



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

IZTACALA

Fenología de una zona conservada de bosque en  
la Barranca de Tarango, Distrito Federal, México

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**B I O L O G A**

**P R E S E N T A**

*Noemi Lorena Ventura González*

DIRECTOR DE TESIS: DRA. ANA ELENA MENDOZA OCHOA



Tlalnepantla, Edo. Méx.

2012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Esta tesis está dedicada especialmente  
para mi niña “Ojos de plato”, para “Burro”  
y desde luego para mi precioso “BB Potter”

LOS QUIERO MUCHO

## Agradecimientos

Para mis padres que han estado ahí desde el inicio, en algunos momentos sin creer que esta carrera me trajera beneficios pero al final siempre apoyándome sin importar las decisiones tomadas. Nona, gracias por los desayunos y/o comidas para las salidas al campo y trabajo en el laboratorio.

A mis hermanos, que sin ellos como reto no habría logrado esto.

Regina<sup>‡</sup>, me habría gustado tanto que esto fuera un aliciente para que lograras algo en tu hermosa vida pero no será posible. Gracias por tu tiempo aquí y que por ti me estaré superando día a día.

Sofí creo que a ti si te podrá servir para algo, aunque sea como pisapapeles... jajaja... pero cuando estés estudiando la universidad.

A mi familia en general, primas, primos, tías, tíos, sobrinas y sobrinos por ser y tener el sello característico de la familia que al final forma parte de quien soy y de lo que seré.

Y cómo olvidar a esas personas que soportaron mis arranques escolares, y no tan escolares. GRACIAS PAULINA y EKATHERINA por ser mis amigas y mi apoyo.

Durante el desarrollo de esta tesis conocí personas muy interesantes, que además de dar muy buenos partidos de básquet y fút, aportaron buenas ideas en mi vida... Nadya, Ale, Lucecita y Pako.

Dra. Ana muchísimas gracias por aceptarme como parte de sus alumnos, proponiendo un tema de tesis que de plano me fascinó pues pude combinar varias de las disciplinas que más llamaron mi atención durante la carrera: vegetal, taxonomía y ecología.

Agradezco a mis sinodales la Dra. Silvia Aguilar Rodríguez, la Dra. Silvia Romero Rangel, la Dra. Patricia Dávila y el Dr. Daniel Tejero, por las observaciones realizadas a este escrito.

Agradecimientos muy pero muy especiales a Moisés Oswaldo Sánchez Aguilar quien siendo Ingeniero en Computación aprendió algo de la biología de las plantas al acompañarme en muchas de mis salidas al campo como apoyo para el conteo y observación de los individuos... *GRACIAS MOYETITO!!!*

*MATEO*, por ser mi último empujón y el más importante de todos para poder llevar a término esta etapa.

## ÍNDICE

I. RESUMEN . . . . .	1
II. INTRODUCCIÓN . . . . .	2
III. MARCO TEÓRICO . . . . .	4
3.1. Fenología . . . . .	4
3.1.1. Floración . . . . .	6
3.1.2. Fructificación . . . . .	8
3.1.3. Fenología Foliar . . . . .	10
3.2. Fenología en climas estacionales . . . . .	11
IV. ANTECEDENTES . . . . .	12
V. OBJETIVOS . . . . .	14
VI. MATERIALES Y MÉTODOS . . . . .	15
6.1. Área de estudio . . . . .	15
6.2. Metodología . . . . .	18
VII. RESULTADOS . . . . .	23
7.1. Descripción general . . . . .	23
7.1.1. Dominancia de las especies . . . . .	25
7.2. Descripción general de las fenofases . . . . .	26
7.2.1. Foliación . . . . .	26
7.2.2. Floración . . . . .	28
7.2.3. Fructificación . . . . .	30
VIII. DISCUSIÓN . . . . .	32
IX. CONCLUSIONES . . . . .	35
X. LITERATURA CITADA . . . . .	36
ANEXO . . . . .	41

## I. RESUMEN

Durante los 17 meses de observaciones (diciembre 2007 a junio 2009) de especies arbóreas y arbustivas en la barranca de Tarango, Distrito Federal, México, se determinaron 13 familias, 17 géneros y 22 especies. Al total de las especies se le registró mensualmente la presencia o ausencia de estructuras reproductivas (flores, botones florales y frutos o diásporas) y estructuras vegetales (hojas y botones foliares), con el fin de determinar la duración de las fenofases y la determinación el tipo de polinización o dispersión, según sea el caso.

Como resultado se obtuvo un total de 12 especies deciduas, tres semideciduas y siete especies perennifolias.

La mayoría de las especies deciduas presentaron la caída de las hojas en la temporada de sequías.

Durante la floración se observaron 2 picos de alta producción, ambos en la temporada de secas (diciembre del 2007 y octubre del 2008), estando presentes en ambas épocas las especies *Verbesina virgata*, *Eupatorium petiolare* y *Archibaccharis hirtella*. De acuerdo con la coloración y la forma de las flores observadas, se determinó que la entomofilia es el síndrome de polinización dominante con un 69.1%, le sigue la anemofilia con 23.8% y por último la ornitofilia con 7.1%.

Durante el periodo de observación, se registraron la mayoría de las especies con frutos en marzo, septiembre y octubre de 2008, presentando diásporas balócoras, sarcócoras y barócoras en diferentes proporciones para cada mes. En cuanto a los síndromes de dispersión, la dispersión mecánica fue la dominante con un 55%, le sigue la zoocoria (27%) y por último, con menor presencia la anemocoria con un 18%.

## II. INTRODUCCIÓN

En las últimas 4 décadas, el desarrollo tecnológico, económico y urbano que ocurre en el D.F. comenzó a extenderse al poniente, principalmente a la zona forestal y como resultado de este disturbio, las zonas de conservación en barrancas han perdido cerca del 5% de su superficie (García-Romero, 2001). Esta situación hace necesaria la conservación y restauración de las áreas naturales con las que cuenta la ciudad, debido a que involucra problemas como el ciclo hidrológico, la conservación de especies animales y vegetales, ya que presentan mayor sensibilidad a los contaminantes de la ciudad (Ezcurra, 1990). La presencia de áreas naturales ayuda a reducir el calor que provoca la ciudad, a captar el agua de lluvia, a recargar los acuíferos, a reducir la concentración de polvos atmosféricos y a amortiguar el ruido urbano (Martínez-Romero, 1997).

El crecimiento urbano desmedido que ha experimentado el poniente de la ciudad de México ha afectando a la Delegación Álvaro Obregón con una pérdida de 746.1 hectáreas de conservación (Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF), 2009 y CCMSS, A.C., 2004). Este crecimiento en sitios no adecuados para el urbanismo, como la Barranca de Tarango, conduce a la alteración del medio por la pérdida de la capa de vegetación (bosque de encino), lo cual no sólo promueve la erosión del suelo sino la integridad física y patrimonial de las personas asentadas en dicha barranca (GODF, 2009 y García-Romero, 1998).

La Barranca de Tarango ha sido recientemente estudiada por el Gobierno del Distrito Federal para hacer de ésta un Área de Valor Ambiental (AVA). Dicho estudio tuvo un resolutive positivo, en la Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF) el 22 de Julio de 2009. En el artículo segundo de dicho decreto, se menciona que como parte de su objetivo es rescatar, prevenir, conservar, restaurar, preservar y proteger los elementos naturales que forman parte del ecosistema; asimismo en el artículo séptimo se menciona la aplicación de un Plan de Manejo.

La conservación de las áreas naturales no perturbadas, facilita investigaciones y estudios necesarios para comprender la estructura, el funcionamiento y los procesos de las comunidades bióticas in situ, lo cual implica un conocimiento de los procesos sucesionales que posteriormente permitirán plantear diferentes enfoques en la restauración ecológica de la zona (Gómez-Pompa, 1994; Beltrán, 1974; Martínez-Romero, 1997; Soberón *et al.*, 1991).

Acorde con Gómez-Pompa (1994) y Beltrán (1974), la conservación de las áreas naturales responde a tres propósitos:

(a) Mantener un equilibrio entre las necesidades del hombre y los recursos naturales; (b) mantener la existencia de laboratorios naturales no perturbados donde se puedan realizar investigaciones que ayuden a comprender sus estructuras y funcionamientos; (c) satisfacer las demandas estéticas y recreativas para el hombre.

Ante la amenaza que enfrenta la Barranca de Tarango por el crecimiento urbano, aún no controlado, el poco conocimiento florístico, el nulo conocimiento ecológico y la necesidad de tener un mejor conocimiento sobre la dinámica del bosque, es que desarrollé este trabajo con la finalidad de describir la fenología, riqueza de especies arbóreas y arbustivas como base de un estudio de mayor escala para la posible restauración, recuperación y conservación de esta barranca.

Basándose en que el objetivo de la fenología es encontrar los patrones de las fenofases ahondando en el conocimiento de las adaptaciones y de la funcionalidad de las especies en un ambiente específico, en su historia anterior y en su desarrollo futuro (Frankie *et al.*, 1974). De igual forma, nos brinda información acerca de la periodicidad de cada uno de los eventos en las fenofases de las especies, como resultado de las características genéticas, bajo la influencia de una combinación particular de factores ambientales (Ewusie, 1980).

No obstante, la síntesis de la información fenológica presenta dificultades debido a los siguientes factores: (a) el comportamiento fenológico ha sido estudiado en mayor proporción en zonas templadas que en tropicales; (b) se han utilizado diversas metodologías y largos periodos entre ellos para estudiarlos; (c) existe una carencia de términos estandarizados para un mismo fenómeno (Carabias y Guevara, 1985; Newstrom *et al.*, 1994).



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Fenología

El término de fenología fue propuesto por el botánico belga Carlos Morren en 1853 por lo cual se le atribuye el título de “Padre de la Fenología Moderna”. Sin embargo, Carlos Linneo, en su *Philosophia Botanica* (1751), fue quien propuso los métodos de observación de producción y caída de hojas, ausencia de flores y frutos, junto con las observaciones climáticas (Hopp, 1974).

La fenología es el estudio de la duración y temporalidad de los eventos o fases (fenofases) del ciclo de la vida de los organismos y su relación con los factores bióticos, abióticos (Lieth, 1974; Ewusie, 1980, Carabias y Guevara, 1985; Newstrom, 1994), evolutivos y genéticos (Millar-Rushing y Primack, 2008; Rich *et al.*, 2008). Las observaciones fenológicas constituyen uno de los enfoques más útiles para conocer la dinámica estacional de las comunidades vegetales y de las poblaciones que las componen y acercarse al entendimiento de los factores que influyen en los ritmos biológicos (Castillo y Carabias, 1982; Rich *et al.*, 2008, Paul *et al.*, 2008). El estudio de la periodicidad de los eventos relacionados con el crecimiento y la reproducción de las especies, es de gran importancia para el entendimiento de la adaptación de las plantas a su ambiente. Además, es una forma de discernir los factores físicos y bióticos que determinan los distintos comportamientos de las especies (Carabias y Guevara, 1985; Paul *et al.*, 2008).

La fenología estudia los posibles cambios en las respuestas de las especies en el ecosistema al ambiente en un tiempo generalmente corto. Sin embargo, se han observado mayores cambios en periodos largos, asociados a perturbaciones como el fuego, sequía y huracanes que modifican la fenología de los productores primarios. Esto tiene un mayor impacto en la estructura y secundariamente, en los mantos acuíferos, en la intensidad de la radiación solar y en la obtención de los nutrientes fundamentales para el desarrollo de la planta (Rich *et al.*, 2008 y Singh y Kushwaha, 2006).

Lieth (1973) (citado en Martínez-Romero, 1997) reconoce dos enfoques para la realización de los estudios fenológicos. El primero es cualitativo o descriptivo y el segundo es cuantitativo o fenométrico, en este último se lleva a cabo el análisis del ciclo de vida de un organismo o fenofases específicas que se correlacionan estadísticamente con los fenómenos ambientales. En México, los estudios fenológicos, en su mayoría, sólo abarcan un enfoque

descriptivo, pese a esto, proporcionan los antecedentes necesarios para poder realizar un estudio del tipo cuantitativo (Arriaga-Martínez, 1991).

Los principales eventos periódicos o fenofases de las plantas son: (1) Germinación; (2) Producción de hojas; (3) Floración y (4) Fructificación (Rathcke y Lacey, 1985). Singh y Kushwaha (2006), consideran a la dispersión como la caída del fruto, lo cual de acuerdo con Rathcke y Lacey (1985) forman parte de la fructificación. El calendario que registra las fenofases gráficamente recibe el nombre de fenograma y es interpretado como la manifestación de la estrategia de la especie o población (Martínez-Romero, 1997).

