



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

---

---

**DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES**

**“Estudio Sinecológico de un bosque de encino en Epazoyucan,  
Estado de Hidalgo.”**

**TESIS**

Que como requisito parcial para obtener el título de:

***INGENIERO FORESTAL***

**PRESENTA:**

**Cortés Sánchez Bossuet Gastón**

***DIRECTOR***

***Dr. Granados Sánchez Diodoro***



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA  
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

Texcoco, Estado de México, Septiembre de 2010



La presente tesis titulada “ESTUDIO SINECOLÓGICO DE UN BOSQUE DE ENCINO EN EPAZOYUCAN, ESTADO DE HIDALGO.” realizada por el C. Bossuet Gastón Cortés Sánchez, bajo la dirección del Dr. Diodoro Granados Sánchez. Fue revisada y aprobada por el siguiente Comité Revisor y Jurado Examinador, para obtener el título de **Ingeniero Forestal**.

PRESIDENTE



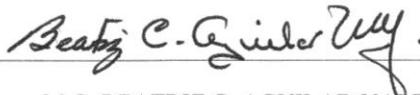
DR. DIODORO GRANADOS SÁNCHEZ

SECRETARIO



M.C. JAVIER SANTILLAN PÉREZ

VOCAL



M.C. BEATRIZ C. AGUILAR VALDEZ

SUPLENTE



BIOL. ANDRÉS G. MIRANDA MORENO

SUPLENTE



BIOL. ANTONIO CORTÉS JIMÉNEZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la División de Ciencias Forestales que han permitido y dado todo lo requerido para terminar mis estudios.

Al Dr. Diodoro Granados Sánchez, por permitir compartir sus conocimientos, tiempo, espacio y por su dedicación y paciencia a lo largo de este trabajo. Así como su perseverancia y comprensión en todos los aspectos. A él mi respeto y agradecimiento total.

A los sinodales, por las sugerencias para mejorar el trabajo.

A los mejores de mis amigos: David, Carlo, Leobardo, Jose, Jazmin, Gabriela, Mario, Maggi, Mayra, Cristina, Adair, Alejandro, Adriana, Carlos, Secundino, Eliud, Eunice, Beatriz, Gildardo, Casimiro y muchos más. Por todo el apoyo incondicional.

A todos los profesores que de alguna manera participaron en mi formación y que gracias y a ellos he llegado a este logro. A todas aquellas personas que no mencione pero que me apoyaron durante mi estancia en Chapingo, las cuales guardan un lugar en mi corazón ya saben quienes son.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Salvador Cortés Jiménez y Robertina Sánchez Sánchez, por el apoyo incondicional y las palabras de aliento que siempre fueron oportunas.

A mi hermano Arturo por todos los momentos compartidos.

A todas esas personas tan especiales que son los amigos: David, Carlo, Leobardo, Jose, Jazmin, Gabriela, Mario, Maggi, Mayra, Cristina, Adair, Alejandro, Adriana, Carlos, Secundino, Eliud, Eunice, Beatriz, Gildardo, Casimiro y muchos más.

