dentro. De esta manera se fue ampliando cada vez más el espacio de 2x2, 2x4, 4x4, 4x8, 8x8, 8x16, 16x16, 16x8, 16x16, 16x32 hasta abarcar la medida total del cuadrante 32x32. Cabe mencionar que las especies que se repitieron ya no fueron registradas, solo las nuevas que fueron apareciendo conforme se iba ampliando el espacio.

4.3 RESULTADOS

Se realizó una matriz general donde se presentan los datos completos correspondientes a todos los cuadrantes de alta y baja cobertura de ambas mesas; se incluyen todas las especies que fueron registradas en los inventarios fito-ecológicos por cada uno de los 12 cuadrantes. Se marcó el símbolo “I” para denotar la presencia de la especie en el cuadrante y el símbolo “O” para la ausencia en el mismo. La manzanita solo estuvo ausente en el cuadrante 12 de baja cobertura en el Águila, mientras que el táscate estuvo presente en todos los cuadrantes (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1 Matriz general de presencia y ausencia de los establecimientos en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila.

Área	Mesa del Aserradero						Mesa del Águila					
	Alta			Baja			Alta			Baja		
Cobertura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Especies/Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Arbutus glandulosa</i>	O	O	O	O	O	O	I	O	I	O	O	O
<i>Arbutus xalapensis</i>	O	O	I	O	O	O	I	O	O	O	O	O
<i>Arctostaphylos pungens</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	O
<i>Juniperus deppeana</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
<i>Pinus cembroides</i>	O	O	O	O	O	O	O	O	O	I	O	O
<i>Pinus teocote</i>	O	O	I	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<i>Quercus eduardii</i>	O	O	I	O	O	O	O	O	O	O	O	O
<i>Quercus potosina</i>	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	O	O

De la misma manera encontramos que estas especies pioneras fueron las de mayor abundancia en la mayoría de los cuadrantes. El cuadrante 3 de alta cobertura ubicado en la Mesa del Aserradero particularmente en el rancho conocido como el Cíbolo es el que presentó mayor cantidad de ejemplares donde años atrás hubo un incendio; mientras que el cuadrante 12 ubicado en la Mesa del Águila particularmente en un terreno muy abierto usado para el pastoreo tuvo el menor número de ejemplares donde prácticamente solo se encontraron táscales de un diámetro mayor a 4 cm pero de alturas bajas provocadas por el constante ramoneo (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Matriz general de abundancia de las especies vegetales en los cuadrantes (1024 m²) de alta y baja cobertura.

Área Cobertura	Mesa del Aserradero						Mesa del Águila						Total
	Alta			Baja			Alta			Baja			
Especies/Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
<i>Arbutus glandulosa</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	4	0	0	0	14
<i>Arbutus xalapensis</i>	0	0	1	0	0	0	18	0	0	0	0	0	19
<i>Arctostaphylos pungens</i>	64	110	36	65	39	4	8	24	12	5	2	0	369
<i>Juniperus deppeana</i>	5	13	207	10	10	61	25	28	21	57	41	14	492
<i>Pinus cembroides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
<i>Pinus teocote</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Quercus eduardii</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Quercus potosina</i>	4	16	13	16	15	8	17	27	29	1	0	0	146
Total	73	139	262	91	64	73	78	79	66	68	43	14	1050

Partiendo de la anterior matriz que nos mostró la información general de estructura en los sitios, se muestra con claridad que existe un reclutamiento en las áreas por parte de la manzanita y el táscate. Comenzando con el análisis general de estructura de las dos especies pioneras, se encontró que hay una abundancia mayor por cada categoría en el táscate que en la manzanita, indicándonos que hay más ejemplares de recién instalación e instalación antigua por parte del táscate.

Existe solo una pequeña diferencia de abundancia en la categoría de mayor diámetro al solo existir una cantidad de 16 ejemplares entre una y otra, lo cual nos mostró como a pesar de haber mayor diferencia de ejemplares en las primeras etapas esta se acortó al llegar a la madurez. Con lo anterior podemos verificar que hay mayor facilidad de instalación por parte del táscate al presentar una cantidad mayor de individuos que la manzanita, sin embargo la sobrevivencia llegó casi a emparejarse al llegar a las etapas finales. La mayor abundancia tanto de manzanita como de táscate se presentó en individuos con un diámetro normal ≥ 4 cm (Figura 4.4).

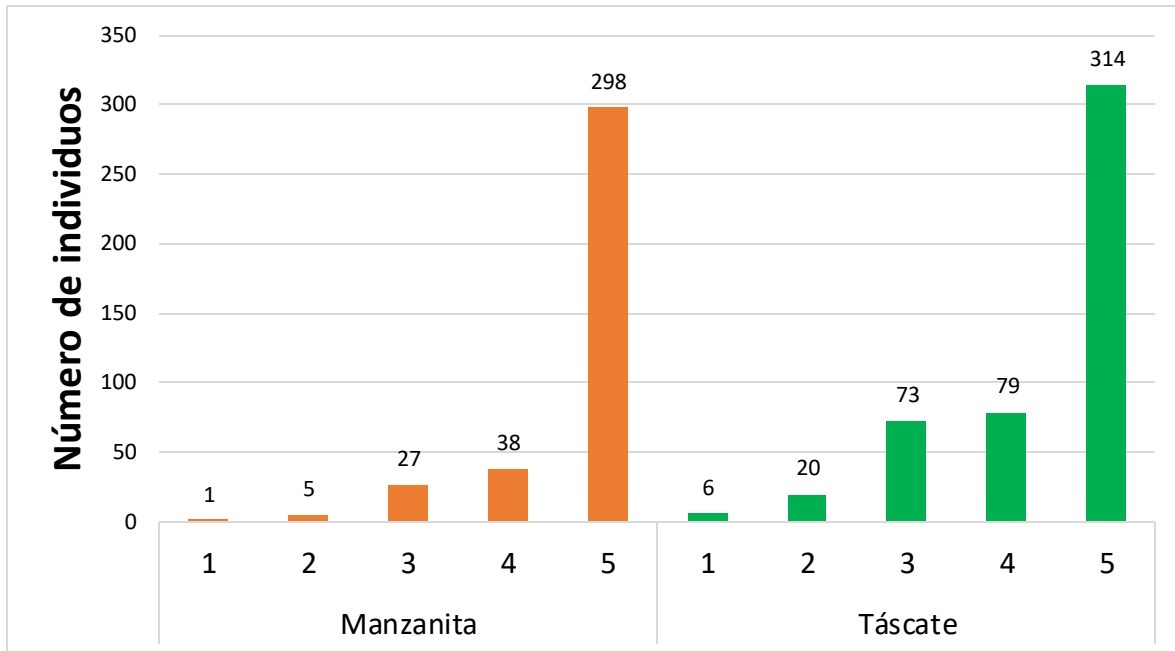


Figura 4.4 Dinámica general de la manzanita y táscate de acuerdo a las categorías de diámetro basal.

En ambas mesas tanto la manzanita como el táscate son las especies dominantes (en ese orden, cuadro 7), relacionado posiblemente con la aparición de disturbios recientes, aunque no reportados en la literatura.