Newstrom *et al.* (2004), consideran como criterios de clasificación de los patrones fenológicos a la frecuencia, la regularidad, la duración y la amplitud de las fenofases. De acuerdo con Cesar-García (2002) y Martínez-Romero (1997), a partir de la duración de las fenofases reproductivas se clasifican los patrones en: (a) corto, cuando la floración o fructificación ocurrió en un periodo menor a cinco meses; (b) largo, cuando el periodo ocurrió de entre cinco y diez meses; y (c) todo el año, cuando la floración o fructificación se llevó a cabo en un periodo de once a doce meses.

Cesar-García (2001), además de los patrones ya mencionados, propone otros basados en la época o temporalidad de las fenofases que para tal se utiliza: (a) Lluvias, la fenofase se presenta en el periodo comprendido entre los meses de mayo y noviembre; (b) Secas, la fenofase ocurre en el periodo comprendido entre noviembre y mayo del siguiente año; y (c) Intermedio, cuando la fenofase se registra a finales de la época de lluvia y principios de las secas o viceversa.

En diversos trabajos se ha sugerido que el inicio, duración, frecuencia e intensidad de la floración, fructificación y foliación de las especies de una comunidad vegetal dependen de ciertos factores ecológicos, climáticos y biológicos. Los principales factores climáticos que influyen en los patrones fenológicos son el fotoperiodo (Kudo *et al.*, 2008; Seiwa, 1999), la temperatura (Vasek y Sauer, 1971; Lieth, 1974; Inouye, 2008; Smith-Ramírez y Armesto, 1994; Cesar-García, 2002), la humedad y la precipitación (Vasek y Sauer, 1971; Miller-Rushing y Primack, 2008; Opler *et al.*, 1976; Alvim y Alvim, 1978; Smith-Ramírez y Armesto, 1994; Martínez-Romero, 1997; Cesar-García, 2002).

Al mismo tiempo la fenología se puede ver afectada por procesos ecológicos tales como la competencia entre polinizadores (Rathcke y Lacey, 1985; Izco *et al.*, 2004; Raven, 1999; Scheiner, 2002; Martínez-Romero, 1997; Frankie *et al.*, 1974), entre dispersores de semillas (Izco *et al.*, 2004; Raven, 1999; Scheiner, 2002; Martínez-Romero, 1997; Cesar-García, 2002),

o entre herbívoros (Martínez-Romero, 1997; Post *et al.*, 2008; Galindo-Uribe y Hoyos-Hoyos, 2007).

También es afectada por el tamaño del fruto (Primack, 1987). De igual forma, la fenología se ve afectada por procesos biológicos propios de la planta como son: la forma de vida (Frankie *et al.*, 1974; Lieberman, 1982; Smith-Ramírez y Armesto, 1994; Martínez-Romero, 1997), el reloj biológico, la longevidad, la morfología, la biomasa, el sistema de reproducción, los nutrientes, el estrés hídrico y las hormonas (Damascos *et al.*, 2005; Martínez-Romero, 1997)

La temporalidad de los ciclos reproductivos de las plantas no sólo afecta a éstas, sino también a los animales que dependen de ellas como recurso (Newstrom *et al.*, 1994). La actividad de los polinizadores, depredadores de hojas, flores y frutos, dispersores de semillas, así como el tiempo de germinación de éstas y los periodos de reproducción de muchos animales, dependen directa o indirectamente de la producción estacional de frutos y flores de la comunidad (Smith-Ramírez y Armesto, 1994).

### **3.1.1. Floración**

Los factores abióticos como la temperatura, el fotoperiodo y la precipitación afectan de forma directa e indirecta a la floración en cuanto a la capacidad de producción de flores o a la acción forrajera de los polinizadores, (Rathcke y Lacey, 1985).

Tanto la temperatura como la luz afectan directamente la floración, debido a que forman parte de un mecanismo disparador del florecimiento de los botones en especies herbáceas, arbustivas y arbóreas (Rathcke y Lacey, 1985; Lieth, 1974). El tamaño del fruto es otro de los factores que pueden determinar los periodos de floración en las zonas templadas, pues aquellas especies con frutos grandes tienden a florecer al comienzo de la primavera para tener suficiente tiempo de maduración antes del comienzo del otoño, que es cuando se presentan las bajas temperaturas (Primack, 1987; Singh y Kushwaha, 2006), lo cual está ligado al reloj biológico.

De acuerdo con Carabias y Guevara (1985), la precipitación influye de forma directa en la floración (afectando la humedad del suelo, la maduración de los frutos y la dispersión de los frutos y/o semillas) e indirecta afectando la actividad forrajera de los polinizadores. Rathcke y Lacey (1985) y León de la Luz *et al.* (1996), sugieren que el principal factor que afecta la floración de las especies herbáceas y arbustivas es la precipitación.

En general, el periodo de lluvias es un factor importante en el inicio de la floración (Opler *et al.*, 1976; Alvim y Alvim, 1978; Bullock y Solís-Magallanes, 1990).

La variación de factores ambientales tales como la luz, temperatura, humedad y viento afectan la actividad forrajera de los polinizadores (Kevan y Baker, 1983; Kudo *et al.*, 2008; Miller-Rushing y Primack, 2008). Estos factores ocasionan que la proporción de polinizadores disminuya considerablemente (Schmitt, 1980). La luz, por ejemplo, determina las horas de mayor actividad de los insectos (Kevan y Baker, 1983), en tanto que las bajas temperaturas pueden inhibir la actividad de los visitantes, sobre todo de los nocturnos, aunque puede resultar insignificante para aquéllos que termoregulan (Martínez-Romero, 1997). La temperatura como detonador de la floración puede en algunas ocasiones ser perjudicial, sobre todo en plantas cuya respuesta al cambio de temperatura (más fría) es más rápida, sobre todo si la floración ocurre antes de la emersión de sus polinizadores, lo cual provoca una disminución sobre sus oportunidades de éxito reproductivo (Miller-Rushing y Primack, 2008). Indudablemente, estos cambios tendrán ventaja para algunas especies y desventajas para otras, aunque es difícil definir quienes serán los ganadores y perdedores debido a la complejidad de las interacciones entre especies (Miller-Rushing y Primack, 2008).

Las patrones de floración de algunas especies vegetales están íntimamente relacionados con la época en la cual los polinizadores son más abundantes (Castro *et al.*, 2005). Además de la época de abundancia de los polinizadores, otro factor que afecta la floración es la competencia por un mismo polinizador, por lo que los periodos de floración entre especies se alternan, así pueden hacer uso del mismo polinizador evitando una mayor competencia (Scheiner, 2002; Izco *et al.*, 2004; Gentry, 1974). No obstante, se desconoce cuál de estos factores se han desarrollado en respuesta del otro (Rathcke y Lacey, 1985).

Los síndromes de polinización son el conjunto de colores, fragancias y forma de las flores que son utilizados como indicadores por insectos y/o vertebrados polinizadores para localizarlas, aunado a los propios atributos morfofisiológicos y sensoriales de los animales (Galindo-Urbe y Hoyos-Hoyos, 2007).

Sin embargo, la nomenclatura de los síndromes de polinización dependen del tipo de polinizador acorde con la raíz etimológica y a la terminación –filia (Izco *et al.*, 2004). Los síndromes más comunes son la hidrofilia (agua), anemofilia (viento), ornitofilia /aves), quiropterofilia (murciélagos) y entomofilia (insectos), dentro de esta última se han estudiado más específicamente la cantarofilia (escarabajos), melitofilia (abejas), miofilia (dípteros) y psycofilia (mariposas) (Arriaga-Martínez, 1991; Bullock, 1995; Cesar-García, 2002; Gurevitch, 2002; Izco *et al.*, 2004; Martínez-Romero, 1997; Raven , 1999; Scheiner, 2002; Smith-Ramírez y Armesto, 1994). A su vez, Galindo-Urbe y Hoyos-Hoyos (2007), han descrito una gran actividad polinizadora de reptiles (saurofilia) y, en menor proporción, de anfibios (anurofilia).

Por otro lado, la acción del viento promueve la disminución de la actividad de los insectos, pero facilita la polinización y la auto-polinización. La anemofilia, sucede en época de secas cuando la mayor parte del follaje se ha caído, considerando que existe una cercanía relativa entre individuos de la misma especie para evitar que el polen sea interceptado por plantas de otra especie. Por tanto, el viento es el vector de polen más frecuente en aquellas plantas que se desarrollan en sitios sometidos a bajos niveles de precipitación, con vegetación abierta, con una temporada de sequía muy marcada, y donde la diversidad vegetal y de polinizadores es muy baja (Izco *et al.*, 2004; Raven, 1999; Scheiner, 2002). En las zonas templadas, los árboles con anemofilia, florecen en la primavera antes de la foliación, cuando la dispersión del polen no se dificulta (Rathcke y Lacey, 1985).

### 3.1.2. Fructificación

Las condiciones ambientales influyen de dos formas sobre la fructificación de los organismos, una de ellas es en el tamaño de los frutos y la otra en la dispersión de sus semillas (Justianiano y Frederksen, 2000; Lieberman, 1982; Martínez-Romero, 1997; Singh y Kushwaha, 2006; Smith-Ramírez y Armesto, 1994).

Por ejemplo, la producción de frutos se ve afectada de manera directa cuando existe una mayor aborción o abscisión de semillas a causa de heladas o altas temperaturas (Stephenson, 1981). Las plantas que recurren a la dispersión por animales, muestran sus frutos maduros justo en la época en que existe una mayor disponibilidad de los dispersores (Rathcke y Lacey, 1985).

Uno de los enfoques básicos para entender el fenómeno de la dispersión de diásporas (frutos, semillas y esporas), es la definición de la abundancia y la temporalidad de éstos en la comunidad, a través de estudios fenológicos (Frankie *et al.*, 1974; Gentry, 1974; Foster, 1982; Carabias y Guevara, 1985; Scheiner, 2002). Este enfoque ha permitido el reconocimiento de tendencias interesantes tales como la correlación entre la abundancia de diásporas anemócoras y el hábitat donde se encuentran (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1991 y Cornejo-Tenorio e Ibarra-Manríquez, 2007). Asimismo, se reconoce la correlación que existe entre la abundancia de diásporas, con el hábitat y con los dispersores disponibles para zonas templadas y tropicales (Rathcke y Lacey, 1985).

Los síndromes de dispersión son el conjunto de colores, olores, formas y cualidades nutricionales de los frutos asociado con la diseminación de las semillas como respuesta adaptativa a la selección por parte de animales que cargan, recogen y acumulan semillas o,

animales que consumen frutos y luego desechan las semillas (Galindo-Uribe y Hoyos-Hoyos, 2007).

Los síndromes de dispersión, reciben su nombre de acuerdo con la manera en cómo se dispersa el fruto aunado a la terminación – coria; en el caso de estos síndromes se divide en tres grandes grupos: la anemocoria (por viento), la zoocoria (por animales) y la dispersión mecánica. Al igual que la polinización, estos síndromes se subdividen en grupos más pequeños; sin embargo, en el caso de la dispersión, estas divisiones toman en cuenta el tipo de diásporas que presenta la planta y no el tipo de dispersor que utiliza (Martínez-Romero, 1997).

De acuerdo con lo encontrado en el estudio realizado por Martínez-Romero (1997), los tipos de diáspora presentes en el medio son siete, las cuales están clasificadas según su forma de dispersarse. Estas diásporas son:

- Las diásporas pogonócoras se dispersan por el viento ya que presentan pelos o plumas, lo cual los hace más ligeros. Ejemplo de esto, son las especies de la familia Asteraceae (Izco *et al.*, 2004)
- También dispersadas por el viento, las diásporas pterócoras presentan alas en la semilla. Semillas como las sámaras de *Fraxinus uhdei* las cuales son descritas por Rojo y Rodríguez, 2002.
- Las diásporas esclerócoras son lo suficientemente pequeñas como para ser dispersadas por el viento aunque no presentan ninguna característica distintiva como pelos o alas; siendo el caso de algunas especies de *Sedum* (Crassulaceae).
- Las diásporas que se dispersan a través de los animales cuando éstos comen el fruto y desechan la semilla en las heces como en el caso de bayas y drupas, entre otros, son denominadas sarcócoras. Este tipo de diásporas es característico del género *Monnina*.
- A diferencia de las diásporas sarcócoras, las desmócoras se pegan al pelaje o plumaje de los animales. Ejemplo de estas diásporas son las que encontramos en *Hypoxis mexicana* (Amarillidaceae).
- Las diásporas barócoras tiene como medio de dispersión principal su propio peso el cual es atraído al suelo por medio de la gravedad, como es el caso de *Loeselia mexicana* (Polemoniaceae) la cual presenta un fruto capsular.
- En este caso del sistema mecánico que utilizan las plantas para la dispersión es por medio de diásporas explosivas (balócoras) que arrojan su semilla al medio como en el caso de las cápsulas presentes en *Loeselia mexicana* (Rojo y Rodríguez, 2002).