# ÍNDICE GENERAL

|   |             |
|---|-------------|
| <b>ÍNDICE GENERAL</b> .....   | <b>V</b>    |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....  | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....  | <b>VIII</b> |
| <b>RESUMEN</b> .....  | <b>IX</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>X</b>    |
| <b>1.- INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>2.- OBJETIVOS</b> .....  | <b>3</b>    |
| 2.1.-GENERAL .....  | 3           |
| 2.2.-PARTICULARES .....   | 3           |
| <b>3.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                                     | <b>4</b>    |
| 3.1.- VEGETACIÓN NATURAL ACTUAL Y VEGETACIÓN POTENCIAL. ....                | 5           |
| 3.2.- SINECOLOGÍA (ECOLOGÍA DE LAS ASOCIACIONES VEGETALES) .....            | 7           |
| <b>4.- MARCO TEORICO</b> .....  | <b>10</b>   |
| 4.1.- ECOLOGÍA DE LAS COMUNIDADES .....                                     | 10          |
| 4.2.- LA COMUNIDAD VARÍA EN SU RIQUEZA DE ESPECIES.....                     | 10          |
| 4.3.- LA DIVERSIDAD DE ESPECIES PROBABLEMENTE ESTABILIZA COMUNIDADES.....   | 11          |
| 4.4.- LOS ECÓLOGOS SIGUEN ESTUDIANDO LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES. .... | 11          |
| 4.5.- LAS COMUNIDADES ANTIGUAS FORMAN UN CONTINUO CON LAS MODERNAS. ....    | 13          |
| 4.6.- CLIMA GLOBAL Y DISTRIBUCIÓN VEGETAL.....                              | 14          |
| 4.7.- CLIMA Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD. ....                              | 15          |
| 4.8.- EL SUELO COMO FACTOR AMBIENTAL.....                                   | 16          |
| 4.9.- LA INFLUENCIA DE LOS ORGANISMOS VIVOS.....                            | 17          |
| 4.10.- FLUJO DE ENERGÍA Y NUTRIENTES A TRAVÉS DE LOS ECOSISTEMAS. ....      | 20          |
| 4.11.- DESARROLLO DE SUCESIONES EN COMUNIDADES DE PLANTAS. ....             | 22          |
| 4.12.- PERSPECTIVA HISTÓRICA EN LA GEOGRAFÍA DE PLANTAS. ....               | 24          |
| 4.13.- COMPARACIÓN DE ALTITUDES Y LATITUDES.....                            | 25          |
| 4.14.-BOSQUES CADUCIFOLIOS TEMPLADOS. ....                                  | 26          |
| 4.15.- MATORRAL.....  | 27          |
| 4.16.- BOSQUE DE QUERCUS. ....  | 28          |
| <b>5.- MATERIALES Y METODOS</b> .....                                       | <b>29</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.1.-UBICACIÓN.....  | 29        |
| 5.2.- METODOLOGÍA. ....  | 34        |
| 5.3.- MÉTODO DE CUADRANTES CENTRADOS EN UN PUNTO.....  | 36        |
| <b>6.-RESULTADOS .....</b>   | <b>39</b> |
| <b>7.-DISCUSIÓN.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>8.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>9.- LITERATURA CITADA .....</b>   | <b>55</b> |
| <b>10.- ANEXOS .....</b>   | <b>59</b> |
| CUADRO DE. ANÁLISIS CUANTITATIVO POR EL MÉTODO DEL CUADRANTE CENTRADO EN UN PUNTO. CON VEINTE SITIOS DE MUESTREO. .... | 59        |
| CUADRO DE. ÁREA BASAL POR ESPECIE.....   | 61        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1. MODELO ORGÁNICO: .....  | 12 |
| FIGURA 2. MODELO INDIVIDUALISTA:.....   | 12 |
| FIGURA 3. EL IMPACTO DE LA ELEVACIÓN. ....  | 25 |
| FIGURA 4. LOCALIZACIÓN. ....  | 29 |
| FIGURA 5. LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO. ....   | 30 |
| FIGURA 6. CLIMOGRAMA. ....  | 32 |
| FIGURA 7. MÉTODO DEL CUADRANTE CENTRADO EN UN PUNTO. ....   | 37 |
| FIGURA 8. GRÁFICA DE LA DISTRIBUCIÓN POR FAMILIAS DE LAS ESPECIES COLECTADAS EN EL BOSQUE DE<br><i>QUERCUS</i> EN EPAZOYUCAN, HIDALGO. ....     | 41 |
| FIGURA 9. GRÁFICA DE LA RIQUEZA FLORÍSTICA EN EL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> EN EPAZOYUCAN, HIDALGO. ...   | 42 |
| FIGURA 10. GRÁFICA DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA PARA LAS ESPECIES QUE CARACTERIZAN AL BOSQUE<br>DE <i>QUERCUS</i> EN EPAZOYUCAN, HIDALGO. .... | 49 |
| FIGURA 11. PERFIL FISONÓMICO DE LA VEGETACIÓN DE ENCINOS, EN LA COMUNIDAD DE EPAZOYUCAN,<br>HIDALGO. ....                                       | 50 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| CUADRO 1. REGIÓN HIDROLÓGICA .....  | 31 |
| CUADRO 2. LISTA FLORÍSTICA DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS EN EL BOSQUE DE <i>QUERCUS</i> , EPAZOYUCAN, HIDALGO ..... | 43 |
| CUADRO 3. NÚMERO DE ÁRBOLES POR ESPECIE .....   | 44 |
| CUADRO 4. DOMINANCIA.....   | 45 |
| CUADRO 5. FRECUENCIA ABSOLUTA.....  | 45 |
| CUADRO 6. DENSIDAD RELATIVA .....   | 45 |
| CUADRO 7. DOMINANCIA RELATIVA .....   | 46 |
| CUADRO 8. FRECUENCIA RELATIVA .....   | 46 |
| CUADRO 9. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO CUADRANTE CENTRADO EN UN PUNTO. ....                          | 47 |
| CUADRO 10. ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO CUADRANTE CENTRADO EN UN PUNTO VALOR DE IMPORTANCIA.....     | 48 |