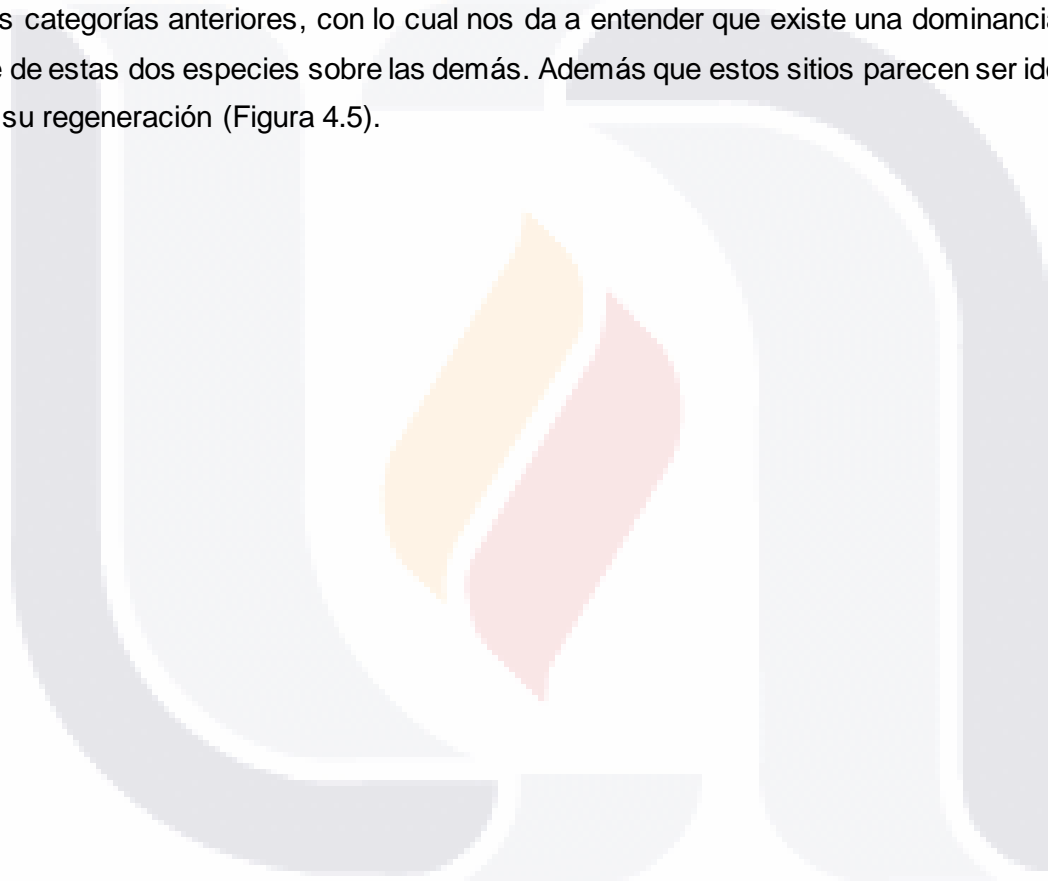
En las áreas de estudio encontramos que existen diferencias con respecto al número de individuos por categorías de diámetros e inclusive por especies y en primera instancia las especies pioneras tuvieron una mayor dominancia que las demás especies de manera general y por cada categoría. Existe una tendencia hacia la estabilización de individuos juveniles con diámetros mayores a 4 cm, lo que indica que probablemente el reclutamiento se ha dado en los últimos 5 años y no de manera reciente.

Respecto a las diferencias por áreas hay una mayor cantidad de individuos de manzanita y táscate por categoría en Mesa del Aserradero que en la del Águila con excepción de las otras especies en categoría 5, ya que el Águila presentó una mayor cantidad y retomando lo que se dijo; las otras especies corresponden a encinos, pinos y madroños y al ser de esta categoría nos indicó que es un bosque maduro.

Así pues, tenemos que en el Aserradero hubo una mayor cantidad de ejemplares pioneros que de otras especies, mientras que en el Águila hubo menos especies pioneras

pero también una mayor cantidad de otras en estado maduro lo cual señala que esta mesa tiene bosques con mayor madurez. Algunos datos no publicados señalan que en la última década ocurrió un incendio en la mesa del Aserradero, lo que hace suponer la presencia de manzanita, producto de la cicatrización de los efectos del fuego.

Como segundo punto tenemos que la cobertura es un factor importante en la instalación de las especies pioneras. A pesar de la fuerte competencia que puede haber en los sitios con altas coberturas, se presentó una cantidad mayor de ejemplares de manzanita y táscate aquí que en las bajas coberturas, no solo en la última categoría (la 5), sino también en las categorías anteriores, con lo cual nos da a entender que existe una dominancia por parte de estas dos especies sobre las demás. Además que estos sitios parecen ser ideales para su regeneración (Figura 4.5).



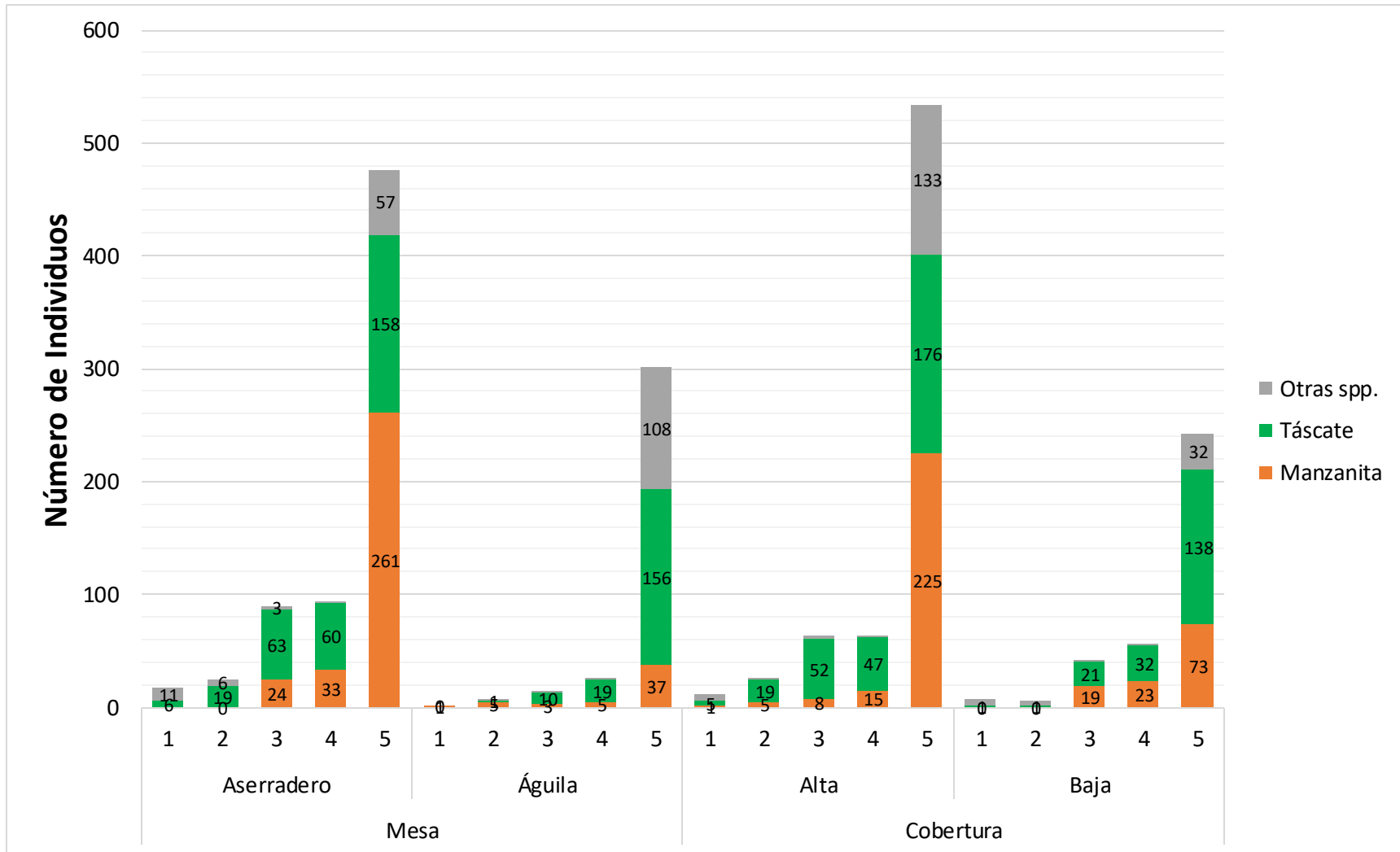


Figura 4.5 Dinámica general de la manzanita, táscate y otras especies por área de estudio y cobertura vegetal de acuerdo a las categorías de diámetro basal

Así bien, se observó una tendencia de acuerdo a la dominancia de una especie sobre la otra donde en la mayoría de las categorías tanto en mesas como en cobertura el táscate domina sobre la manzanita. Como se mencionó en el párrafo anterior la manzanita presentó dominancia sobre el táscate en la categoría 5 del Aserradero y en Alta cobertura, sin embargo es probable que al pasar el tiempo esta sea dominada por el táscate y la sucesión avance hacia la madurez del bosque como se está presentando en el Águila al registrarse un mayor número de otras especies (133) que el Aserradero (57), que es dominado en su mayoría por las pioneras.

De manera general para la Mesa del Aserradero la relación entre el diámetro y la altura de las especies es baja ($R^2=0.111$), mientras que en la Mesa del Águila existe una relación media ($R^2=0.334$), en la primera, probablemente se deba a un dinamismo entre los individuos juveniles y aquellos que tienen un diámetro ≥ 4 cm; por otra parte, en la segunda la relación sea más evidente por el mayor desarrollo que tiene la vegetación.

La relación que existe en los sitios de alta cobertura vegetal es nula a pesar de realizar el análisis entre varias alternativas: tomando únicamente la manzanita y táscate, las altas coberturas de cada mesa y las coberturas en general entre todos los individuos; la relación siguió siendo la misma.

Por otra parte, en sitios de baja cobertura existe una estrecha relación entre las dos variables evaluadas ($R^2=0.841$), considerando que existe una ventana de oportunidad para que todos los individuos puedan tener un crecimiento sostenido (ver cuadro 4.3).