Autores como Izco *et al.* (2004), dividen a la zoocoria en los principales grupos taxonómicos como son peces (ictiocoria), reptiles (saurocoria), aves (ornitocoria) y mamíferos

(mamalocoria), aunque también consideran la entomocoria (dispersión por insectos). Los mismos autores hacen referencia a que el síndrome más estudiado es la ornitocoria; mientras que la mimercoria o dispersión por hormigas es la menos estudiada.

### 3.1.3. Fenología Foliar

La fenología foliar forma parte de la fenología vegetativa, ya que la primera se enfoca sólo al estudio de los botones foliares y posteriormente hojas, mientras que la segunda abarca además el estudio de las ramas, tallos y corteza (León de la Luz *et al.*, 1996; Seiwa, 1999).

Las estrategias de las plantas a partir del comportamiento foliar es presentado por Monasterio y Sarmiento (1976) y Arriaga-Martínez (1991) de la siguiente forma:

- Deciduas. Las hojas permanecen menos de 10 meses.

El renuevo foliar se presenta a finales de la temporada de secas.

La producción de las hojas ocurre en la temporada húmeda con su máximo en los meses de junio y julio.

El máximo del envejecimiento y la caída foliar se registran a mediados de la temporada de secas. Este comportamiento, se observa principalmente en especies arbóreas pero igual es aplicable a especies arbustivas.

- Perennifolias. La duración de las hojas es de aproximadamente 12 meses, por lo que no existe una estacionalidad entre la caída y el renuevo foliar que ocurren simultáneamente.

- Brevideciduas. Es un punto intermedio entre las dos anteriores; la duración de la permanencia de las hojas es menor de un año, por lo que la etapa de transición entre la abscisión y el renuevo es de un mes o menos. Sin embargo, estas especies pueden actuar como deciduas facultativas ya que dependerán de la cantidad de humedad que haya en el ambiente.

En lugares muy secos, las plantas utilizan la época favorable de lluvias para la foliación, logrando así una acumulación rápida de fotosintatos, para poder iniciar la reproducción ante la abrupta caída en las reservas de agua en el suelo durante el periodo de sequía en el ciclo anual, lo cual puede ayudar a la polinización y/o dispersión de semillas (Singh y Kushwaha, 2006). Los factores importantes para la emergencia de las hojas en una planta son la condición de la luz, el peso del individuo y el clima (Seiwa, 1999).

Además de los factores abióticos, existen los factores bióticos, los cuales pueden ser externos o internos. De los principales factores bióticos externos que afectan la permanencia de

las hojas son los insectos fitófagos y mamíferos rumiantes. Los factores bióticos internos, como el gasto de energía para la formación de tejido no-fotosintético (flores y frutos) y néctar, influyen directamente en algunas especies en la producción y mantenimiento de las hojas, lo que implica que ciertas especies presenten defoliación y deshidratación de los tallos posterior a la producción de flores, principalmente (Singh y Kushwaha, 2006).

### 3.2. Fenología en climas estacionales

La relación fenológica clima-vegetación presenta mayor dinamismo en sistemas estacionales tales como en los bosques templados y siempre verdes, debido a la marcada diferencia entre las estaciones en términos de temperatura, precipitación y duración del día, por lo que la mayoría de las plantas reaccionan a estos cambios (Rich *et al.*, 2008).

No debe olvidarse que esto es debido a la interacción entre los mismos a lo largo de mucho tiempo. En estas zonas la fenología de las plantas está sincronizada, es decir, se presenta para la mayoría de las plantas en la misma época del año. Esta es la razón por la cual, la apariencia o el aspecto de la comunidad vegetal en diferentes estaciones del año no es igual (Carabias y Guevara, 1985).

En climas templados, la selección natural ha formado el registro del tiempo de los eventos fenológicos que constituyen la historia de vida de cada individuo de dichos ecosistemas y su relación entre ellos por medio de la influencia en su progenie, sobrevivencia y el tiempo de reproducción (Post *et al.*, 2008).

Castillo y Carabias (1982) sugieren que en ambientes muy extremos, tales como las zonas áridas y frías, las principales fuerzas que moldean el comportamiento fenológico pueden ser las condiciones físicas tales como la precipitación y la temperatura. Sin embargo, en ambientes más cálidos y húmedos se puede encontrar una fuerte correlación de polinizadores y dispersores con los eventos fenológicos.

Al comparar los patrones fenológicos de siete lugares que presentan una estacionalidad bien marcada, en términos de precipitación y temperatura, Newstrom *et al.* (1994), observaron que los patrones de floración y fructificación se ven fuertemente afectados por estas dos variables climáticas. Al final de la época de lluvias y principios de la sequía se observa el periodo de máxima floración. En contraste, el periodo de la fructificación varió de acuerdo con el síndrome que presentaban las especies, siendo la anemocoria el síndrome de dispersión predominante.



#### IV. ANTECEDENTES

Martínez-Romero (1997) presentó un estudio sobre la fenología de 62 especies herbáceas y arbustivas del “Parque Ecológico de la Ciudad de México” en el Ajusco medio del Distrito Federal, relacionando la floración y fructificación con la precipitación y con los factores bióticos (síndromes de polinización, color de flor, forma de crecimiento, relación filogenética y síndromes de dispersión). Esta autora reportó que en la temporada de lluvias se presenta una mayor tasa de floración, mientras que en la época de sequía se presenta una mayor tasa de fructificación. Además encontró que el síndrome de polinización predominante fue la entomofilia, mientras que el síndrome de dispersión predominante fue la anemocoria.

En el estudio realizado por Seiwa (1999) se examinaron los rasgos fenológicos foliares tales como el registro de tiempo de la foliación y defoliación, duración de la emergencia de las hojas, duración y longevidad de las hojas en individuos de *Acer mono* de diferentes tamaño (edades), en condiciones de bosque cerrado y bosque expuesto en el Norte de Japón. Los resultados indicaron que los cambios en la duración de los botones foliares y la longevidad de la hoja son respuestas al ambiente, específicamente a la cantidad de luz que recibe el organismo.

En el caso específico del bosque de encino estudiado por García-Romero (2001) en la Sierra de las Cruces, Delegación Álvaro Obregón, se sabe que este tipo de vegetación se ha confinado a barrancas estrechas que presentan una alta precipitación, niveles de humedad altos en el suelo y ríos de corriente fuerte en verano, en un intervalo altitudinal desde los 2240 a los 2800 m s.n.m.

Cesar-García (2002) realizó un análisis de algunos factores abióticos como temperatura y precipitación, factores bióticos como síndromes de polinización y de dispersión y forma de crecimiento, así mismo, estudió la relación entre la duración, si la planta se encontraba en sitios abiertos o de sombra y si la especie es dominante o no dominante en la Reserva Ecológica “El Pedregal” de San Ángel en el Distrito Federal.

Las áreas de investigación ecológica, últimamente, enfocan sus estudios en la manera en que los factores ambientales afectan las fenofases de los diferentes organismos (Miller-Rushing y Primack, 2008), en cómo la fenología afecta la abundancia y diversidad de los organismos incluyendo su función e interacción con el ambiente (Inouye, 2008) y en cómo la fenología afecta los flujos de agua, energía y químicos a diferentes escalas (Kudo *et al.*, 2008). Las respuestas fenológicas son significativas particularmente cuando éstas son a nivel individuo (planta) y son suficientemente intensas como para ser capaces de influir en las respuestas de un sistema completo (Rich *et al.*, 2008).

Autores como Kudo *et al.* (2008), mencionan que los diferentes hábitos de las hojas de algunas plantas como son, verdes en verano, siempre verdes o verdes en invierno, indican las estrategias para la obtención de la luz mostrando así la transición estacional de los niveles luminosos a los que se encuentran sometidas las especies en su ambiente.

En el 2008, Rich *et al.* presentaron un estudio sobre respuestas fenológicas de un ecosistema mixto de especies lignificadas y no lignificadas (herbáceas), asociado a condiciones climatológicas antes, durante y después de una fuerte sequía en el periodo comprendido de 1989 a 2004. Estos autores demostraron que durante este periodo las variaciones en la fenología asociadas con la precipitación son mayores que las asociadas con la temperatura.

## V. OBJETIVOS

Describir los patrones fenológicos de las especies arbóreas y arbustivas de una zona conservada de bosque de la Barranca de Tarango, Distrito Federal.

Los objetivos particulares del presente estudio son:

- 1) Determinar las especies arbóreas y arbustivas dominantes.
- 2) Clasificar las fase fenológicas (foliación, floración y fructificación) de acuerdo con la estacionalidad y duración de las mismas.
- 3) Relacionar los patrones fenológicos de las especies con la precipitación y la temperatura.

Las hipótesis involucradas en este trabajo son las siguientes:

- (a) Se espera que los patrones fenológicos observados en este estudio sean de tipo estacional, ya que dependen de las condiciones ambientales de un clima templado.
- (b) Las especies que presenten estructuras de reproducción anemófilicas florecerán en la época de secas.
- (c) Las especies con estructuras reproductivas anemócoras, presentarán sus diásporas en la época de secas, cuando el follaje es menor y por lo general, serán especies deciduas.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Área de Estudio

El Distrito Federal (DF) se encuentra en el centro de la República Mexicana, entre las montañas del Eje Neovolcánico Transversal que es y ha sido el centro cultural, político, económico y social del país (Ezcurra, 1990).

La cuenca de México es una unidad hidrológica conformada por 7,000 km<sup>2</sup>, rodeada por sierras volcánicas de más de 3,000 metros de altitud: El Ajusco hacia el sur, la Sierra Nevada hacia el oriente y la Sierra de las Cruces hacia el poniente. Hacia el norte se encuentra delimitada por una sucesión de sierras y cerros de poca elevación: Los Pitos, Tepetzotlán, Patlachique y Santa Catarina. (Ezcurra, 1990; CCMSS A.C., 2004).

En el DF se encuentra al suroeste la delegación Álvaro Obregón que representa un 1.82% de la superficie de la ciudad (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS A.C., 2004).

El área de estudio se ubica al sur de la Delegación Álvaro Obregón, en lo que se denomina Barranca de Tarango, a una altitud de 2,450 metros con coordenadas 19° 21' 22" N y 99° 14' 20" O. Esta barranca se localiza entre avenida 5 de Mayo, avenida Centenario y calzada las Águilas. Colinda el norte con las colonias El Rincón, Tlacuitlapa, Puerta Grande, Colina de Tarango y Lomas de Tarango; al sur con las colonias Lomas de las Águilas, San Clemente y Ampliación Las Águilas; al este con la colonia Las Águilas y al oeste con las colonias Lomas de Axiomantla y Bosques de Tarango. El estudio se llevó a cabo en el Parque Tarango, el cual se ubica entre la Av. Las Águilas y Av. Centenario. Colinda al norte con las colonias Puerta Grande y El Rincón, al sur con la Presa Tarango, al este con la colonia Las Águilas y al oeste con la colonia Lomas de Tarango (Figura 1).

De acuerdo con el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de 1997, la Barranca de Tarango presenta zona de carácter federal.

Así mismo existen espacios abiertos pertenecientes al Gobierno del Distrito Federal (GDF) tales como deportivos, parques, plazas y jardines y por último, existe una zona privada (Figura 1).

De las 25 microcuencas que se encuentran en la Ciudad de México, 24 se localizan en el sur y de éstas 8 se ubican en la Delegación Álvaro Obregón, o al menos una fracción de ellas (CCMSS A.C., 2004).



Figura 1.- Ubicación de la Barranca de Tarango ([www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2012).

Tarango es una de las subcuencas pluviales de la Delegación Álvaro Obregón, donde el río Tarango nace a los 2,670 m s.n.m. y corre en dos cauces paralelos. El primer cauce se ubica en el Puente Colorado y el otro en Puerta Grande, los cuales se juntan en la Presa Tarango. El tipo de agua es de origen pluvial y residual doméstico, de donde sale el colector Barranca del Muerto que se une al colector del río Churubusco. La subcuenca del río Tarango tiene una topografía accidentada, lo que propicia que la velocidad del escurrimiento sea muy fuerte y con una longitud aproximada de 2 kilómetros (DGECIIP, 1999).