## RESUMEN

El bosque de *Quercus* en Epazoyucan se caracterizó a través de su composición florística, sus relaciones cuantitativas vegetales, sus factores ambientales mediante un perfil fisionómico que lo determinan.

Se identificaron 47 vegetales especies distribuidas en 20 familias botánicas, donde las familias mejor representadas son: Compositae, Gramineae y Polypodiaceae. En este estudio se determinó que es una comunidad poco abierta, de tipo semiárida, predominan las plantas vasculares concentrándose en pendientes iguales o mayores de 30%. Las formas de vida existentes van desde arbustivos hasta arbóreas.

Son cinco las especies que determinan la estructura de la comunidad en el siguiente orden: *Quercus microphylla*, *Quercus mexicana*, *Nolina parviflora*, *Sedum moranense* y *Senecio sp.* Estas especies marcan los distintos estratos : el arbóreo, dominado por *Quercus microphylla* y *Quercus mexicana* (aproximadamente de 7 metros de altura); el arbustivo donde predomina *Sedum moranense* y *Senecio sp.* y el herbáceo , con presencia de gramíneas generalmente.

El bosque de *Quercus* se encuentra en ecotonos como el matorral crasicaule.

**Palabras clave:** comunidad, caracterización, cuantitativas, fisionómica, *Quercus*, Epazoyucan.

## ABSTRACT

The forest of *Quercus* in Epazoyucan was characterized by their floristic composition, plant quantitative relations, their environmental factors using a profile physiognomic determinants.

We identified 47 plant species distributed in 20 botanical families, where the best represented families are: Compositae, Gramineae and Polypodiaceae. This study determined that a community is very open, semi-arid type, dominated by vascular plants focusing on slopes equal to or greater than 30%. The life forms ranging from shrubs to trees.

There are five species that determine the structure of the community in the following order: *Quercus microphylla*, *Quercus mexicana*, *Nolina parviflora moranense* and *Sedum Senecio* sp. These species make different layers: tree, dominated by *Quercus* and *Quercus microphylla mexicana* (aproxiamada minds of 7 meters high), the shrub-dominated and moranense *Sedum Senecio* sp. and herbaceous, with the presence of grasses generally.

The forest is in *Quercus* scrub ecotones as crasicaule.

**Keywords:** community, characterization, quantitative, physiognomy, *Quercus*, Epazoyucan.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Cada comunidad vegetal presenta una composición determinada y una integración entre sus miembros que la diferencia de otras comunidades. El grado de dominancia dentro de ella y la naturaleza de los ecotonos varían de una a otra . Son estas características que permiten a la comunidad mantenerse a sí misma como una unidad característica en un área determinada durante cierto periodo de tiempo. (Spurr *et al.*, 1982)

La diversidad vegetal presente en México es considerada como una de las más importantes y complejas, ya que constituyen un mosaico representando casi todos los tipos de vegetación del mundo. Lo anterior es resultado de millones de años de evolución (geología, clima y biología entre otros), debido a su ubicación latitudinal, a su diversidad altimétrica que denota extensas serranías y a ser punto de confluencia de dos grandes regiones biogeográficas, llamados Neártico y Neotropical (Sánchez, citado por Acevedo, 1998).