Cuadro 4.3 Análisis de correlación de Pearson y regresión lineal simple para el diámetro y altura al 95% de confiabilidad.

Área (Manzanita y táscate)	Correlación		Regresión	
	r	P	R ²	P
M. Aserradero	0.338	0.000	0.111	0.000
M. Águila	0.588	0.000	0.334	0.000
Cobertura (Manzanita y táscate)				
Alta	0.582	0.000	0.335	0.000
Baja	0.322	0.000	0.097	0.000
Área-Cobertura (Manzanita y táscate)				
M. Aserradero-Alta	0.577	0.000	0.329	0.000
M. Aserradero-Baja	0.348	0.001	0.112	0.001
M. Águila-Alta	0.768	0.000	0.573	0.000
M. Águila-Baja	0.227	0.220	0.019	0.220
Especie				
Manzanita	0.328	0.001	0.098	0.001
Táscate	0.488	0.000	0.235	0.000
General	0.086	0.113	0.040	0.113
General - Área				
M. Aserradero	0.079	0.185	0.030	0.185
M. Águila	0.601	0.000	0.350	0.000
General - Cobertura				
Alta	0.613	0.000	0.372	0.000
Baja	0.017	0.841	0.000	0.841

$\alpha=0.05$

En el análisis florístico se encontraron 10 especies arbustivas y arbóreas correspondientes a 6 géneros. Las mejor representadas son *A. pungens* y *J. deppeana*. Sin embargo, también se encontró la presencia de algunos ejemplares de pinos en las mesas, así como encinos, madroños y una especie de arbusto leñoso (cuadro 4.4).

Cuadro 4.4 Análisis de composición florística en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila.

Mesa del Aserradero	Mesa del Águila
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.	<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth.
	<i>Arbutus glandulosa</i> M. Martens & Galeotti
<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth.	<i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth.
<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.
<i>Pinus leiophylla</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.	
	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.
<i>Pinus teocote</i> Schltdl. & Cham.	
<i>Quercus potosina</i> Trel.	<i>Quercus potosina</i> Trel.
<i>Quercus eduardii</i> Trel.	<i>Quercus eduardii</i> Trel.
<i>Stevia lucida</i> Lag.	<i>Stevia lucida</i> Lag.

4.4 DISCUSIÓN

El establecimiento de las diferentes especies están relacionados con sus dos mecanismos reproductivos, la vía sexual y asexual. Tanto *J. deppeana* como *A. pungens* poseen las dos estrategias, por lo que en ocasiones es complicado determinar la procedencia de la regeneración. A través de diferentes estudios (Chapa-Bezanilla *et al.*, 2008; Díaz-Núñez *et al.*, 2012; Díaz-Núñez *et al.*, 2016) se han encontrado algunos elementos para sugerir que el paisaje de la Sierra Fría ha experimentado una recuperación durante las últimas dos décadas; no obstante, es incierto el papel que juegan algunas especies pioneras y cuál es la trayectoria de la sucesión ecológica al menos en esta área.

Aunque Díaz-Núñez *et al.* (2016) mencionan que la recuperación de la cubierta vegetal en áreas que anteriormente presentaron disturbios es dominada principalmente por *J. deppeana*, no es claro aún el papel de esta especie y la manzanita, aunque es fundamental conocer su comportamiento y su dinámica poblacional.

El desarrollo estructural de la vegetación en sitios abiertos con áreas basales $\geq 5 \text{ m}^2$ y a $\leq 25 \text{ m}^2$ tiende a generar vegetación madura donde el reemplazo de especies no depende de un disturbio, sino de los ciclos biológicos de las comunidades (Aguirre-Calderón, 1997), es probable que en la mesa del Águila este sea el patrón de establecimiento, contrario a lo que ocurre en la mesa del Aserradero donde el establecimiento de la vegetación depende de un patrón de disturbio-recuperación-disturbio (Díaz-Núñez *et al.*, 2012).

Después de la manzanita y el táscate, el encino (*Quercus potosina*) fue la especie que tuvo mayor cantidad de individuos, ya que las demás especies como los madroños (*Arbutus glandulosa* y *Arbutus xalapensis*), los pinos (*Pinus cembroides* y *Pinus teocote*) y la especie de encino *Quercus eduardii* presentaron pocos ejemplares; nuestros resultados de estructura difieren de otros que se han llevado a cabo en diferentes regiones de México como nos lo muestran Block y Meave (2015) que trabajaron la estructura del Parque Nacional El Tepozteco en Morelos donde determinaron que los encinos (*Quercus castanea*, *Quercus obtusata* y *Quercus rugosa*) y una especie de árbol (*Styrax ramirezii*) fueron las especies dominantes en ese sitio, mientras que la especie pionera presente en ese lugar (*Juniperus flaccida*) se encontró con poca abundancia, de acuerdo a esto podemos decir

que este sitio presenta un proceso de regeneración más avanzado al nuestro. Así también, Castellanos-Bolaños *et al.* (2008) determinaron la estructura de los bosques de pino pátula en Ixtlán de Juárez en el estado de Oaxaca donde las especies presentes son totalmente diferentes a las nuestras. Aquí reportan a los encinos *Quercus crassifolia*, *Quercus rugosa* y *Quercus corrugata*, además de otras especies de pino, en este estudio no reportan especies pioneras parecidas a las nuestras. Zacarías-Eslava *et al.* (2011) reportan la composición, estructura y diversidad del cerro del Águila en Michoacán donde la única especie que tiene en común con nuestra área es la del madroño *Arbutus xalapensis*. Por último, Martínez-Cruz *et al.* (2009) reportaron la estructura de los encinares de la Sierra de Santa Rosa en Guanajuato donde se presentaron varias especies en común con nuestra área como las dos de encinos (*Quercus potosina* y *Quercus eduardii*), una de pino (*Pinus cembroides*), una de madroño (*Arbutus glandulosa*) y en especial una pionera que fue la manzanita, ya que este estudio reportan dos especies de este tipo en ese lugar (*Arctostaphylos pungens* y *Ageratina glabrata*) siendo esta área la que presenta especies más afines a la nuestra. De acuerdo a lo anterior, es que podemos observar como los sitios de estudio anteriores presentan especies de pino y encino en abundancia lo que se traduce en estados de recuperación avanzados, mientras que en nuestros sitios las especies pioneras son las que están en gran abundancia por lo que se encuentran en una etapa de recuperación.

Se establecieron las categoría de diámetro para determinar la edad de los ejemplares, tomando en cuenta que a mayor diámetro el individuo tendría mayor edad, el táscate presentó mayor abundancia en cada categoría y mayor distribución al estar presente en todos los cuadrantes, esto es congruente con los resultados de Díaz-Núñez *et al.* (2012), ellos encontraron que *Juniperus deppeana* es la especie con mayor distribución mientras que *Arctostaphylos pungens* es la tercera por detrás de *Quercus potosina*.

Si realizamos una comparación de manera individual por cada área observamos diferencias de acuerdo al gráfico general obtenido. En la Mesa del Aserradero hubo mayor abundancia de manzanita (pingüica) que de táscate, sobre todo en la última categoría de diámetro (5), es decir, existe gran cantidad de adultos maduros en mayor cantidad que los individuos de las primeras categorías que representan las categorías de plántulas y de juveniles. El táscate, en cambio, presenta más ejemplares en las primeras categorías. Este fenómeno de abundancia de la manzanita es reciente, Chapa-Benzanilla *et al.* (2008) explican que este arbusto sufrió una fragmentación durante el periodo comprendido entre

1970 y 1993, mientras que el táscate tuvo incrementos de superficie, lo que observamos hoy en día respecto al dominio de la manzanita es resultado de disturbios recientes provocados por el fuego en años pasados que según Márquez-Linares *et al.* (2005) es un elemento fundamental para la escarificación de la semilla y provocar su amplia distribución. Esto sugiere que la fauna, como se comprobó con anterioridad, podría dispersar una cantidad considerable de semillas de esta especie por la Mesa, esperando el factor fuego para su establecimiento. Otro aspecto importante a considerar es que estas dos especies pioneras abundan en el área de estudio en mucha mayor cantidad que las demás especies forestales, lo cual coincide con lo mencionado por Chapa-Benzanilla *et al.* (2008) al argumentar que el bosque de encino presentó durante el periodo de 1956 a 1993, una clara tendencia de fragmentación en la Mesa del Aserradero, lo cual fue aprovechado por las especies pioneras para ganar espacio y dominar.