La Barranca de Tarango forma parte de la Sierra de las Cruces, la cual tiene un origen volcánico del Cenozoico Superior, que presenta depósitos de variado espesor provenientes tanto de la actividad volcánica de la sierra, como de la erosión y acumulación de vulcanoclastos (CCMSS A.C. 2004). De igual forma, la Barranca de Tarango pertenece a la formación Tarango del Terciario presentando roca ígnea y toba con fracturamiento escaso a medio y permeabilidad de media a alta. Para la delegación se reportan cuatro tipos de suelos dominantes: feozem hápico y lúvico (53.8%), litosoles háplicos (28.8%), andosoles (21.5%) y regosol éutrico (1.9%). En el caso particular de Barranca de Tarango se reporta un suelo de tipo feozem lúvico de texturas medias (INEGI, 2006).

En la Barranca de Tarango se presenta un clima de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2) (García, 1981).

Durante el tiempo en el que se desarrolló este estudio se registraron temperaturas y precipitaciones menores a las mencionadas por García (1981). Estos datos se obtuvieron a partir del registrado en la Estación Meteorológica “América” (19°24'19" N y 99°11'32" O) del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) localizada a 8.63 Km al noreste de la zona de estudio.

Empezando con la temperatura media anual es de 16°C según García (1981). De acuerdo con los datos en este estudio la temperatura media anual fue de 14.35°C. La máxima temperatura se registró mayo de 2008 y abril de 2009 (17 °C); por el contrario, la mínima se registró en enero de 2009 con 11°C (Figura 2).

La precipitación media anual promedio anual de 865.6 mm, durante el tiempo de estudio en la Barranca de Tarango fue de 39.57 mm. La máxima precipitación fue registrada en agosto de 2008 con 177.2 mm y la mínima se registró en noviembre y diciembre del mismo año siendo ésta nula (Figura 2).

Basándose en la Figura 2, es que se obtuvo la duración de las épocas sobre las cuáles se describirán la temporalidad de las fenofases para cada especie. Dichas épocas son:

- 1) Lluvias que comprende el periodo de junio a septiembre.
- 2) Post-lluvias se observó la baja de la precipitación en octubre y noviembre.
- 3) Secas se registró en el periodo comprendido de diciembre a marzo.
- 4) Pre-lluvias se registró entre abril y mayo.

En la Ciudad de México confluyen dos regiones biogeográficas, la neártica y la neotropical, las cuales junto con la accidentada topografía, originan una vegetación diversa y variada (Rzedowski, 1988).

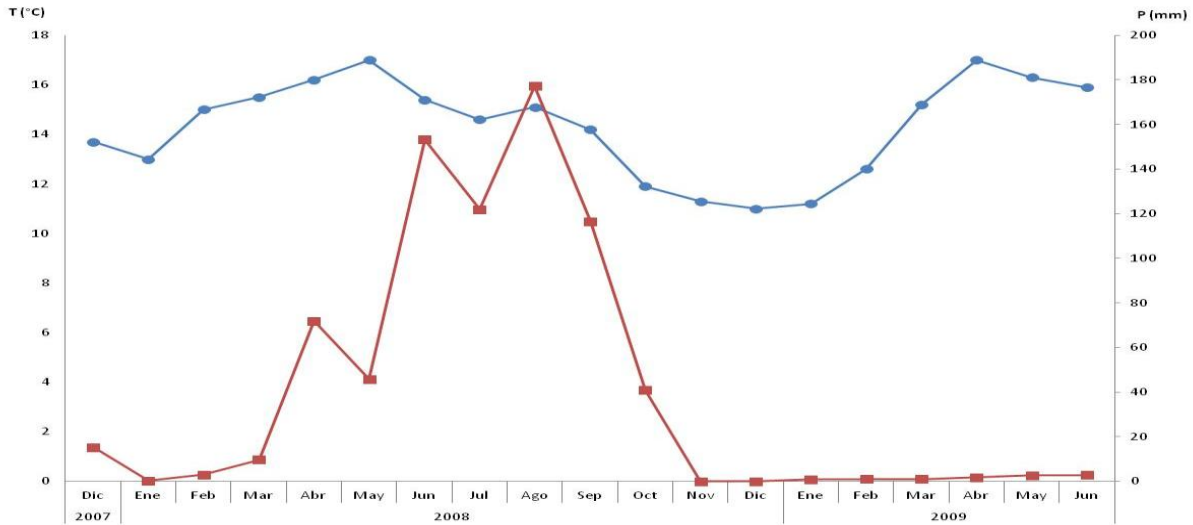


Figura 2.- Climograma de la Barranca de Tarango

La vegetación original de la Barranca de Tarango en casi toda su extensión correspondía a bosque de encino; sin embargo, con el constante impacto humano esto ha cambiado. Actualmente, se cuenta con manchones de bosque de encino, que abarcan un 25% de la superficie total (70.34 ha), también se reportan los siguientes tipos de vegetación: matorral subinerme y pastizal (cuadro 1) (DGEIIP, 1999).

**Cuadro 1.- Tipos de vegetación y superficie que ocupan en la Barranca de Tarango (tomado de DGEIIP, 1999).**

Tipo de vegetación o uso del suelo	Superficie aproximada (has)	% de la superficie de la Barranca
<b>Bosque de encino</b>	70.34	30.43
<b>Matorral subinerme</b>	65.06	28.14
<b>Pastizal</b>	47.55	20.57
<b>Vegetación secundaria</b>	35.1	15.18
<b>Desprovisto de vegetación</b>	13.14	5.68
	Total: 231.19	100

## 6.2. Metodología

En la figura 3 se proyectan los tres cuadros permanentes de observación (CPO; tres repeticiones) que fueron ubicados para el trabajo en campo, dentro de las coordenadas 19°20'47" N, 99°14'42" O y 19°20'49" N, 99°14'38" O, con lo cual se procuró tener una muestra significativa del número de especies características del bosque de encino realizando así un muestreo preferencial *sensu* (Sánchez-González y López-Mata, 2003). El tamaño de

cada cuadro fue de 30 x 30 m, superficie recomendada para el muestreo de arbustos (Matleucci y Colma, 1982) y árboles (Frankie *et al.*, 1974); la distancia entre cada cuadro fue de 10 m.



Figura 3. Vista satelital de la zona de estudio, en donde se ubicaron los cuadros permanentes de observación ([www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), 2009).



Una vez establecidos los cuadros, se marcaron a todos los individuos de las especies arbustivas y arbóreas presentes en los cuadros. Desde diciembre de 2007 hasta junio de 2009, cada mes se llevó a cabo el registro de la presencia o ausencia de estructuras reproductivas (flores, botones florales y frutos) y estructuras vegetales (hojas y botones foliares), al ser estas estructuras observadas directamente en cada uno de los individuos.

En cada ocasión que se registraron las flores y frutos o diásporas de las especies observadas en los CPO se hizo la colecta botánica de las mismas especies en individuos localizados en la vecindad de los cuadros. La colecta y el montaje de los ejemplares para herbario se llevaron a cabo de acuerdo con lo establecido por German (1986).

Conjuntamente, se realizó un registro fotográfico de las flores y frutos de los individuos encontrados dentro de los cuadros, así como los posibles cambios en el paisaje que se presentaron a lo largo del periodo del estudio en los sitios antes mencionados.

La lista de especies fue generada a partir de la determinación de los organismos y por comparación con diversas fuentes bibliográficas como: Benitez (1986), Rojo y Rodríguez (2002) y Martínez-González (2008). Los nombres obtenidos de dicha identificación se cotejaron con la página electrónica del Jardín Botánico de Missouri, Estados Unidos (tropicos.org). Parte del material herborizado fue depositado en el Herbario Nacional (MEXU), del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Además, se realizaron dos catálogos florísticos, uno destinado a la Delegación Álvaro Obregón y el otro que permaneció en el Laboratorio de Ecología de Poblaciones Vegetales del Instituto de Ecología de la UNAM.

Con el fin de determinar la estructura de la comunidad, se realizaron las siguientes mediciones a los individuos presentes en los cuadros permanentes de observación:

- a) Altura (h). Se utilizó un clinómetro y una cinta métrica (para árboles y algunos arbustos) o sólo la cinta métrica (para arbustos). A partir de los datos obtenidos con el clinómetro, la altura (h) se calculó por medio de la ecuación siguiente:

$$h = d(\tan \alpha) + 1.65$$

donde;

h = altura

d = distancia entre el al árbol y el individuo

$\alpha$  = ángulo del clinómetro

1.65 = altura del individuo que realiza la medición (en metros)

- b) Perímetro a la altura del pecho (PAP). Con ayuda de una cinta métrica, se midió en los organismos arbóreos, el perímetro del tronco a una altura de 1.30 metros.

- c) Diámetro: Utilizando un vernier, se midió a una distancia de 10 cm del suelo el diámetro de todos los troncos de los arbustos presentes en los CPO.
- d) Número de individuos. Se llevó a cabo el conteo de organismos de cada especie en los tres CPO.

La densidad de cada especie se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{\text{número de individuos de la especie } x}{\text{unidad de área}}$$

También se calculó la frecuencia (f) según el número de cuadros permanentes de observación en el que apareció cada especie.

Posteriormente, se obtuvo el área basal (AB) de árboles y arbustos, primero se obtuvo el radio de cada organismo utilizando, según el caso las siguientes fórmulas:

$$D = \frac{PAP}{\pi} \quad \text{y} \quad r = \frac{D}{2}$$

donde:

D = Diámetro

PAP = Perímetro a la Altura del Pecho

$\pi = 3.1416$

r = radio;

Una vez obtenido el radio, se utilizó la fórmula siguiente para la obtención del área basal de cada individuo considerado en este estudio.

$$AB = r^2 \pi$$

donde:

$r^2$  = Radio al cuadrado

$\pi = 3.1416$

Se calcularon el Índice de Dominancia (Mostacedo y Fredericksen, 2000) y el Valor de Importancia Relativa (Sánchez-González y López-Mata, 2003) para árboles y arbustos respectivamente. Para obtener el Índice de Dominancia de cada especie se calculó primero el índice de distribución (i.d.) con la siguiente manera:

$$i.d. = (F)(D)$$

donde:

F = Frecuencia

D = Densidad,

Una vez obtenido el valor del índice de distribución, se aplicaron las siguientes fórmulas para obtener el Índice de Dominancia (ID):

$$ID = (i.d.)(AB) \quad \text{y} \quad ID = (i.d.)(h)$$

donde:

i.d. = Índice de distribución

AB = Área basal

h = Altura

En la obtención del Valor de importancia Relativa (VIR) en arbustos, éste se calculó a través de las siguientes fórmulas:

$$VIR = \frac{(AB + F + D)}{3} \quad \text{y} \quad VIR = \frac{(h + F + D)}{3}$$

donde:

AB = Área basal

F = Frecuencia

D = Densidad

h = Altura

Las especies se clasificaron con base en su comportamiento foliar, dependiendo de la permanencia de las hojas en los organismos; se tomó en cuenta el periodo entre la senescencia y el renuevo foliar. La clasificación quedó de la siguiente manera: (a) Deciduas, la permanencia de las hojas es menor de 10 meses; y (b) Perennifolias, la permanencia de las hojas es de un año (Monasterio y Sarmiento, 1976 y Arriaga-Martínez, 1991).

La floración de las especies se relacionó con los síndromes de polinización obtenidos a través de la observación de las características de la flor como son el color y la forma basándose en Cesar-García (2002), Galindo-Uribe y Hoyos-Hoyos (2007), Gurevitch *et al.* (2002), Izco *et al.* (2004), Martínez-Romero (2002), Sánchez-Casas y Álvarez (2002), entre otros para determinar el polinizador.

Asimismo, los patrones de fructificación de cada especie se relacionaron con el síndrome de dispersión, los cuales se obtuvieron a partir de autores como Cesar-García (2002), Galindo-Uribe y Hoyos-Hoyos (2007), Gurevitch *et al.*, Izco *et al.* (2004), Martínez-Romero (1997), Romero-Rangel *et al.* (2002), considerando el tipo de fruto o de la diáspora.