Los estudios de vegetación son importantes por que asumen relaciones específicas en los medios naturales, son un subsistema fundamental del sistema ecológico; las plantas transforman la energía solar en energía biológica y así activa la base de las cadenas tróficas, almacenan energía, dan refugio a otros organismos, mantienen los suelos y regulan el clima local, captadoras de CO<sub>2</sub>, reductor de contaminación y brinda un sin fin de beneficios para el hombre (Matteucci y Colma, 1982).

La estructura de comunidad se considera como un producto no sólo de las condiciones físicas locales e interacciones entre especies sino también de diferencias regionales tales como el clima y de procesos históricos tales como la dispersión, la especiación, la migración y la extinción (Krebs, 1978)

La ecología de las comunidades o Sinecología es una subdisciplina de la ecología que estudia la composición y estructura de las comunidades formadas por

especies diferentes, los cambios que ocurren en el tiempo y las relaciones entre las especies de la comunidad, (Valderas, 2005).

En este trabajo se llevo a cabo un estudio sinecológico de un bosque de encino; Los encinos en México han sido discriminados por mucho tiempo debido a las características desde el punto de vista forestal “no adecuadas” para fines de aprovechamiento comercial maderable de la mayoría de las especies que se encuentran en el país. Por esta razón, su uso está restringido, principalmente, para la obtención de leña y la elaboración de carbón (Zavala, 1995)

Los bosques de encino cubren 5.5% de la superficie del país, en tanto que el bosque de pino-encino alcanza el 13.7%. Esto significa que la superficie del país cubierta por encinos tal vez sea cerca del 10% (Zavala, 1995).

El propósito de este trabajo es conocer algunas características y parámetros de la comunidad ecológica del Bosque de Encino en la zona de Epazoyucan, localizada en el Sureste del estado de Hidalgo.

## **2.- OBJETIVOS**

### **2.1.-General**

- Establecer la clasificación y composición florística de la comunidad vegetal del Bosque de Encino en la zona de Epazoyucan, localizada en el estado de Hidalgo.

### **2.2.-Particulares**

- Describir la estructura de esta comunidad vegetal.
- Describir la fisonomía de la vegetación y estimar los parámetros ecológico-cuantitativos o sinecológicos de la vegetación, como densidad, dominancia y frecuencia.

### **3.- REVISIÓN DE LITERATURA**

Se han hecho muchos intentos por clasificar el medio natural de México tomando como base criterios muy diversos. A pesar de su variedad, la mayoría de las propuestas tienen un rasgo en común: toman a los tipos de vegetación como criterios de clasificación. (Cordero y Morales, 1998)

El termino “tipo de vegetación” se ha utilizado para designar la composición de especies de la cubierta vegetal de una región, área o lugar. Se refiere al conjunto de especies que tienen determinadas formas de vida o también a la agrupación de especies que por requerimientos y tolerancias ambientales tienen características comunes.

La clasificación de la vegetación de México propuesta por Rzedowski (1978) es muy utilizada por los científicos en el país. Rzedowski agrupó a los principales tipos de vegetación de acuerdo a sus características fisiográficas, climáticas, edafológicas y fisonómicas, encontró que la mayor parte del territorio nacional (38%) se encuentra cubierto por matorral xerófilo, seguido por bosque de coníferas y encinos (19%) y el bosque tropical caducifolio (14%) (Neyra y Durand, 1998).

El estudio de las comunidades vegetales a través de la Sinecología, según Willis, (1973), es uno de los mejores caminos para la investigación de los principales problemas que representan las especies que forman parte de una comunidad, entendiendo a una comunidad como un conjunto de poblaciones que tienen relaciones mutuas entre sí y con su medio ambiente.

Según Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), Los principales objetivos de la sinecología están enfocados al estudio del medio ambiente de las comunidades, así como la interacción sociológica de las especies que las constituyen. Así mismo, Braun-Blaquet (1932) señalan que el estudio de la comunidad y la interacción de los organismos que la componen corresponden al dominio de la sinecología.