Por otro lado se encuentra la Mesa del Águila donde cambia la dominancia a diferencia del Aserradero al ser el táscate la especie con mayor cantidad de individuos en comparación con la manzanita que tuvo una abundancia mucho menor, incluso el encino fue más abundante. Este cambio de roles en la abundancia está ligada, en primer lugar, al estado de conservación, ya que parte de esta Mesa esta cuidada y resguardada por el dueño del predio, por tal motivo, no se han presentado incendios que disparen la abundancia de la manzanita, ya que los dispersores dejan gran cantidad de semillas en el suelo formando bancos. Frente a lo anterior, el táscate ha tenido gran ventaja para posicionarse como la especie más abundante en esta área debido a perturbaciones pasadas como indica Díaz-Núñez *et al.* (2012) al agregar que esta especie ha sido pionera en la recuperación de la cubierta vegetal debido a que está relacionada con disturbios ocurridos durante los años de 1920 a 1940, según indican Minnich *et al.* (1994). Otro factor importante en relación a la abundancia de esta especie es la presencia de ganado, ya que durante el año se permite la entrada de ganado por un periodo de meses lo que coincide con lo mencionado por Díaz-Núñez *et al.* (2012) al sugerir que una posible explicación a la dominancia del táscate es la presencia de ganado, que inhibe el establecimiento de las plántulas de encino y roble en la Sierra Fría.

Por otra parte, tenemos la cobertura que también jugó un papel importante en el establecimiento de estas especies, nuestra hipótesis sugería que se encontraría una mayor cantidad de individuos en las coberturas bajas es decir en sitios abiertos, sin embargo nuestros resultados nos mostraron todo lo contrario, al observarse una mayor abundancia

en las altas coberturas, lo que nos mostró que estas especies pueden establecerse con éxito aún con una alta competencia por parte de otras especies; estos resultados difieren de lo dicho por Díaz-Núñez *et al.* (2012) al mencionar que al menos el táscate es más abundante en coberturas entre 30 y 50%, lo que sería en nuestro caso una cobertura baja (0-50%), así también Díaz-Núñez *et al.* (2016) argumentan que los arbustos como la manzanita y táscate se encontraron en coberturas del 11 al 50%, estos dos estudios presentan resultados contrarios al nuestro, que presentó la mayor cantidad de individuos en una cobertura alta, que va del 51 al 100%.

En otro caso tenemos los análisis de las correlaciones de los diámetros con las alturas al ser las únicas variables numéricas que tuvieron en los inventarios, cuya finalidad fue ver si existió la relación de que a mayor diámetro en los ejemplares mayor altura lo cual se traduciría a mayor edad pero los índices de correlación no fueron significativos de manera general para todas las especies lo que nos indicó que cada una tiene diferentes maneras de crecer de acuerdo a las condiciones y recursos que pueda obtener, los índices que presentaron una correlación arriba del 50% fueron en las altas coberturas comparándolas con las bajas donde es nula, esto debido a que en las altas coberturas sobretodo en la Mesa del Aserradero hay mayor cantidad de táscares y este, presenta un crecimiento con mayor uniformidad que la manzanita que crece generando varios brazos. Así bien, la baja relación que existe entre los diámetros y la altura de las especies mencionadas en los sitios con alta cobertura puede obedecer a la alta competencia que inhibe el crecimiento de los individuos suprimidos (Oliver y Larson, 1996) y limitando el crecimiento de otros, esto podría predisponer el sitio nuevamente a un disturbio y generar ventanas de oportunidad a las comunidades naturales (Keeley y Bond, 1999).

Sin embargo no podemos argumentar que el diámetro y la altura están relacionados con la edad, lo cual nos ayudaría a conocer la edad de los individuos de acuerdo a cada categoría de diámetro que proponemos y esto a su vez nos ayudaría a relacionarlo con las semillas dispersadas en las excretas y sugerir si la mayoría de estos provienen de este tipo de dispersión. Nuestros resultados de acuerdo a los índices de correlación coinciden con Fu *et al.* (2017) al no obtener diferencias significativas entre los diámetros y alturas de ejemplares de encino mongol (*Quercus mongolica*) en el norteste de China en varias parcelas, mientras que Fu *et al.* (2011) obtuvieron mayores valores de correlación que los nuestros entre los diámetros basales y las alturas en tres especies de árboles de manglar (*Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina* y *Kandelia candel*), por último tenemos a Rosén

(1988) quien obtuvo cerca del 100% de correlación entre el diámetro y la edad de ejemplares de *Juniperus communis*.

La importancia de conocer el diámetro o la altura de estos ejemplares nos permitiría identificar la edad de estas especies, ya que existen aproximaciones a la edad en otros estudios. Márquez-Linares *et al.* (2006) sugieren que ejemplares de manzanita con alturas mayores a los 4 m tendrían alrededor de 50 años, mientras que una de 1.5 m tendría alrededor de 20 años. Mientras que Rosén (1988) sugiere que para los ejemplares de táscate que presentan 50 mm de diámetro su edad estaría entre los 45 y 85 años. Tomando en cuenta los datos anteriores podemos argumentar que la mayoría de nuestros ejemplares de manzanita están entre los 20 y los 50 años, lo que concuerda con los incendios en recientes años. Los ejemplares con categorías menores a 4, que presentaron diámetros y alturas más chicos, tendrían igual o menos de 20 años; para los ejemplares de táscate mayores a 4 cm de diámetro (categoría 5), que son la mayoría, tendrían edades de 45 a 85 años, lo que nos indica que estos provienen de los disturbios provocados durante los años cincuenta, mientras que los menores a 4 cm tendrían menos de 45 años, lo que sugiere que estos habrían sido dispersados por la fauna recientemente. Esta estimación nos ayuda a comprender que los dispersores animales únicamente juegan el rol de dispersores a larga distancia, generando los banco de semillas disponibles para la espera de algún disturbio que potencialice la germinación y establecimiento de estas especies vegetales, existen excepciones como la del gato montés que obtuvo el mayor porcentaje de germinación y el cual podría ser alguno de los animales capaces de acelerar y potencializar la germinación de algunos individuos como los pocos ejemplares encontrados con diámetros menores a cuatro centímetros.

Por último, se sugiere continuar con esta misma línea de investigación pero tomando en cuenta y midiendo los diámetros reales de todo el arbolado para tener el dato real de la relación del diámetro basal y su altura.

4.5 CONCLUSIONES

1. De acuerdo al objetivo podemos argumentar que nuestra hipótesis es incorrecta al existir de manera general mayor cantidad de individuos recién establecidos (≤ 4 cm de \emptyset) en las altas categorías con excepción de las categorías 3 y 4 para la manzanita donde sí hubo mayor cantidad que en las altas. También, de acuerdo al segundo capítulo de dispersión y ligándolo a este, se presentó mayor cantidad de excretas en sitios con altas coberturas.
2. La estructura del bosque templado en Mesa del Aserradero y Mesa del Águila está dominado por las especies pioneras de la manzanita y el táscate. De manera general para ambas áreas existen más individuos de táscate que de manzanita.
3. La Mesa del Aserradero presentó mayor abundancia de manzanita debido a los incendios ocurridos en años anteriores, mientras que en el Águila el táscate es la especie con mayor abundancia debido al estado de conservación que presenta.
4. Se presentó mayor abundancia de ejemplares de todas las especies registradas en coberturas altas particularmente de manzanita y táscate. Estas especies pioneras pueden colonizar parches con altas coberturas con éxito aún cuando la competencia es alta.
5. De acuerdo a los análisis estadísticos, no hubo diferencias significativas entre los diámetros basales y las alturas de copa entre todas las especies registradas. Las altas coberturas presentaron un porcentaje de correlación al menos del 50% mientras que las bajas fue nula.
6. Para el análisis de composición florística se registraron dos especies de madroños, la manzanita, el táscate, tres especies de pino, dos de encino y la pegajosilla.
7. Según las referencias la mayoría de los ejemplares de manzanita tendrían la edad de 50 años y los restantes de 20 años. La mayoría de los táscates estarían en edades entre los 45 a 85 años y los restantes menores a 45.
8. El bosque templado que forma parte de las dos Mesas se encuentra en una etapa sucesional de recuperación debido a la mayor abundancia de especies pioneras como la manzanita y el táscate.