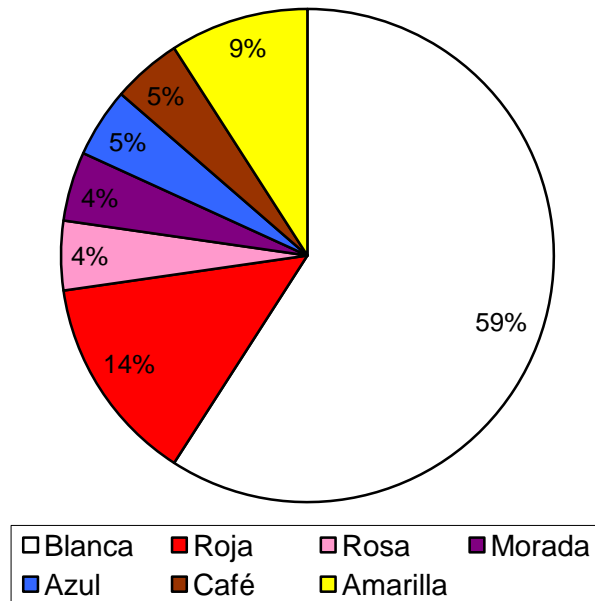
Respecto a la frecuencia en que se presentaron las flores en las especies, éstas se clasificaron en: floración alternada, floración múltiple y floración anual (Frankie *et al.*, 1974).

## VII. Resultados

### 7.1. Descripción general

Durante los 17 meses de observaciones en campo, se registraron 446 individuos de especies leñosas; de éstos se registraron 13 familias, 17 géneros y 22 especies (Anexo 1). Las familias con mayor número de especies fueron: Leguminosae (5 especies), Fagaceae (4 especies) y Asteraceae (3 especies).

Como se muestra en el Cuadro 2 y la Figura 3, se registró una gama de colores de las flores de los individuos de las diferentes especies encontradas en los Cuadros Permanentes de Observación (CPO), donde el color dominante es blanco (59%), seguido del rojo (14%), amarillo (9%), azul (5%), café (5%), morado (4%) y rosa (4%).



**Figura 4. Color de la flor de los individuos de las diferentes especies arbustivas y arbóreas encontradas en el bosque conservado de la Barranca de Tarango, Álvaro Obregón, Distrito Federal**

**Cuadro 2.- Características de las especies encontradas en una zona conservada de la Barranca de Tarango, Delegación Álvaro Obregón, Distrito Federal.**

Nombre Científico	Nombre Común	Forma de vida	Color Flor	Forma Flor	Fruto	Tipo de diásporas	Síndrome de Polinización*	Síndrome de Dispersión*
<i>Acacia farnesiana</i>	Desconocido	Arbustiva	Blanca	Actinomorfa	Vaina	Balócora	Vi	Mecánica
<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño	Arbórea	Rosa	Actinomorfa	Baya	Sarcócora	Mo	Zoocoria
<i>Archibaccharis hirtella</i>	Hierba del Ángel	Arbustiva	Blanca	Actinomorfa	Aquenio	Pogonócora	Ab, Ar, Vi	Anemocoria
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Arbustiva	Roja	Actinomorfa	Cápsula	Balócora	Av, Ho	Mecánica
<i>Brongniartia intermedia</i>	Desconocido	Arbustiva	Roja	Cigomorfa	Vaina	Balócora	Av, As, Mo	Mecánica
<i>Buddleja cordata</i>	Tepozán	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Cápsula	Balócora	Vi	Mecánica
<i>Calliandra grandiflora</i>	Cabello de ángel	Arbustiva	Café	Cigomorfa	Vaina	Balócora	Vi	Mecánica
<i>Cestrum benthami</i>	Flor apestosa	Arbustiva	Amarilla	Actinomorfa	Drupa	Sarcócora	Es, Ma, Po	Zoocoria
<i>Cestrum thyrsoides</i>	Hierba del zopilote	Arbustiva	Blanca	Actinomorfa	Drupa	Sarcócora	Es, Po	Zoocoria
<i>Eupatorium petiolare</i>	Desconocido	Arbustiva	Blanca	Actinomorfa	Aquenio	Pogonócora	Ab, Ar, Vi	Anemocoria
<i>Eysenhardtia polystachy</i>	Palo dulce	Arbustiva	Blanca	Cigomorfa	Vaina	Balócora	As, Mo	Mecánica
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Samaras	Pteróscora	Ab, Ar	Anemocoria
<i>Loeselia mexicana</i>	Espinosilla	Arbustiva	Roja	Actinomorfa	Cápsula	Balócora	Av	Mecánica
<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de gato	Arbustiva	Blanca	Actinomorfa	Vaina	Balócora	Vi	Mecánica
<i>Monnina ciliolata</i>	Desconocido	Arbustiva	Azul	Cigomorfa	Baya	Sarcócora	Ab, Ar, Ma, Mo	Zoocoria
<i>Prunus serotina</i>	Capulín	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Baya	Sarcócora	Ab, Ar	Zoocoria
<i>Quercus castanea</i>	Encino	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Bellota	Barócora	Vi	Mecánica
<i>Quercus laurina</i>	Encino laurelillo	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Bellota	Barócora	Vi	Mecánica
<i>Quercus obtusata</i>	Encino	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Bellota	Barócora	Vi	Mecánica
<i>Quercus rugosa</i>	Encino blanco	Arbórea	Blanca	Actinomorfa	Bellota	Barócora	Vi	Mecánica
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbustiva	Morada	Actinomorfa	Polidrupa	Sarcócora	Ab, Ar, Ma	Zoocoria
<i>Verbesina virgata</i>	Gordolobo de monte	Arbustiva	Amarilla	Actinomorfa	Aquenio	Pogonócora	Ab, Ar, Ma	Anemocoria

\* Se obtuvieron a partir de la relación de las características físicas observadas en campo y de la referencia bibliográfica.

Simbología:			
Ab = Abejas	Ar = Abejorros	Av = Aves	Mo = Moscas
Es = Escarabajos	As = Avispas	Ho = Hormigas	Ma = Mariposas
Po = Polillas	Vi = Viento		

Los frutos observados durante el estudio fueron también variados, encontrando en mayor proporción las vainas (23%) y las bellotas (18%), las menos representativas fueron las polidrupas (4%) y las sámaras (4%) (Figura 5).

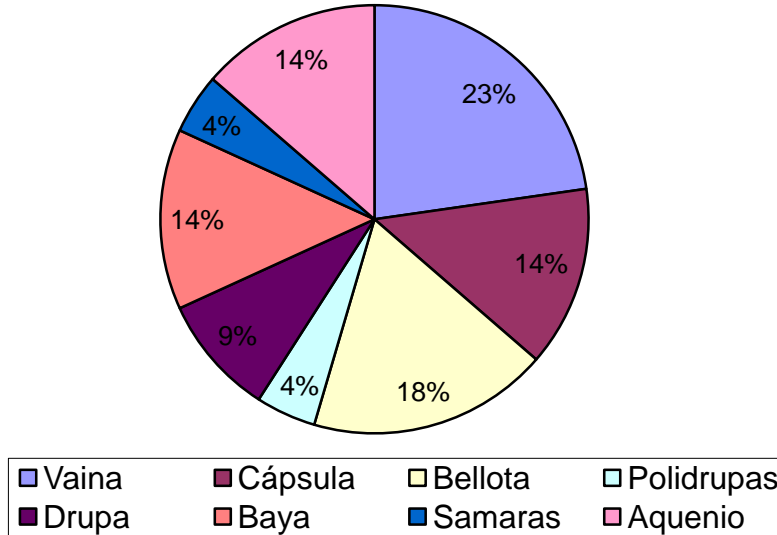


Figura 5. Forma de los frutos encontrados en los individuos de las diferentes especies arbóreas y arbustivas en la Barranca de Tarango, Álvaro Obregón, Distrito Federal.

### 7.1.1. Dominancia de las especies

El Cuadro 3 muestra los Índices de Dominancia Relativa para las diferentes especies arbóreas, de acuerdo con el área basal (AB) y la altura (h). Las dos especies con mayor porcentaje de dominancia en la Barranca de Tarango son *Quercus laurina* (AB = 61.9% y h = 63.6%) y *Q. rugosa* (AB = 37.4% y h = 35.5%).

La especie con menor dominancia es *Prunus serotina* (AB = 0.0005 y h = 0.0003).

Cuadro 3. Índice de Dominancia de las especies arbóreas del bosque conservado de la Barranca de Tarango, Distrito Federal.

Especie	ID (AB)%	ID(h) %
<i>Quercus laurina</i>	61.9207	63.6492
<i>Quercus rugosa</i>	37.4347	35.4659
<i>Quercus obtusata</i>	0.4973	0.3144
<i>Quercus castanea</i>	0.0635	0.3486
<i>Buddleja cordata</i>	0.0427	0.0058
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.0338	0.2143
<i>Fraxinus uhdei</i>	0.0068	0.0017
<i>Prunus serotina</i>	0.0005	0.0003
	100	100

En el Cuadro 4, los Valores de Importancia Relativa del estrato arbustivo, muestran que *Verbesina virgata* (24.4%) es la especie dominante en la Barranca de Tarango; mientras que las especies con menores valores de importancia son *Mimosa biuncifera* (1.1%) y *Cestrum thyrsoideum* (1.1%).

**Cuadro 4. Valor de Importancia Relativa de las especies arbustivas del bosque conservado de la Barranca de Tarango, Distrito Federal.**

Especie	VIR (AB %)	VIR (h %)
<i>Verbesina virgata</i>	24.453	22.978
<i>Eupatorium petiolare</i>	18.863	17.363
<i>Archibaccharis hirtella</i>	14.161	10.478
<i>Acacia farnesiana</i>	7.233	8.512
<i>Bouvardia ternifolia</i>	5.779	9.489
<i>Monnina ciliolate</i>	5.635	3.681
<i>Loeselia Mexicana</i>	5.420	6.097
<i>Brongniartia intermedia</i>	4.446	5.766
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3.530	3.930
<i>Calliandra grandiflora</i>	3.473	3.525
<i>Rubus ulmifolius</i>	2.401	2.637
<i>Cestrum benthami</i>	2.376	3.005
<i>Mimosa biuncifera</i>	1.121	1.128
<i>Cestrum thyrsoideum</i>	1.110	1.410
	100	100

## 7.2. Descripción general de las fenofases

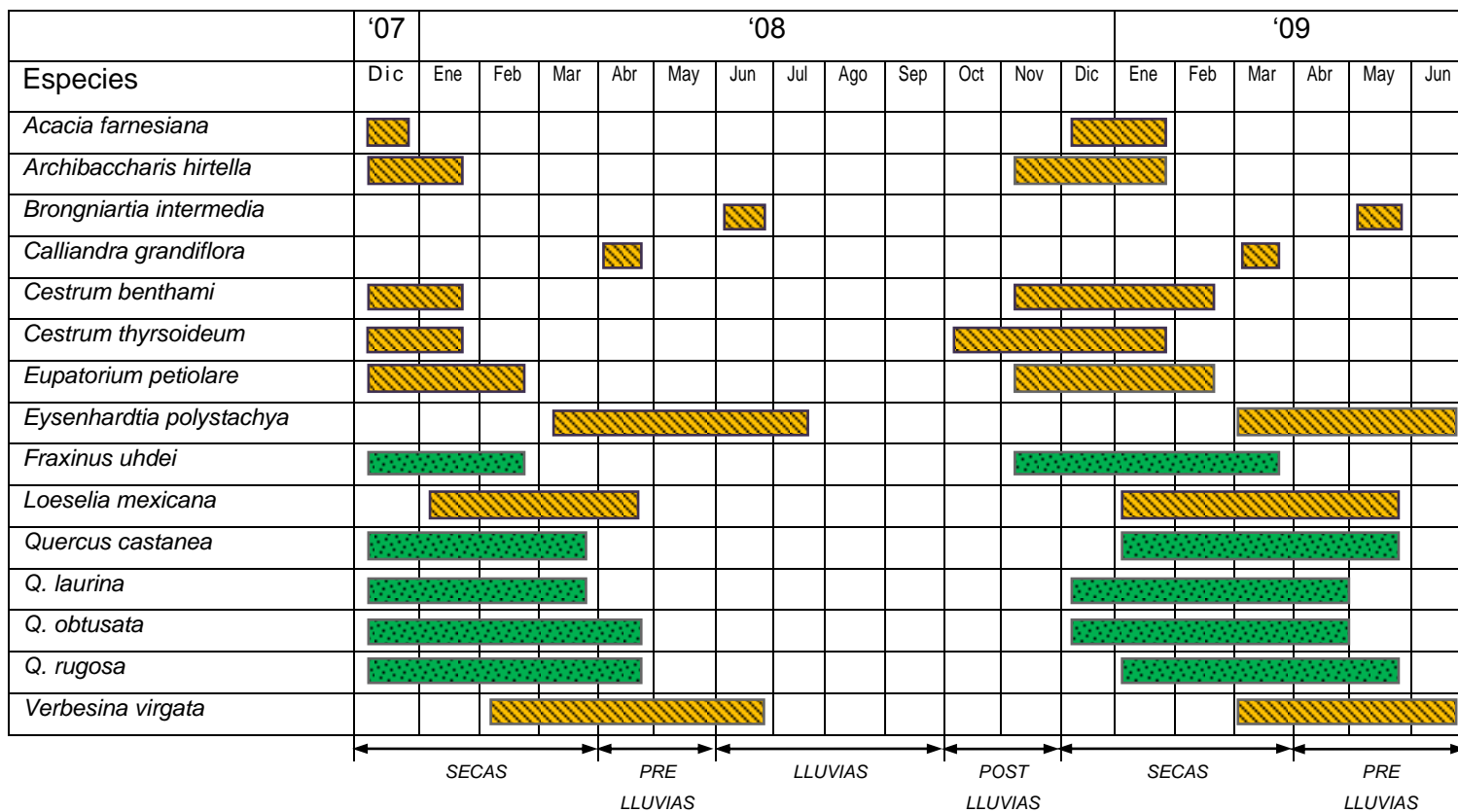
### 7.2.1. Foliación

De acuerdo con la clasificación de Monasterio y Sarmiento (1976) y Arriaga-Martínez (1991), existen 12 especies deciduas, tres semideciduas (Cuadro 5) y siete especies perennifolias.