De acuerdo con Rzedowski (1978), *Quercus* es el género dominante en la vegetación de la Sierra Madre Oriental y es muy común en la Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcanico, Sierra Madre del Sur, Sierra del Norte de Oaxaca, así como en zonas de Chiapas y los macizos montañosos del altiplano mexicano. Fisonómica y estructuralmente se pueden distinguir dos tipos generales de encinares: los matorrales de *Quercus* o encinares arbustivos y los encinares arbóreos, pero se dan todas las situaciones intermedias (Rzedowski, 1978).

La ecología forestal estudia todo aquello que tenga que ver con una comunidad forestal. Considerando que ésta se desarrolla en un medio ambiente físico compuesto por la atmósfera que rodea las porciones aéreas y el suelo que incluye las capas subterráneas afectadas. Este medio ambiente no es estático sino, por el contrario, está cambiando constantemente debido a diversos factores como la rotación de la tierra, la radiación solar, los cambios atmosféricos y naturalmente el efecto de la misma comunidad actuando sobre el clima y sobre el suelo local (Spurr & Barnes, 1982)

### **3.1.- Vegetación natural actual y vegetación potencial.**

Las consideraciones sobre el dinamismo de la vegetación y sobre el climax permiten introducir la definición de vegetación natural actual y de vegetación potencial (Archibold 1995).

La vegetación natural actual es la que se observa sobre el terreno en el momento en que se efectúa el muestreo y corresponde, por tanto, a la situación actual. El concepto de vegetación potencial se entiende la vegetación que se constituirá en una zona o en un determinado ambiente, a partir de las condiciones actuales de flora y fauna, cuando cesase la acción que ejerce el hombre sobre el manto vegetal, siempre que el clima actual no se modifique en gran medida (Archibold 1995).

La vegetación actual recibe el nombre de vegetación real y está representada por lo que hoy existe en la naturaleza, como resultado de la acción humana sobre el manto vegetal en el transcurso de los siglos, la vegetación potencial es un modelo teórico de referencia que se obtiene partiendo de las condiciones ambientales y vegetacionales actuales. La vegetación potencial no es nunca idéntica a la vegetación original, si bien con frecuencia se presenta similar a ésta, y en especial en las regiones donde la actividad humana ha sido particularmente intensa (Archibold 1995).

La vegetación climax puede interpretarse como el estadio final de la serie progresiva; de ello se deduce que es posible remontarse a la vegetación potencial de una determinada zona simplemente mediante el conocimiento de los estadios que se suceden en la serie; las unidades vegetacionales que se relacionan dinámicamente con las asociaciones finales las definió Tüxen (Citado por Salazar 2000).

Si se considera el concepto de climax en sentido amplio tal como lo formulo Clements (1916), Puede decirse que no se identifica con el concepto de vegetación potencial, dado que esta última no corresponde tanto a una fase climax en sentido amplio como el conjunto de los eventuales climax menores o secundarios (pedoclimax, paraclimax, etc.)

El conocimiento de la vegetación potencial resulta fundamental en la interpretación fitogeográfica de una determinada región y tiene también una gran importancia aplicativa en las posibles intervenciones a nivel territorial (planificación ecológica territorial, repoblación forestal, etc.) (Archibold 1995).

### **3.2.- Sinecología (ecología de las asociaciones vegetales)**

La sinecología trata sobre las relaciones que existen entre las comunidades vegetales y el ambiente en que estas se desarrollan, es decir, que intentan explicar las causas de la distribución de la vegetación y, en particular, de las asociaciones (Begon *et al.* 1988).

Los principales factores ecológicos son: topográficos y climáticos entre otros.

#### Factores topográficos

Depende de la conformación del suelo a escala regional (cadenas montañosas) o local (particularidades geomorfológicas de extensión limitada); tienen una importancia considerable, no sólo por el efecto directo que ejercen sino también por su capacidad de modificar otros factores ecológicos, condicionando, en particular, la existencia de climas locales o microclimas. Estos factores son: la altura, la exposición y la inclinación. El aumento de la altitud provoca una disminución de la temperatura de 0.55 °C por cada 100 m; a consecuencia de ello se produce un incremento en la duración de la estación adversa con el aumento de la altitud y por consiguiente, una fuerte reducción del periodo vegetativo (Begon *et al.* 1988).