4.6 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Calderón, O.A. 1997. Hacia el manejo de ecosistemas forestales. *Madera y Bosques* 3(2):3-11.
- Batis, A., Alcocer, M. I., Gual, M., Sánchez, C. y Vázquez-Yáñez, C. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosas para la Restauración Ecológica y la Reforestación. México, D.F.: Instituto de Ecología, UNAM - Conabio.
- Block, S. y Meave, J. A. 2015. Structure and diversity of oak forests in the el tepozteco national park (Morelos, México). *Botanical Sciences*, 93(3), 429-460 pp. doi:10.17129/botsci.150.
- Brassard, B. W. y Chen, H. Y. 2010. Stand structure and composition dynamics of boreal mixed wood forest: Implications for forest management. Sustainable Forest Management Network. Edmonton, AB. Canada., 19 p. http://www.ales.ualberta.ca/forestry/Sustainable_Forest_Management/Publications/~media/DAB972E3B2A7446D9B9F78B2ABD99A90.ashx.
- Calderón-Aguilera, L.E., V.H. Rivera-Monroy, L. Porter-Bolland, A. Martínez-Yrizar, L.B. Ladah, M. Martínez-Ramos, J. Alcocer, A.L. Santiago-Pérez, H.H. Hernández-Arana, V.M. Reyes-Gómez, D.R. Pérez-Salicrup, V. Díaz-Núñez, J. Sosa-Ramírez, J. Herrera-Silveira, and A. Búrquez. 2012. An assessment of natural and human disturbance effects on Mexican ecosystems: current trends and research gaps. *Biodiversity and Conservation*. doi 10.1007/S10531-011-0218-6.
- Carey, E. V., Brown, S., Gillespie, A. J. y Lugo, A. E. 1994. Tree mortality in lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. *Biotropica*, 255-265 pp. doi: 10.2307/2388846.
- Castellanos-Bolaños, J. F., Treviño-Garza, E. J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Jiménez-Pérez, J., Musalem-Santiago, M. y López-Aguillón, R. 2008. Estructura de bosques de pino pátula bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2), 51-63 pp.
- Chapa-Bezanilla, D., Sosa Ramírez, J. y de Alba Ávila, A. 2008. Estudio multitemporal de fragmentación de los bosques en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Madera y bosques*, 14, 37-51 pp.
- Daget, Ph. y M., Godron. 1982. *Analyse de l'ecologie des especes dans les communautés*. Masson, Paris 163 p.
- Diggs, G. M. 1995. *Arctostaphylos Adanson*, In: J. L. Luteyn (Ed.). *Ericaceae Part II. The superior-ovaryed genera*. Flora Neotropica Monograph, 133-145 pp.
- Díaz-Núñez, V., Sosa-Ramírez, J. y Pérez-Salicrup, D. R. 2012. Distribución y abundancia de las especies arbóreas y arbustivas en la Sierra Fría, Aguascalientes, México. ISSN 1405-2768. *Publilotánica*, 99-126 pp.
- Díaz-Núñez, V., J., Sosa-Ramírez e I. P., Macías-Medina. 2014. Diagnóstico fitosanitario de la vegetación en ecosistemas prioritarios de Aguascalientes, México. Comisión Nacional Forestal-Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes. 84 p.
- Díaz-Núñez, V., J. Sosa-Ramírez y D. R. Pérez-Salicrup, 2016. Vegetation patch dynamics and tree diversity in a diverse conifer and oak forest in central Mexico. *Botanical Science*. Vol. 94 (2): 229-240 pp.
- Emberger, L. y Godron, M. 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu: principes et transcription sur cartes perforées*: Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. Centre d'études phytosociologiques et écologiques.

- Fu, L. Y., Zhang, H. R., Sharma, R. P., Pang, L. F. y Wang, G. X. 2017. A generalized nonlinear mixed-effects height to crown base model for Mongolian oak in northeast China. *Forest Ecology and Management*, 384, 34-43 pp. doi:10.1016/j.foreco.2016.09.012.
- Fu, W. y Wu, Y. 2011. Estimation of aboveground biomass of different mangrove trees based on canopy diameter and tree height. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 2189-2194 pp. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.343.
- Gray, A. N. y Spies, T. A. 1997. Microsite controls on tree seedling establishment in conifer forest canopy gaps. *Ecology*, 2458–2473 pp. http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[2458:MCOTSE]2.0.CO;2.
- Hernández, L. I. 2007. Cambios en la estructura y composición del bosque bajo dos tratamientos silviculturales en la Comunidad de Capulálpam de Méndez, Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis de maestría. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica., 5-20 pp. http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1726E/A1726E.PDF.
- Herrera-González, D. E. 2002. Aporte nutricional del ecosistema de maderas del Carmen, Coahuila, para el oso negro (*Ursus americanus eremicus*). Tesis M.C. Facultad de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N. L., 81 p.
- Hirayama, K. y Sakimoto, M. 2005. Seedling demography and establishment of *Cryptomeria japonica* in a cool-temperate, old-growth, conifer hardwood forest in the snowy region of Japan. *Journal of Forest Research*, 67–71 pp. doi:10.1007/s10310-004-0104-0.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 501–528 pp. doi:10.1086/282687.
- Kimmins, J.P. 1997. *Forest ecology: A foundation for sustainable management*. Prentice Hall, New Jersey. 596 p.
- Keeley, J.E., M. Keeley, and W.J. Bond. 1999. Stem demography and post-fire recruitment of a resprouting serotinous conifer. *Journal of Vegetation Science* 10: 69-76.
- Márquez-Linares, M. A., Jurado, E. y González, C. L. 2005. Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* Hbk., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. *Madera y Bosques*, 11(2), 35-48 pp.
- Márquez-Linares, M. A., Jurado, E. y González-Elizondo, S. 2006. Algunos aspectos de la biología de la manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. ISSN 1405-9177. *CIENCIA UANL*, 57-64 pp.
- Martínez-Cruz, J., Téllez Valdés, O. y Ibarra-Manríquez, G. 2009. Estructura de los encinares de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80, 145-156 pp.
- Minnich, R., Sosa-Ramírez, J., Franco, V. y Barry, W. Y. 1994. Reconocimiento preliminar de la vegetación y de los impactos de las actividades humanas en la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 23-29 pp.
- Molofsky, J. y Augspurger, C. K. 1992. The effect of leaf litter on early seedling establishment in a tropical forest. *Ecology*, 68–77 pp. doi: 10.2307/1938721.
- Moretti, M., Duelli, P. y Obrist, M. K. 2006. Biodiversity and resilience of arthropod communities after fire disturbance in temperate forests. *Oecologia*, 312–327 pp. doi:10.1007/s00442-006-0450-z.
- Oliver, C. D. y B. C., Larson. 1996. *Forest Stand Dynamics*. New York, USA. McGraw-Hill. 520 p
- Päivinen, R. H., Gyde, L., Poso, S. y Zawila-Nies, T. 1994. Directrices internacionales de IUFRO para la monitorización de los recursos forestales. ISSN 1016-3263. Unión

- Internacional de Institutos de Investigación Forestal. IUFRO World Series Vol. 5., 55-97 pp.
- Peters, E. B., Wythers, K. R., Bradford, J. B. y Peter, B. 2013. Influence of Disturbance on Temperate Forest Productivity. *Ecosystems*, 95–110 pp. doi:10.1007/s10021-012-9599-y.
- Pickett, S. , T. A. y White, R. , S. 1985. The ecology of natural disturbance and patchy dynamics. ISBN: 978-0-12-554520-4. Orlando: Academic Press, Orlando. 2833–2849 pp. doi:10.1890/10-0097.1.
- Quinto, M. H., Rengifo, I., Y. A. Ramos P. y Ramos, P. 2002. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*, 4855-4868 pp. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a13v62n1.pdf>.
- Rosén, E. 1988. Development and seedling establishment within a *Juniperus-communis* stand on Oland, Sweden. *Acta Botanica Neerlandica*, 37(2), 193-201 pp.
- Rumble, M. A. y Anderson , S. H. 1996. Feeding ecology of Merriam's turkeys (*Meleagris gallopavo merriami*) in the Black Hills, South Dakota. *American Midland Naturalist.*, 157-171 pp. ULR <http://www.jstor.org/stable/2426641>.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. México, D.F.: Limusa.
- Sánchez-Martínez., G., C. J. Mehmel, N. E. Gillette, E. González Gaona, J. A. López Hernández, J. C. Monárrez González, J. L. García Rodríguez, S. R. Mori, H. E. Alanís Morales, J. M. Mejía Bojórquez, M. Cano Rodríguez, M. A. Cortés Chamorro, L. M. Torres Espinosa. 2012. Fundamentos para el control integral del descortezador *Dendroctonus pseudotsugae barraçani* Furniss en México Folleto Técnico núm. 46. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes México. ISBN: 978-607-425-797-7.
- Sosa-Ramírez, J., V., Díaz-Núñez y A., Ponce-Montoya. 2015. Diversidad y Productividad del Estrato Herbáceo en una Sabana de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 1 (2): 51-66 pp. doi: 10.18242/ANPScripta.2015.01.01.02.0003.
- Sosa-Ramírez, J., O., Moreno-Rico, G., Sánchez Martínez, J., Luna-Ruiz y M., Siqueiros-Delgado. 2016. Contribución al conocimiento biológico del chaparral de manzanita (*Arctostaphylos pungens* Kunth) en la Sierra Fría, Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. CONABIO, 107 p.
- Serbesoff-King, K. 2003. Melaleuca in Florida: a literature review on the taxonomy, distribution, biology, ecology, economic importance and control measures. *Journal of Aquatic Plant Management*, 98–112 pp.
- Tassin, J., Riviere , J. N., Cazanove , M. y Bruzzese , E. 2006. Ranking of invasive woody plant species for management on Reunion Island. *Weed Research*, 388–403 pp. doi:10.1111/j.1365-3180.2006.00522.x.
- Uhl, C., Clark , K., Clark, H. y Murphy, P. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro Region of the Amazon Basin. *Journal of Ecology*, 631-649 pp. doi:10.2307/2259689.
- Von Holle, K. 2007. AGU 2007–2008 Congressional Science Fellow. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 88(43), 446-446. doi:10.1029/2007EO430010.
- Zacarías-Eslava, L. E., Cornejo-Tenorio, G., Cortés-Flores, J., González-Castañeda, N. y Ibarra-Manríquez, G. 2011. Composición, estructura y diversidad del cerro El Águila, Michoacán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82, 854-869 pp.