Las tres especies semideciduas son *Brongniartia intermedia*, *Acacia farnesiana* y *Calliandra grandiflora* donde la época de defoliación es casi imperceptible. En el caso de *Calliandra grandiflora* se observaron algunas ramas con pocas hojas, algunas con botones y otras que presentan tanto hojas senescentes como de renuevo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Fenograma de defoliación de las diferentes especies de la Barranca de Tarango.

▨ Arbustos    ■ Árboles





*Acacia farnesiana*, fue observada sin hojas en diciembre de 2007 y 2008 en el total de los organismos y en enero de 2009 algunos de éstos se observaron con botones foliares, algunos sin hojas y otras con botones foliares y hojas nuevas.

Para finalizar, en el caso de *Brongniartia intermedia* se observó una ausencia total de hojas en la mayoría de los organismos.

Para las especies deciduas arbóreas, se observa una tendencia de caída de las hojas en un periodo definido entre los meses de diciembre de 2007 a abril de 2008 y de noviembre de 2008 a mayo de 2009.

Por otro lado, en el estrato arbustivo no existe un periodo definido de esta fenofase, debido a que a lo largo de casi todo el año encontramos especies que presentan caída y ausencia de hojas excepto en los meses de agosto y septiembre de 2008 (Cuadro 5).

### 7.2.2. Floración

A partir de la clasificación propuesta para la floración, se obtuvieron 4 especies con floración alterna (*Quercus castanea*, *Q. laurina*, *Q. obtusata* y *Q. rugosa*), las cuales mostraron en el primer año de estudio sólo frutos (bellotas) y fue hasta la segunda época de secas donde se observaron las flores de estas especies (Cuadro 6).

El resto de las especies florecieron sólo una vez en el año (floración anual), que en su mayoría presentaron el inicio de la floración en la época de secas (Cuadro 6).

La mayoría de las especies que presentaron anemofilia se observaron en la época de secas con un 33.3%. (Cuadro 2 y 5).

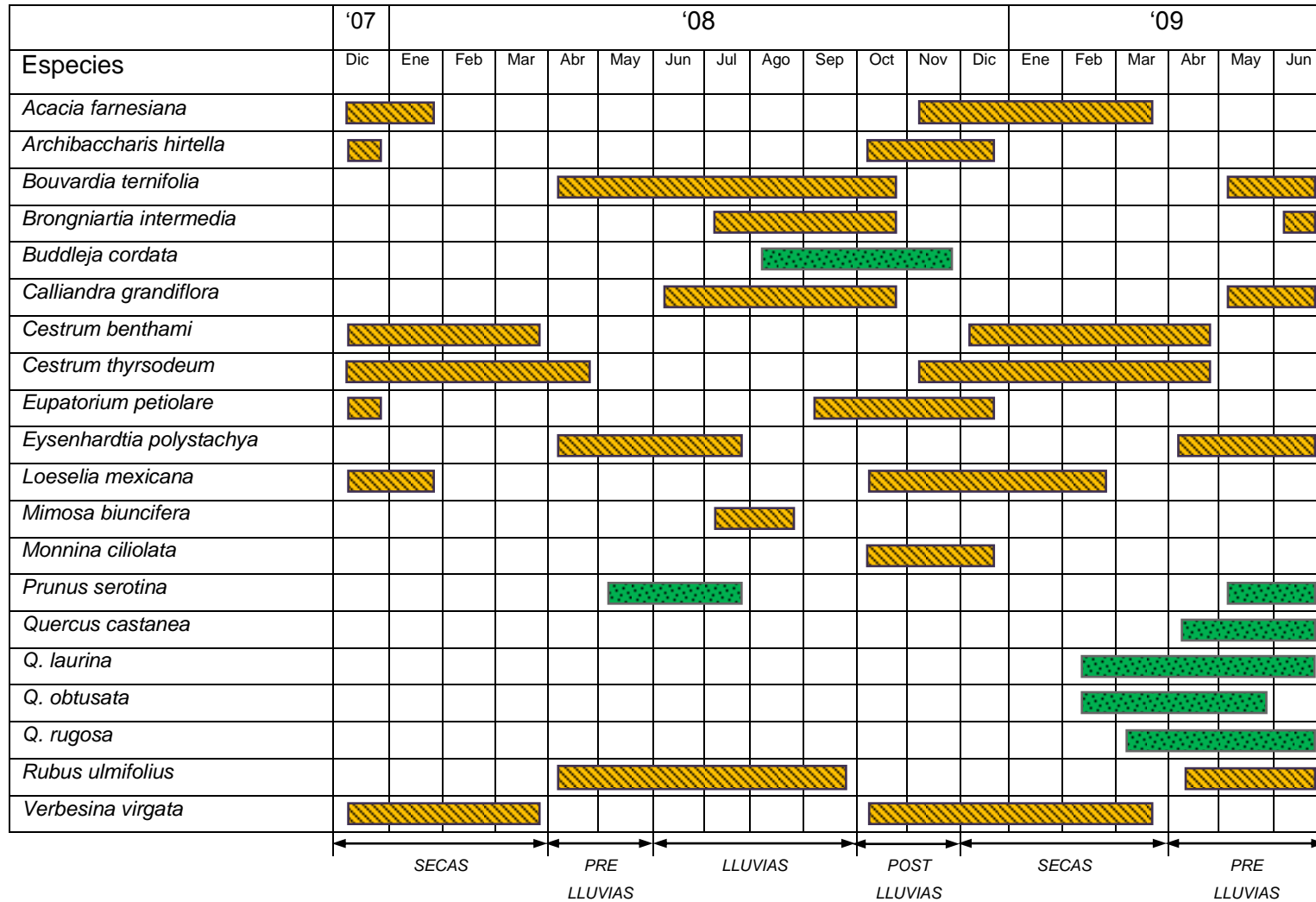
El primer periodo de alta producción de flores se presentó en diciembre de 2007 cuando la precipitación fue de 13.2mm y la temperatura de 11°C (Cuadro 6 y Figura 2), con 7 especies floreciendo: *Cestrum benthami*, *Cestrum thyrsoideum*, *Verbesina virgata*, *Eupatorium petiolare*, *Acacia farnesiana*, *Archibaccharis hirtella* y *Loeselia mexicana*.

Se observó un segundo periodo de alta floración con nueve especies, entre agosto y diciembre de 2008, donde se presentó el pico de floración en octubre (Cuadro 6). En este pico de floración se observó una temperatura baja de 11.9°C mientras que la precipitación fue apenas por arriba de la media anual (40.8 mm) (Figura 2).

Existió un tercer periodo de alta floración, de febrero a junio de 2009, no mostró un pico de floración ya que en todos estos meses se mantuvieron con siete especies con flores. Durante este periodo se observaron las precipitaciones más bajas mientras que la temperatura de estos meses se registró alta.

**Cuadro 6. Fenograma de floración en la Barranca de Tarango, Distrito Federal.**

 Arbustos  Árboles



### 7.2.3. Fructificación

En la Barranca de Tarango, se registraron dos periodos de alta fructificación, el primero de diciembre de 2007 a abril de 2008 y el segundo de agosto a noviembre de 2008 (Cuadro 7).

En cuanto a las diásporas, en general se observaron diásporas balócoras y sarcócoras con 36% y 27%, respectivamente y en menor cantidad, las pteróscoras (4%) (Figura 6).

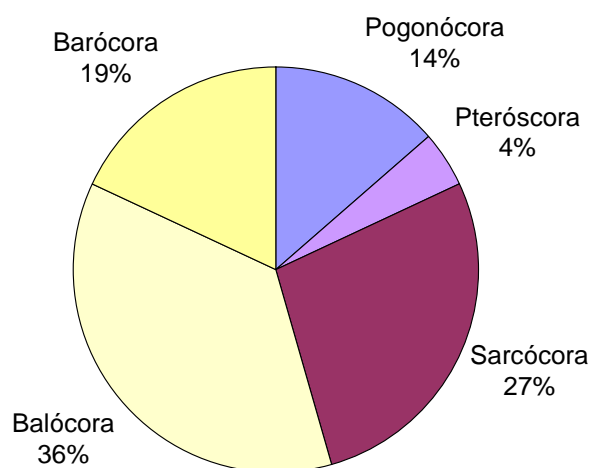


Figura 6. Tipos de diásporas de las especies arbustivas y arbóreas de la Barranca de Tarango, Álvaro Obregón, Distrito Federal.

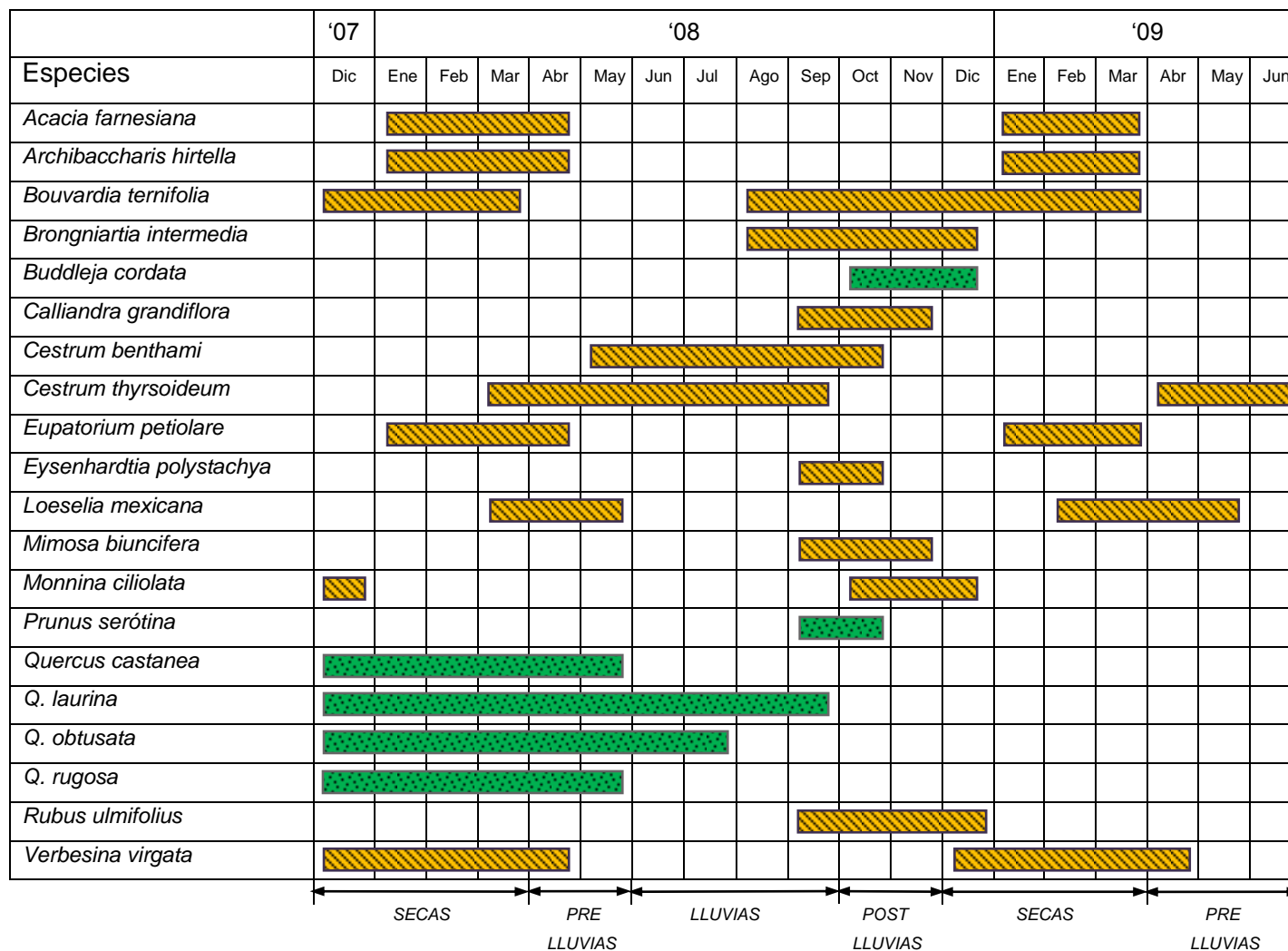
Se registraron 10 especies con su máxima de frutos en el mes de marzo de 2008. Un 40.5% de éstas presentaron diásporas barócoras (*Quercus rugosa*, *Q. laurina*, *Q. obtusata*, *Q. castanea*) (Cuadro 2 y 7). En este mes se registró precipitación de 9.6 mm y una temperatura de 15.5°C (Figura 2).