La exposición también es particularmente importante a causa de su influencia en la temperatura ambiental (grado de insolación), aunque varía de forma considerable según la inclinación de las vertientes, este hecho se advierte especialmente en los valles orientados transversalmente, esto es, según los parámetros, ya que una de las vertientes queda expuesta al sur y la otra al norte. También la inclinación tiene una notable influencia en la captación de los rayos solares, además de limitar la posibilidad del suelo de retener las reservas hídricas y de hospedar determinados tipos de vegetación (Begon *et al.* 1988).

Muchas de la forma de las vertientes de un valle y sus respectivas inclinaciones pueden causar inversiones térmicas, con notable influencia sobre las plantas, ya

que a causa de la escasa insolación se forma un microclima más fresco en el fondo del valle que permite la implantación de una comunidad mesófila, mientras que en elevaciones superiores, donde la insolación es mayor, se instalan comunidades más termófilas, como el encinar (Begon *et al.* 1988).

#### Factores climáticos

Los macroclimas, vienen dados por la temperatura, la luz y las precipitaciones (en forma de lluvia o de nieve). Tanto la temperatura de la atmósfera como la del suelo dependen en gran medida de la irradiación solar; por lo general, la temperatura de las localidades concretas se valora haciendo referencia a los siguientes factores: Temperatura media anual, temperatura media mensual y mínimos y máximos absolutos. Todos los puntos que tienen la misma temperatura media pueden unirse entre sí mediante una línea denominada isoterma, así se obtienen mapas de distribución de la temperatura del aire. El conocimiento de este dato permite explicar muchos aspectos de la distribución geográfica, no solo de especies vegetales concretas sino también de asociaciones. Cada especie, en efecto, tiene exigencias propias en lo referente a temperatura. La evolución anual de las temperaturas condiciona, asimismo, la floración de las plantas; es interesante advertir a este respecto que mediante las observaciones efectuadas sobre el inicio de la floración (observaciones fenológicas), es posible seguir algunos acontecimientos como el inicio de la primavera, que si bien se debe a factores climáticos, no es evidenciable como el simple análisis de los diagramas térmicos (Begon *et al.* 1988).

#### La luz en el medio terrestre

En el medio terrestre, la cantidad de luz que incide sobre el suelo está relacionada con la cubierta vegetal. En los bosques perennifolios y los bosques de pinos, la cobertura vegetal, constante durante todo el año, determina una escasa luminosidad a nivel del suelo, a la que se han adaptado algunas especies, denominadas umbrofilas. Cuando la cobertura vegetal está formada por caducifolios, la máxima luminosidad en el suelo se obtiene durante el periodo

invernal, hasta el inicio de la primavera. Durante esta estación, coincidiendo con la abertura de las yemas de los árboles y el desarrollo de las hojas nuevas, se asiste a una disminución brusca de la intensidad luminosa. Por esta razón, las especies que viven en el sotobosque están obligadas mayor parte de su ciclo de desarrollo entre el final del invierno y el inicio de la primavera, antes de que disminuya la disponibilidad energética (Begon *et al.* 1988).

La disminución de la intensidad de la radiación que tiene lugar cuando la luz atraviesa una comunidad vegetal depende de la estratificación de las plantas y de la densidad de las copas. Además debe tenerse en cuenta que no todos los árboles tienen la copa de idéntica forma, ni las mismas características morfológicas, de ahí que existen diferentes grados de opacidad según sea la especie forestal dominante. El porcentaje de luz que se recibe en el interior de una fitocenosis forestal sigue un gradiente vertical que difiere de una comunidad a otra. La luz directa que penetra en un bosque contiene un porcentaje importante de radiaciones rojas e infrarrojas, siendo por el contrario, escasas las ultravioletas. Esto tiene consecuencias positivas para las especies del sotobosque, que pueden crecer mejor en este ambiente que en un terreno descubierto. En cambio, la luz difusa en el interior del bosque presenta una mayor cantidad de radiaciones verdes que la luz difusa en el exterior de la vegetal, lo que reduce el componente útil para fotosíntesis (Begon *et al.* 1988).