CAPITULO V CONCLUSIONES GENERALES DE LA TESIS

1. La presencia y abundancia de las semillas de manzanita y táscate que fueron diseminadas mediante el proceso de endozoocoria estuvo determinadas por la estacionalidad. La mayor abundancia de las semillas en las excretas se hizo evidente después de la estación de mayor oferta de frutos en los doseles, en nuestro caso el otoño. Los dispersores animales de estas especies vegetales fueron principalmente la zorra gris, quien se encargó de diseminar la mayoría de las semillas, seguida del coyote, cacomixtle y el gato montés; este último resalta por la razón de no tener una dieta omnívora como los demás dispersores sino carnívora, actuando como dispersor secundario. Sus excretas se encontraron en su mayoría dentro los caminos (un elemento del paisaje forestal) y encima de rocas pero durante el transcurso de las estaciones estas cambiaron de superficie a una donde la semilla tuviera mayor posibilidad de establecimiento. Es evidente como la abundancia de manzanita y táscate que puede observarse en esta área podría estar ligada a labor que realizan este gremio de dispersores al diseminar una gran cantidad de semillas de estas especies vegetales en varios tipos de superficies y a lo largo de todas las estaciones del año.
2. El principal rol que tienen este gremio de dispersores es el de la diseminación a larga distancia, sin embargo esto depende de la especie vegetal que consumen. En la manzanita no hubo efectos de escarificación ni germinación en semillas provenientes de excretas, por el contrario, su paso a través del tracto digestivo las dañaron bajando su viabilidad, ya que las que provienen del dosel ya presentaron casi el 100% de viabilidad según la densitometría óptica. Por otro lado en el táscate sí mantienen su viabilidad al comprobarse que las semillas provenientes de los doseles de otra área diferente a la de estudio (Monte Grande) presentaron daños por perforaciones de insectos barrenadores por lo que su viabilidad de acuerdo a las rayos X fue baja desde esta instancia, mientras que las de excretas tuvieron viabilidad mayor a las de los árboles lo que sugiere que la fauna es selectiva con los frutos que ingiere probablemente alimentándose de otra área diferente a la de las semillas dañadas. Agregar que la germinación en semillas provenientes de excretas de táscate fue baja, sin embargo el gato montés vuelve a ser un actor importante en

este proceso de dispersión al lograr el mayor porcentaje en sus semillas germinadas al presentar evidencias que su presa: el conejo silvestre ingiere estos frutos por lo que ya hay un primer proceso de escarificación, al ser cazado por el gato las semillas que ya estaban en la presa pasan por un segundo proceso de escarificación sugiriendo que esto provocó la germinación, por lo que argumentamos que este carnívoro actuó como un segundo dispersor.

3. La diseminación de estos dispersores está representada en un tiempo específico que es el presente, sin embargo hay que recordar que las especies vegetales que diseminan ya tuvieron un tiempo pasado donde las semillas antes dispersadas por la fauna en años anteriores ya cuentan con un establecimiento y estructura. Particularmente, la estructura del bosque templado en Mesa del Aserradero y del Águila está dominado por la manzanita y el táscate, comprobando en primera instancia su estatus de pioneras al colonizar parches donde hubo disturbios que presentaban estas mesas. Estas especies pioneras se comportan de manera distinta de acuerdo a su crecimiento y manera de establecerse. De manera general, existen más ejemplares de táscate en el área de estudio y los ejemplares de mayor abundancia fueron los que presentaron un establecimiento mayor a 4 cm de diámetro, es decir, aquellos con al menos 20 años de instalados. En el Aserradero la manzanita fue la que tuvo mayor abundancia debido al tipo de disturbio que se presentó anteriormente: el fuego. En el Águila, el táscate fue el de mayor abundancia debido a que este logró abundar en esta área donde el grado de sucesión es más avanzado que en el Aserradero. Debido a su crecimiento diferente estas especies no presentaron correlación alguna entre sus diámetros y alturas, ya que con lo anterior podría haberse realizado una estimación adecuada de sus edades. Para finalizar, encontramos que la mayoría de los individuos con establecimientos recientes se presentaron en coberturas altas, lo cual nos indicó que a pesar de la alta competencia con otras especies, la manzanita y el táscate lograron instalarse bajo estas condiciones. Lo anterior coincide con la presencia de excretas, al encontrarse la mayoría de estas en sitios con altas coberturas y evidenciando la preferencia de la fauna por estos sitios, además de coincidir con los establecimientos recientes en la estructura.

GLOSARIO

Abiótico. Que no forma parte o no es producto de los seres vivos, como los factores inertes: climático, geológico o geográfico, presentes en el medio ambiente y que afectan a los ecosistemas.

Abundancia. Es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen (densidad de la población).

Alteración. Modificaciones de las etapas naturales de una sucesión ecológica, haciendo al ecosistema más inmaduro y con menos biodiversidad. Pueden ser provocadas por la naturaleza o por el ser humano.

Anemocoria. Proceso de dispersión de semillas y frutos mediante el aire.

Anomalía. Irregularidad, anormalidad o falta de adecuación a lo que es habitual.

Antropogénico. Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas a diferencia de los que tienen causas naturales sin influencia humana.

Aprovisionamiento. Abastecimiento o provisión de lo que es necesario.

Área protegida. Espacios creados por la sociedad en su conjunto, articulando esfuerzos que garanticen la vida animal y vegetal en condiciones de bienestar, es decir, la conservación de la biodiversidad, así como el mantenimiento de los procesos ecológicos necesarios para su preservación y el desarrollo del ser humano.

Área prioritaria. Área protegida para la conservación de la flora y fauna.

Aserradero. Es una instalación mecanizada o artesanal dedicada al aserrado de madera. Los aserraderos son industrias de primera transformación de la madera; proveen de productos semi-acabados que generalmente son destinados a una industria de segunda transformación encargada de fabricar objetos o partes de objetos de consumo.

Biodiversidad. Es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. En lo que a diversidad respecta las escalas o niveles son tres: Bioma (nivel geográfico), Comunidad (biodiversidad α y β) y Población (nivel genético-demográfico) (Halffter, 1994).

Bioma. Conjunto de ecosistemas que se caracterizan por una composición de especies y un espectro de tipos biológicos de plantas (árbol, hierba, arbusto) con un funcionamiento y un ajuste al clima y al suelo característicos. Normalmente están definidos por la estructura

de la vegetación y el clima. En varios casos el bioma se define también por componentes geográficos (latitud y altitud) y aun se usan nombres regionales.

Biomasa. Es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente.

Bosque Neotropical Tipo de bosque llamado así por encontrarse en las regiones tropicales, extendiéndose desde el sur de México, después Centroamérica y norte de Sudamérica al sur de Brasil, incluso la inmensa selva del Amazonas.

Bosque Templado. Es uno de los biomas más diversos de nuestro planeta. El bosque templado es muy variable: en algunos lugares predominan los árboles caducifolios mientras que en otros las coníferas son más comunes. Los bosques templados ocupan áreas con precipitación abundante y uniformemente distribuida y temperaturas moderadas con un marcado patrón estacional. La flora y la fauna de los bosques templados son muy diversificados, aunque muchos animales emigran o hibernan durante el frío invierno.

Biótico. Hace referencia a aquello que resulta característico de los organismos vivos o que mantiene un vínculo con ellos. Puede también ser aquello que pertenece o se asocia a la biota, un concepto que permite nombrar a la fauna y la flora de un cierto territorio.