Le siguen las especies pogonócoras (30%) (*Archibaccharis hirtella*, *Eupatorium petiolare*, *Verbesina virgata*), las balócoras (20%) (*Acacia farnesiana*, *Bouvardia ternifolia*) y finalmente las sarcócoras (10%) (*Cestrum thyrsoideum*).

Se observó un segundo periodo de dos meses (septiembre y octubre de 2008) como el pico de fructificación, donde los síndromes de dispersión fueron zoocoria y dispersión mecánica. También, compartieron el mismo tipo de diásporas (balócoras, sarcócoras y barócoras), siendo diferentes en la cantidad de especies que presentaron los tipos de diásporas (Cuadros 2 y 7).

**Cuadro 7. Fenograma de Fructificación de la Barranca de Tarango, Distrito Federal.**

▨ Arbustos    ■ Árboles



## VIII. Discusión

En este estudio se llevó a cabo la observación de algunas características de la flor (color) y fruto o diáspora (forma y tipo) y, principalmente la duración y temporalidad de las fenofases a partir de lo cual podemos deducir las diferentes formas de polinizarse y dispersarse. Tal es el caso de lo observado a partir del color dominante en las flores, el blanco (59%), lo que podría indicarnos dominancia de polillas como polinizadores, de acuerdo con Gurevitch *et al*, (2002).

Sin embargo, aún cuando la dominancia fue de insectos, en el caso de las flores blancas la mayoría de las especies, encinos principalmente, con este color de flor presentaron la tendencia por la anemofilia o polinización por viento, lo que es evidente en el Cuadro 2.

Este tipo de polinización es posible debido a que la zona de estudio es un bosque que presenta caída de hojas y por lo mismo la mayoría de las especies que presentan la característica de la anemofilia, florecen en dicha época (noviembre a abril).

A partir de los diferentes colores de flores que se presentaron en la Barranca de Tarango podemos observar que los principales insectos polinizadores son las abejas y los abejorros ya que éstos son frecuentes en la época de lluvias, y es en este periodo cuando la mayoría de las especies con flor amarilla fueron identificadas.

En algunos casos, las especies tienden a utilizar más de un síndrome de dispersión como es el caso de *Calliandra grandiflora*, la cual presentó flores tanto en la época de sequía como en la de lluvias. Esta especie utiliza al viento como polinizador, de acuerdo a la morfología de los pétalos y pistilos observados (Anexo 1); sin embargo, en la época de lluvias, cuando el dosel se encuentra cerrado, utiliza la entomofilia para reproducirse.

Esta especie presenta también una polinización por moscas, debido a la coloración café de sus pétalos.

Así como las abejas y abejorros se ven atraídos por el color amarillo de las flores, las aves prefieren el color rojo en las flores, como es el caso de los colibríes.

Por su parte, otras especies de aves prefieren la carnosidad de los frutos, como son las bayas (*Prunus serotina*), las drupas (*Cestrum* sp.) y las polidrupas (*Rubus ulmifolia*). La poca presencia de frutos carnosos en la Barranca de Tarango y la alta presencia de aves melíferas y rapaces, coincidiendo con el hecho de que los frutos dominantes no presentaron características para la dispersión por animales, tales como las vainas (23%) y las bellotas (18%) que se dispersan de forma mecánica, ya sea por medio de diásporas explosivas (balócoras) o de diásporas atraídas por la gravedad (barócoras), respectivamente.

A pesar de que los encinos (*Quercus* spp.) fueron dominantes en la Barranca de Tarango, sus frutos no representaron el mayor porcentaje. Por el contrario, las especies de la familia Fabaceae que se caracteriza por presentar vainas, no fueron las de mayor dominancia en la Barranca, pues el VIR más alto fue de 7.2% perteneciente a la *Acacia farnesiana*, la cual se encuentra muy por debajo de la especie arbustiva dominante (*Verbesina virgata*, VIR=24.4%). Estos resultados indican que, las especies con mayor dominancia no precisamente presentan el tipo de polinización o dispersión más común en la zona, sino el más efectivo. Como se puede observar, estas especies arbóreas y arbustivas presentan polinización y/o dispersión por viento, debido a que existen factores como la disminución en la temperatura (interfiriendo principalmente en la actividad de insectos y aves) y la baja precipitación anual (lo que implica en caso de los frutos poca producción de los mismos del tipo carnosos), que afectan a la reproducción de las especies permitiendo así buscar, como ya lo mencioné, una forma más efectiva de permanecer en estado latente.

Además del tipo de polinización, del dispersor y de las características de las especies, para lograr el éxito de estas fenofases, se requieren de otro tipo de estrategias como es el hecho de la temporada en la que se “reproducen”, pues si es una especie que presenta anemofilia (polinización por viento) o anemocoria (dispersión por viento) lo harán en épocas donde el dosel se encuentre abierto, ya que esto permite una mayor fluidez del aire entre las ramas y así un mayor alcance tanto del polen como de la semilla.

El inicio de la caída de las hojas o la apertura del dosel se observó principalmente en los meses de diciembre y enero, continuando hasta el mes de mayo concordando con la época de floración de las principales especies anemofílicas (encinos) o anemócoras (dispersión mecánica) se encuentra floreciendo o fructificando, lo cual apoya las hipótesis establecidas para este trabajo.

## IX. Conclusiones

1. La entomofilia se presentó en la mayoría de las especies, debido a que la gama de colores que se observó fue amplia, predominando el color blanco.

En contraste hubo pocas flores de color café el cual es un indicador de preferencia de los insectos.

2. La dispersión mecánica se registró en la mayoría de las especies que presentaron diásporas barócoras (atraídas por gravedad) y balócoras (semillas explosivas), característica de los frutos como las bellotas, vainas y cápsulas. Estos frutos fueron los más comunes en la Barranca de Tarango junto con las bayas.
3. Las especies deciduas fueron dominantes en la Barranca de Tarango con un promedio de cinco meses sin hojas por especie. La caída de las hojas se presenta preferentemente en la época de secas.
4. El encino laurelillo (*Quercus laurina*), es la especie arbórea dominante en la Barranca de Tarango, la cual presentó flores blancas con una polinización por viento y bellotas consideradas diásporas barócoras (dispersión mecánica). La floración y la fructificación suceden alternadamente año con año durante la defoliación de la especie.
5. La especie dominante en el estrato arbustivo fue *Verbesina virgata*, la cual presentó flor amarilla.

Por lo cual sus principales polinizadores fueron abejas, abejorros y mariposas.

Su síndrome de dispersión fue la anemocoria, debido a que sus diásporas son pogonócoras. Esta especie también es decidua principalmente en la época de secas, aunque se le observó también en la época de lluvias.

6. Las especies presentan una mayor actividad de reproducción en la época de sequía, ya que cuando se presentan los picos de floración y fructificación debido principalmente al tipo de polinización y de dispersión que presentan las especies.

## X. Literatura Citada

- Alvim, P. y R. Alvim. 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. *En*: P.B. Tomilson y M.H. Zimmermann (eds.). **Tropical Trees as Living System**. Cambridge University Press, Cambridge, pp 445-464.
- Arriaga-Martínez, V. 1991. Fenología de 12 especies de la montaña de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México. 95 pp.
- Beltrán, E. 1974. Parques Nacionales y Reservas Naturales. *En*: A. Rojo (ed.) **Reserva Ecológica “El Pedregal” de San Angel: Ecología, Historia Natural y Manejo**. U.N.A.M., México, pp. 343-369.
- Benítez, G. 1986. Flora Popular del Volcán Ajusco y sus Alrededores. Memorias VII Congreso Mexicano de Botánica Morelia, Michoacán, México, pp. 17-23.
- Bullock, S. y J.A. Solis-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, **22**:22-35.
- Bullock, S.H. 1995. Plant reproduction in Neotropical dry forest. pp. 227-303. *En*: Bullock, S.H., H.A. Mooney y E. Medina (eds.). **Seasonally Dry Tropical Forests**. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- Carabias, J. y S. Guevara. 1985. Fenología en una selva tropical húmeda y en una comunidad derivada, los Tuxtlas Veracruz. pp. 67-82. *En*: Gómez-Pompa A. y S. Del Almo (eds.). **Investigaciones Sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México**. Vol. 2. INIREB-Alhambra. México.
- Castillo, S. y J. Carabias. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: Fenología. **Biotica**, **7**:551-568.
- Cesar-García, S. 2002. Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la Reserva del Pedregal de San Ángel. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. (CCMSS A.C.). 2004. **Estudio socio-económico del suelo de conservación de la Delegación Álvaro Obregón, Distrito Federal**.
- Cornejo-Tenorio, e Ibarra-Manríquez, G. 2007. Plant reproductive phenology in a temperate forest of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. **Inteciencia** **32(7)**: 445-452.
- Damascos, M.A., Prado, C.H.B.A. y Ronquim, C.C. 2005. Bud composition, branching patterns and leaf phenology in Cerrado woody species. **Annals of Botany**. **96**:1075-1084.



- DGECIIP.1999. **Diseño del programa de manejo de la Barranca de Tarango y elaboración del proyecto ejecutivo del Parque recreativo Los Álamos en la Delegación Álvaro Obregón.** Dirección Ejecutiva de la Coordinación Institucional e Integración de Políticas. Secretaría del Medio Ambiente del D.F. 81 pp.
- Dirzo, R. y C.A. Domínguez. 1986. Seed shadows, seed predation and advantages of dispersal. pp. 237-249. *En:* Estrada, A. y T.H. Fleming (eds.). **Frugivores and Seed Dispersal.** Junk Publishers, Dordrecht.
- Ewusie, Y. 1980. **Elements of Tropical Ecology.** Heinemann Press, Nairobi. 120 pp.
- Ezcurra, E. 1990. **De las Chinampas a la Magapolis: el Medio Ambiente en la Cuanca de México.** Fondo de Cultura Económica, S.E.P., México. 117 pp.
- Foster, R.B. 1982. The seasonal rhythm of fruit fall on Barro Colorado Island. pp. 15-172. *En:* Leigh, G.E., A.S. Rand y D.M. Windsor (eds.). **The Ecology of a Tropical Forest: Seasonal Rhythm and Long-Term Changes.** Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Frankie, G.W., H.G. Baker y P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology.** **62:**881-913.
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (GODF). 22 de julio de 2009. Administración Pública del Distrito Federal. Jefatura de Gobierno. **Decreto por el que se declara “Área de Valor Ambiental del Distrito Federal”, con la categoría de Barranca, a la “Barranca de Tarango”.**
- García, E. 1981. **Modificaciones al Sistema Climático de Köppen (para Adaptarlo a las Condiciones Climáticas de la República Mexicana).** Instituto de Geografía, U.N.A.M., México. 246 pp.
- García-Romero, A. 1998. Geología del paisaje vegetal en el occidente de la ciudad de México. **Anales de Geografía de la Universidad Complutense,** **18:**115-137.
- García-Romero, A. 2001. Evolution of disturbed oak woodlands: the case of Mexico City's western forest reserve. **The Geographical Journal,** **167(1):**72-82.
- Gentry, A.H. 1974. Flowering phenology and diversity in tropical Bignoniaceae. **Biotropica,** **6:**64-68.
- German, T. 1986. Estructura y organización del herbario. Administración y manejo de colecciones técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. pp. 11-101. *En:* Lot, A. y F. Chiang (eds.). **Manual del Herbario.** Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México.