Cadena trófica. Es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Chaparral. Nombre que reciben varias comunidades ecológicas de especies leñosas de pequeño porte, arbustos, caracterizadas por especies pertenecientes a las quercíneas, los brezales, juniperus, ramnáceas, proteáceas, bulbosas, arecáceas y otras.

Colonización. Proceso mediante el cual una especie se establece en territorios no habitados previamente.

Comunidad. Conjunto de poblaciones de diferentes especies que conviven en un sitio donde pueden interactuar, al menos potencialmente, de diversas formas.

Conservación. La conservación de la diversidad biológica busca mantener en el tiempo y en el espacio, la estructura y los mecanismos funcionales de los ecosistemas, paisajes, comunidades, poblaciones, especies, subespecies y variedades, todo ello en interacción con la realidad social y económica. En esta área se promueven proyectos orientados a la conservación de ecosistemas, especies y riqueza genética, incluyendo la conservación de la diversidad cultural.

Deforestación. Es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye la superficie forestal. Está directamente causada por la acción del hombre sobre

la naturaleza, principalmente debido a las talas o quemas realizadas por la industria maderera, así como por la obtención de suelo para la agricultura, minería y ganadería.

Depredación. Tipo de interacción biológica. Consiste en que un individuo, es decir un miembro de una especie animal, caza a otro individuo de otra especie para sobrevivir, dándose a conocer cada uno como depredador y presa respectivamente. Nos encontramos con el depredador (o predador) y con la presa, lográndose una transferencia de energía en el sentido presa predador. Cabe destacar que ambos seres son astutos y siempre controlan el número de miembros que tiene la otra especie.

Desmonte. La excavación de tierra que se realiza en un determinado entorno con el fin de rebajar la rasante del terreno, reduciendo así su cota y logrando formar un plano de apoyo adecuado para ejecutar una obra.

Dieta. Hábitos alimenticios de alguna especie.

Dinámica. Cambios que sufren las poblaciones biológicas en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, estructura de edad y sexo y otros parámetros que las definen, así como de los factores que causan esos cambios y los mecanismos por los que se producen.

Díptero. Orden de insectos neópteros caracterizados porque sus alas posteriores se han reducido a halterios, es decir, que poseen sólo dos alas membranosas y no cuatro como el resto de los insectos; su nombre científico proviene de esta característica. El segundo par de alas, está transformado en balancines o halterios que funcionan como giróscopos, usados para controlar la dirección durante el vuelo.

Dispersor. Todos aquellos animales o elementos ambientales que hacen posible que los frutos y/o las semillas de las plantas se puedan transportar y desplazar de un lugar a otro para germinar lejos de su árbol madre.

Distribución. Manera en que los organismos de una población se ubican en el espacio.

Disturbio. Evento discreto y externo que altera un ecosistema, comunidad o población, que cambia la disponibilidad de recursos y permite el establecimiento de nuevos individuos (Turner, 2008).

Dormancia. Es una detención en el desarrollo de los embriones de las semillas, brotes, o esporas bajo condiciones adecuadas para el crecimiento.

Dosel. También llamado en ocasiones canopia o canopeo da nombre al hábitat que comprende la región de las copas y regiones superiores de los árboles de un bosque. Especialmente en las selvas, el dosel arbóreo alberga una flora y una fauna única y

especializada que no se puede encontrar en ninguna otra capa del bosque; la copa de los árboles oficia de escudo protector.

Drupa. Es un fruto monospermo de mesocarpo carnoso, coriáceo o fibroso que rodea un endocarpo leñoso (“hueso”) con una sola semilla en su interior. Estos frutos se desarrollan de un único carpelo y en su mayoría de flores con ovarios súperos.

Ecosistema. Conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes.

Ecosistema Forestal. Es el conjunto funcional de recursos forestales (fauna, flora, suelo, recursos hídricos) y su interacción entre sí y con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Endémico. Es aquella especie o taxón (puede ser un género por ejemplo) que está restringido a una ubicación geográfica muy concreta y fuera de esta ubicación no se encuentra en otra parte (Mota, 2003).

Endozoocoria. Las semillas son tragadas por determinados animales, atraídos a ello por una testa (cubierta de la semilla), un fruto de consistencia carnosa o algún otro cebo. Los frutos y semillas preparados para ello son portadores de recompensas o señuelos con los que a la vez atraen a sus agentes dispersantes.

Escarificación. Técnica utilizada para abrir/debilitar la cutícula o estructura externa de las semillas

Escorrentía. Corriente de agua que rebosa su depósito o cauce natural o artificial.

Especie arbórea. Plantas arbóreas o arborescentes se definen aquí en un sentido amplio como plantas perennes que se pueden sostener por sí solas, con una altura del adulto de al menos 5 m (sin considerar hojas o inflorescencias ascendentes), y con 1 o varios tallos erectos de un diámetro de al menos 10 cm.

Especie Exótica. Las especies exóticas son aquellas especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural, es decir, corresponden a las especies cuyo origen natural ha tenido lugar en otra parte del mundo y que por razones principalmente antrópicas han sido transportadas a otro sitio (voluntaria o involuntariamente).

Especie frugívora. Son aquellos que se alimentan de frutos, sea parcial o exclusivamente.

Especie invasora. Son animales, plantas u otros organismos, generalmente transportados e introducidos por el ser humano en lugares fuera de su área de distribución natural y que han conseguido establecerse y dispersarse en la nueva región, donde resultan dañinos.

Especie pionera. Primeras especies resistentes (con frecuencia microbios, musgos y líquenes) que inician la colonización de un sitio como la primera etapa de una sucesión ecológica. Es decir, son las primeras especies que invaden un ambiente desocupado o modificado.

Establecimiento. Proceso ecológico por el cual la especie se inserta en un tipo de hábitat determinado para perpetuarse.

Estacionalidad. Transcurso de las estaciones del año.

Excreta. Materia fecal de la fauna.

Expeler. Despedir con fuerza una cosa otra que tiene en su interior.

Fauna. Es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico. Esta depende tanto de factores abióticos como de factores bióticos.

Fragmentación. Es un cambio en la estructura y configuración de los hábitats dentro del paisaje. Conlleva la transformación de un hábitat, inicialmente dominante y relativamente continuo, en un conjunto de parches empequeñecidos, denominados fragmentos, que quedan embebidos en un nuevo hábitat, mayoritario y cualitativamente muy distinto al original, denominado matriz (García, 2011).

Geomorfología. Formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y entender su actual comportamiento.

Hábitat. Lugar que presenta las condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal. Se trata, por lo tanto, del espacio en el cual una población biológica puede residir y reproducirse, de manera tal que asegure perpetuar su presencia en el planeta.

Hoja coriácea. Hoja gruesa y con la superficie endurecida y brillante.

Hoja perennifolia. Hoja que pese a que existe en zonas de estaciones frías, siempre mantiene el follaje.

Hojarasca. Conjunto de las hojas que han caído de los árboles.

Impacto. Efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. El concepto puede extenderse a los efectos de un fenómeno natural catastrófico. Técnicamente, es la alteración de la línea de base ambiental.

Indicador. Atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros

niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, etc., lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación.

Lomerío. Conjunto de lomas.

Macrohábitat. Es un hábitat en miniatura dentro de uno más grande; un área restringida donde las condiciones medioambientales difiere de las del área circundante y donde sostiene una flora y fauna distinta.

Mesa. Planicie extensa situada a una determinada altitud sobre el nivel del mar.

Metapoblación. Poblaciones locales, abiertas, fragmentadas y discontinuas que ocupan distintos parches con una dinámica independiente, separadas entre sí por distintas distancias y vinculadas por la emigración e inmigración (Levins, 1969).

Microhábitat. La parte más pequeña de un ecosistema que contiene una flora y una fauna distintiva.

Mitigar. De mitigación que es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento.

Mortalidad. Proporción de especies que fallecen respecto al total de la población.

Omnívoro. Son aquellos que se alimentan tanto de animales como de plantas. Son comedores oportunistas y generalistas, que no están específicamente adaptados para comer y digerir ni material vegetal ni carne exclusivamente.

Parche. Parcela, isla de hábitat, sitio, área con todos los recursos necesarios para la persistencia de una población local y separada por hábitat inadecuado de otros parches. En un momento dado un parche puede estar ocupado o vacío.

Pastoreo. Trasladar al ganado a un terreno en el que pueda alimentarse con pasto y plantas.

Perene. Planta que vive durante más de dos años o, en general, florece y produce semillas más de una vez en su vida.

Perturbación. Es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que altera el ecosistema, la comunidad o la estructura de la población y cambia los recursos, la disponibilidad del sustrato o el entorno físico (Pickett y White, 1985).