- Gómez-Pompa, A. 1994. EL biólogo y la conservación. Mesas redondas sobre la contribución de diversas profesiones a la conservación de los recursos naturales renovables. pp. 343-369. *En*: Rojo, A. (ed.). **Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo**. U.N.A.M. México.
- Guevara, M., Y. Beregon, R. McNeil y A. Leduc. 1992. Seasonal flowering and fruiting patterns in tropical semiarid vegetation in northeastern Venezuela. **Biotropica**, **24(1)**:64-76.
- Hopp, R. 1974. Plant phenology observations networks. pp. 25-43. *En*: Lieth, H. (ed.). **Ecological Studies. Analysis and Synthesis. Phenology and Seasonality Modeling**. Springer-Verlag, Nueva York
- Ibarra-Manríquez, G., B. Sánchez y L. González. 1991. Fenología de lianas y árboles anemócoros en una selva cálida-húmeda de México. **Biotropica**, **23**:242-254.
- Imaz, M. 1991. El hábitat urbano de la Ciudad de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México.
- INEGI. 2006. **Cuaderno Estadístico Delegacional, Álvaro Obregón**. Gobierno del Distrito Federal. México.
- Inouye, D. 2008. Effects of climate change on phenology, frost damage and floral abundance of montane wildflowers. **Ecology**. **89(2)**:353-362.
- Izco, J., M. Burgues y S. Talavera. 2004. Características Taxomónicas: Ecología y corología. pp. 197-209. *En*: Barreno, E., J. Izco, M. Burgues, J.A. Devesa, F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, C. Prada, S. Talavera y B. Valdés. (eds.). **Botánica**. McGraw Hill-Interamericana. Madrid, España.
- Kevan, P.G. y H.G. Baker. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. **Annual Review of Entomology**, **28**:407-453.
- Kudo, G., Ida, T. y Tani, T. 2008. Linkages between phenology, pollination, photosynthesis and reproduction in deciduous forest understory plants. **Ecology**. **89(2)**:321-331.
- León de la Luz, J.L., R. Coria y M. Cruz. 1996. Fenología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. **Acta Botánica Mexicana**, **35**:45-64.
- Lieberman, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. **Journal of Ecology**, **70**: 791-806.
- Lieth, H. 1974. Phenology and seasonality modeling. **Ecological Studies: Analysis and Synthesis**. Vol. 8. Springer-Verlag, Nueva York. 444 pp.
- Martínez-González, L. 2008. Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona metropolitana. Fundación Xochitla, A.C. 1ª. Edición. 549 p.

- Martínez-Romero, M.M. 1997. Fenología de especies herbáceas y arbustivas del Parque Ecológico de la Ciudad de México, Ajusco Medio, D.F. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México. 82 pp.
- Matleucci, S. y A. Colma, 1982. Metodología para el Estudio de la Vegetación. Organización de Estados Americanos, Washington, D. C.
- Meave, J., J. Carabias, V. Arriaga y A. Valiente-Banuet. 1994. Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Ángel. pp. 91-105. *En*: Rojo, A. (comp.). **Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo**. U.N.A.M., México.
- Millar-Rushing, A. y Primack, R. 2008. Global warming and flowering times in Thoreau's Concord: A community perspective. **Ecology**. **89(2)**:332-341.
- Monasterio, M. y G. Sarmiento. 1976. Phenological strategies of plant species in the tropical savanna and the semi-deciduous forest of the Venezuelan Llanos. **Journal of Biogeography**, **3**:325-356.
- Mostacedo y fredericksen. 2002
- Newstrom, L.E., G.W. Frankie y H.G. Baker.1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica**, **26(2)**:141-159.
- Opler, P.A., G.W. Frankie y H.G. Baker.1976. Rainfall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, **3**:231-236.
- Post, E., Pedersen, C., Wilmers, C. y Forchhammer, M. 2008. Phenological sequences reveal aggregate life history response to climate warming. **Ecology**. **89(2)**:363-370.
- Primack, R.B. 1987. Relationships among flowers, fruits and seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **18**:409-430.
- Rathcke, B. y E. Lacey.1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, **16**:179-214.
- Raven, P. 1999. Diversity. Introduction to the Angiosperms. pp. 509-551. *En*: Raven, P., R. Evert y S. Eichhorns. (eds.). **Biology of Plants**. Worth Publishers, Nueva York.
- Reich, P.B. 1995. Phenology of tropical forests: patterns, causes and consequences. **Canadian Journal of Botany**, **73**:164-174.
- Rich, P., Breshears, D. y White, A. 2008. Phenology of mixed woody-herbaceous ecosystems following extreme events: Net and differential responses. **Ecology**, **89(2)**:342-352.
- Rivero, M. 1991. Aspectos sobre la biología reproductiva en dos comunidades del sur de Chile. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago.

- Rojo, A. y Rodríguez, J. 2002. La Flora del Pedregal de San Ángel. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.
- Romero-Rangel, S., Rojas-Centeno, E. C. y Aguilar Enríquez, M de L. 2002. El género *Quercus* (Fagaceae) en el Estado de México. **Ann. Missouri Bot. Gard.** **89**:551-593.
- Rzedowski, J. 1988. **Vegetación de México**. Limusa, México. 432 pp.
- Scheiner, S. 2002. Growth and Reproduction of Individuals. pp. 147-165. *En*: Gurevitch J., S. Scheiner y G. Fox. **The ecology of Plants**. Sinauer Associates Inc. Publishers. Massachusetts, USA.
- Schmitt, J. 1980. Pollinator foraging behavior and gene dispersal in *Senecio* (Compositae). **Evolution**, **34**:934-943.
- Singh, K.P. y C.P. Kushwaha. 2006. Diversity of flowering and fruiting phenology of trees in a tropical deciduous forest in India. **Annals of Botany**, **97**:265-276.
- Singh, J.S. y V.K. Singh. 1992. Phenology of seasonally dry tropical forest. **Curr. Sci.** **63**:648-688. Smith-Ramírez, C. y J.J. Armesto. 1994. Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chiloé, Chile ecologies and climatic constraints. **Journal of Ecology**, **82**:353-365.
- Soberón, J., R. De la Maza, A. Hernández, C. Bonfil y S. Careaga. 1991. **Reporte técnico final del primer año del proyecto "Restauración Ecológica de Lomas del Seminario"**. Centro de Ecología y Coordinación General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica, D.F., México. 70 pp.
- Vandermeer, J. 1974. Relative isolation and seed predation in *Calliandra grandiflora*, a Mimosaceous legume from the Highlands of Guatemala. **Biotropica**. **6(4)**:267-268.
- van Dorp, D. 1985. Frugivoría y dispersión por aves. *En*: Gómez-Pompa, A. y S. del Almo (eds.). **Investigaciones sobre la Regeneración de las Selvas Altas en Veracruz, México**. Vol. 2. INIREB-Alhambra. México.
- Vasek, F.C. y R.H. Sauer. 1971. Seasonal progression of flowering in *Clarkia*. **Ecology**, **52**:1038-1045.
- Willmer, P.G., A.M. Bataw y J.P. Hughes. 1994. The superiority of bumblebees to honeybees as pollinators: insect visits to raspberry flowers. **Ecological Entomology**, **19(3)**:271-284.

# **ANEXO.**

## **Listado florístico de las especies encontradas en la Barranca de Tarango**

## ASTERACEAE

*Archibaccharis hirtella*  
(DC.) Heering

Floración: octubre - diciembre

Flores: blancas

Fructificación: enero – abril

Tipo de fruto: aquenio

Defoliación: febrero - junio



## ASTERACEAE

*Eupatorium petiolare*  
Moc. & Sessé ex DC.

Floración: octubre - enero

Flores: blancas

Fructificación: enero - abril

Tipo de fruto: aquenio

Defoliación: noviembre - febrero



## ASTERACEAE

*Verbesina virgata*

Cav.

Floración: octubre – marzo

Flores: amarillas

Fructificación: diciembre - abril

Tipo de fruto: aquenio

Defoliación: febrero - junio



## ERICACEAE

*Arbutus xalapensis*

Kunth

Floración: marzo - junio

Flores: blancas

Fructificación: julio - diciembre

Tipo de fruto: drupa

Defoliación: diciembre - marzo



## FABACEAE

*Acacia farnesiana*  
(L) Willd.

Floración: noviembre - marzo

Flores: blancas

Fructificación: enero - abril

Tipo de fruto: Vaina

Defoliación: agosto - noviembre



## FABACEAE

*Brongniartia intermedia*

Moric

Floración: junio - octubre

Flores: rojas

Fructificación: agosto - diciembre

Tipo de fruto: vaina

Defoliación: junio





## FABACEAE

*Calliandra grandiflora*  
(L'Her) Benth.

Floración: mayo - octubre

Flores: café

Fructificación: septiembre - noviembre

Tipo de fruto: Vaina

Defoliación: abril



## FABACEAE

*Eysenhardtia polystachya*  
(Ortega) Sarg.

Floración: mayo - julio

Flores: blancas

Fructificación: septiembre - octubre

Tipo de fruto: Vaina

Defoliación: marzo - julio



## FABACEAE

*Mimosa biuncifera*

Benth.

Floración: abril - septiembre<sup>2</sup>

Flores: blancas

Fructificación: septiembre - noviembre

Tipo de fruto: vaina

Foliación: Perennifolia



## FAGACEAE

*Quercus castanea*

Neé

Floración: abril - junio

Flores: blancas

Fructificación: diciembre - mayo

Tipo de fruto: bellota

Defoliación: diciembre - mayo



## FAGACEAE

*Quercus laurina*

Bonpl.

Floración: febrero - junio

Flores: blancas

Fructificación: diciembre - agosto

Tipo de fruto: bellota

Defoliación: diciembre - abril



## FAGACEAE

*Quercus obtusata*

Bonpl.

Floración: febrero - mayo

Flores: blancas

Fructificación: diciembre - julio

Tipo de fruto: bellota

Defoliación: diciembre - abril



## FAGACEAE

*Quercus rugosa*

Neé

Floración: marzo - junio

Flores: blancas

Fructificación: abril - mayo

Tipo de fruto: bellota

Defoliación: diciembre - mayo



## LOGANIACEAE

*Buddleia cordata*

Kunth

Floración: agosto - noviembre

Flores: blancas

Fructificación: octubre - diciembre

Tipo de fruto: cápsula

Foliación: Perennifolia

## OLACEAE

*Fraxinus uhdei*

(Wenz.) Lingelsh.

Floración: marzo - mayo

Flores: verdes a rojas

Fructificación: julio - septiembre

Tipo de fruto: sámaras

Defoliación: noviembre - marzo



## POLEMONIACEAE

*Loeselia mexicana*

(Lam.) Brand.

Floración: octubre - febrero

Flores: rojas

Fructificación: febrero - marzo

Tipo de fruto: cápsula

Defoliación: enero - mayo



## POLYGALACEAE

*Monnina ciliolata*

Sessé & Moc. ex DC

Floración: octubre - diciembre

Flores: moradas

Fructificación: octubre - diciembre

Tipo de fruto: drupas

Foliación: Perennifolia



## ROSACEAE

*Prunus serotina*

Ehrh.

Floración: abril – julio

Flores: blanca

Fructificación: septiembre - octubre

Tipo de fruto: Baya

Foliación: Perennifolia



## ROSACEAE

*Rubus ulmifolius*

Scott.

Floración: abril - septiembre

Flores: blanca

Fructificación: septiembre - diciembre

Tipo de fruto: Polidrupa

Foliación: Perennifolia



## RUBIACEAE

*Bouvardia ternifolia*

(Cav.) Schltl.

Floración: abril - octubre

Flores: roja

Fructificación: agosto - marzo

Tipo de fruto: cápsula

Foliación: Perennifolia



## SOLANACEAE

*Cestrum benthami*

Miers.

Floración: diciembre - abril

Flores: amarillas

Fructificación: mayo - octubre

Tipo de fruto: drupa

Defoliación: noviembre - febrero



## SOLANACEAE

*Centrum thyrsoides*

Kunth

Floración: noviembre - abril

Flores: blancas

Fructificación: marzo - septiembre

Tipo de fruto: drupa

Foliación: octubre – enero