Plan de Manejo. Tipo es un documento técnico, elaborado por la Dirección General de Vida Silvestre (DGVs), para homogenizar el desarrollo de las actividades de las UMA en materia de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable en especies o grupo de especies.

Planta parental. Planta de la cual provienen de las semillas.

Plántula. Etapa del desarrollo del esporófito, que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, y termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas no

cotiledonales. Una plántula típica consiste de tres partes principales: la radícula o raíz embrionaria, el hipocótilo o tallo embrionario y los cotiledones además de una o dos de sus hojas verdaderas, por encima de los cotiledones.

Población. Conjunto de organismos de la misma especie que ocupan un área más o menos definida y que comparten determinado tipo de alimentos.

Polinización anemófila. Se refiere a que el viento es el encargado de transportar el polen. Tiene lugar en plantas de flores poco vistosas pero que producen gran cantidad de polen, como los pinos.

Productividad. Producción de biomasa por unidad de tiempo y área.

Propágulo. Cualquier germen, parte o estructura de un organismo (planta, hongo o bacteria), producido sexual o asexualmente, capaz de desarrollarse de manera separada para dar lugar a un nuevo organismo idéntico al que le formó.

Recursos Maderables. Son aquellos en los que se aprovecha la madera y celulosa de los árboles.

Riqueza. Diversidad de especies que hay en un determinado ambiente.

Roca calcárea. Son aquellas constituidas mayoritariamente por carbonato de calcio.

Roedor. Orden de mamíferos placentarios con aproximadamente 2280 especies actuales; es el orden más numeroso de mamíferos. Los roedores más comunes son los ratones, ratas, ardillas, tamias, puercoespines, castores, hámsteres, jerbos y conejillos de indias.

Rol Ecológico. Función que desempeña una especie en un ecosistema determinado que puede afectarlo o beneficiarlo.

Roza. Es un tipo de trabajo agrario. Consiste en la eliminación de la parte aérea de la vegetación, quedando la raíz de la planta.

Sobrepastoreo. Es el exceso de animales o el pastoreo intensivo y continuado en un terreno que provoca la desaparición de la vegetación e impide el crecimiento de las plantas perdiendo así la capacidad de renovación del terreno, a causa de que la ganadería excesiva pasta largo tiempo en una misma área.

Subsistencia. Permanencia, estabilidad o conservación.

Sucesión. Consiste en el proceso de cambio que sufre un ecosistema en el tiempo, como consecuencia de los cambios que se producen tanto en las condiciones del entorno como en las poblaciones que lo integran, dando lugar a un ecosistema cada vez más organizado y complejo.

Suelo alcalino. Los suelos son arcillosos con un pH alto, una estructura de suelo pobre y una baja capacidad de infiltración. A menudo tienen una capa calcárea duro de 0,5 a 1

metros de profundidad. Suelos alcalinos deben a sus propiedades físico-químicas desfavorables principalmente a la presencia dominante de carbonato de sodio que hace que el suelo se hinche y difícil de aclarar/asentarse.

Sustentabilidad. Es la administración eficiente y racional de los bienes y servicios ambientales, de manera que sea posible el bienestar de la población actual, garantizando el acceso a éstos por los sectores más vulnerables, y evitando comprometer la satisfacción de las necesidades básicas y la calidad de vida de las generaciones futuras.

Tratamiento. Hace referencia a la forma o los medios que se utilizan para llegar a la esencia de algo, bien porque ésta no se conozca o porque se encuentra alterada por otros elementos.

Vegetación nativa. La vegetación nativa es aquella que es originaria de la zona en cuestión y que no fue introducida o traída por el hombre desde otros lados.

Viabilidad. Capacidad de las semillas para germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables.

Vigor. Describe en los árboles la producción estacional, la longitud de los nuevos tallos, tamaño de flores y frutos, cantidad de hojas, etc.

Zoocoría. Ocurre por la actividad de los animales. Para ello el fruto o la semilla presentan algún atractivo para los animales, como color, sustancias olorosas, sustancias azucaradas, etc. La dispersión por los animales puede realizarse de forma externa o interna.

ANEXOS

Anexo A. Inventario fito-ecológico usado en campo.

Anexo B. Registro de características ecológicas usado campo.

Anexo C. Registro para la composición florística usado en campo



Anexo A. Inventario fito-ecológico usado en campo.

ESTRUCTURA DEL ARBOLADO. AREA: _____ **CUADRANTE:** _____

Cuadrante No.	Árbol	No. de brazos	Especie	Condición	Diámetro (cm)	Altura (m)	Vigor

Condición del arbolado

- 1 Plántula
- 2 Juvenil
- 3 Joven
- 4 Adulto
- 5 Maduro

Vigor

- A Vigor óptimo
- B Vigor bueno
- C Vigor pobre
- D Vigor muy pobre o mínimo

Anexo B. Registro de características ecológicas usado campo.
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Centro de Ciencias Agropecuarias

Inventario de Reconocimiento

Nombre del mapa----- Día-----Mes----- Año-----Número-----
 Escala ----- Localidad-----
 Latitud ----- Municipio-----
 Longitud-----
 Región ecológica----- Autores-----

Recubrimiento por estrato

- 1- (>90%)
- 2- (75 – 90%)
- 3- (50 – 75%)
- 4- (25 – 50%)
- 5- (10 – 25%)
- 6- (0 – 10%)

Formación vegetal

- Árboles-----
- Arbustos-----
- Herbáceas-----
- Suculentas-----

Grado de Artificialización

- 1- Clímax
- 2- Débil
- 3- Media
- 4- Fuerte
- 5- Desprovisto de vegetación

- Primera especie dominante-----
- Segunda especie dominante-----
- Tercera especie dominante-----

Altitud-----
 Exposición-----

Situación topográfica

- 0 Terreno plano
- 1 Cumbre
- 2 Cumbre redonda
- 3 Alto de ladera
- 4 Media ladera
- 5 Bajo de ladera
- 6 Terraza
- 7 Depresión abierta
- 8 .Depresión cerrada

Pendiente

- 0. 0-1%
- 1. 1-4%
- 2. 4-9%
- 3. 9-16%
- 4. 16-25%
- 5. 25-36%
- 6. 36-49%
- 7. 49-64%
- 8. 64-81%
- 9. 81-100%

Reacción de la roca emergente al HCL

- 0. No hay roca emergente
- 1. No hay efervescencia
- 2. Efervescencia débil
- 3. Efervescencia media
- 4. Efervescencia fuerte
- 5. Efervescencia Localizada

Humedad aparente de la estación

1. Muy seca
2. Seca
3. Mediana
4. Húmeda
5. Muy húmeda
6. Sobre saturada

Naturaleza de la roca-----

- Superficie cubierta por
- Roca dura y blocs-----%
- Piedras-----%
- Arena-----%
- Tierra fina-----%
- Vegetación-----%
- M.O. descompuesta-----%

SUMERGIMIENTO

- | | |
|---|--|
| 1. Estación aparentemente jamás inundada profunda | 5. Siempre sumergida en agua poco profunda |
| 2. Inundable accidentalmente | 6. Siempre sumergida en agua profunda |
| 3. Sumergida periódicamente (menos de 6 meses) | 7. Agua circulante |
| 4. Estación sumergida periódicamente (más de 6 meses) | 8. Agua estancada |

FORMACIÓN VEGETAL

0. Estación a vegetación muy clara o nula
1. Formación compleja de árboles, arbustos, suculentas y herbáceas
2. Formación arbórea
3. Formación arbustiva
4. Formación herbácea
5. Formación de suculentas
6. Formación compleja de árboles, arbustos y suculentas
7. Formación compleja de arbustos y suculentas
8. Formación compleja de arbustos y herbáceas
9. Formación compleja de árboles y herbáceas
10. Otra

MODALIDADES DE UTILIZACIÓN

Tipo de utilización

- 01.- Ninguna utilización
- 02.- Recolección
- 03.- Caza
- 04.- Explotación forestal
- 11.- Pastoreo
- 12.- Corte
- 13.- Pastoreo y corte
- 14.- Producción forrajera
- 15.- Producción frutícola
- 16.- Producción hortícola
- 17.- Otra

Intensidad de la explotación

- 0.- No determinable
- 1.- No explotada
- 2.- Sub explotada (baja)
- 3.- Bien explotada (moderada)
- 4.- Sobre explotada (alta)

Explotación por animales

- 0.- No determinable
- 1.- Ninguna explotación visible
- 2.- Bovinos
- 3.- Ovino
- 4.- Caprinos
- 5.- Equinos
- 6.-Otros

Anexo C. Registro para la composición florística usado en campo

	Nombre de la especie	Estrato
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
16		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		