## **4.- MARCO TEORICO**

### **4.1.- Ecología de las comunidades.**

Las poblaciones que constituyen una comunidad interactúan entre sí y son interdependientes de diversas maneras. Las especies compiten unas con otras por alimento, agua, espacio y otros recursos. Los organismos matan y consumen otros organismos. Las especies forman asociaciones simbióticas entre sí. Cada organismo realiza una de tres funciones principales en la vida de la comunidad: productor, consumidor o desintegrador (Archibold, 1995).

Si bien cada comunidad constituye un sistema vivo bien definido, las comunidades varían mucho en tamaño, por lo común carecen de fronteras precisas y rara vez se encuentran completamente aisladas. Interactúan e influyen entre sí de incontables maneras, aunque la interacción puede no ser evidente. Además hay comunidades dentro de comunidades. Un bosque es una comunidad, pero también lo es un tronco podrido, con sus bacterias, hongos, mohos, gusanos, insectos y quizá incluso ratones. Los microorganismos que viven dentro del intestino de una termita en el tronco podrido también forma una comunidad (Archibold, 1995).

Los organismos ocupan un ambiente abiótico que es tan esencial para su existencia como lo son sus interacciones con otros seres vivos.

### **4.2.- La comunidad varía en su riqueza de especies.**

La riqueza de especies (o diversidad de especies), el número de especies en una comunidad varía ampliamente de una comunidad a otra y es influida por muchos factores bióticos y abióticos (Archibold, 1995).

La diversidad de especies se relaciona con la abundancia de nichos ecológicos potenciales. Una comunidad compleja (con muchas especies) ofrece mayor variedad de nichos ecológicos potenciales que una comunidad simple.

En general, la diversidad de especies también se relaciona de manera inversa con el estrés ambiental sobre un hábitat; solo aquellas especies capaces de tolerar condiciones ambientales extremas pueden vivir en una comunidad sometida a estrés ambiental (Archibold, 1995).

La *hipótesis de riqueza de especies y energía*, propone que las diferencias entre latitud influyen en la riqueza de especies debido a variaciones en la energía solar. Es posible, por ejemplo, que una mayor cantidad de energía permita a más especies coexistir en una región determinada.

#### **4.3.- La diversidad de especies probablemente estabiliza comunidades.**

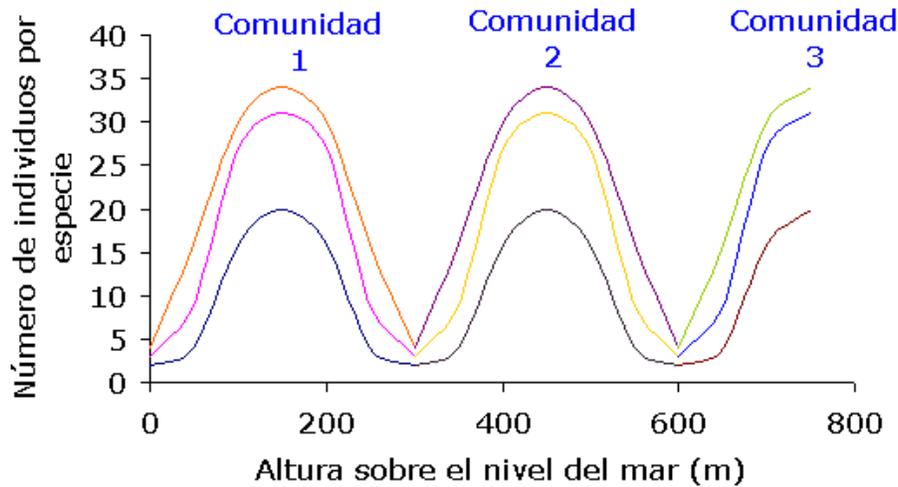
Durante largo tiempo se supuso que la estabilidad de una comunidad era una consecuencia de su complejidad.

Sin embargo estudios han reforzado el vínculo entre diversidad de especies y estabilidad de la comunidad. Si bien la riqueza de especies incrementa la estabilidad de la comunidad, las poblaciones de especies individuales dentro de una comunidad diversa pueden variar de un año a otro. Podría parecer paradójico que la inestabilidad dentro de las poblaciones de especies individuales se relaciona con la estabilidad de la comunidad completa (Braun-Blenquet, 1932).

#### **4.4.- Los ecólogos siguen estudiando la estructura de las comunidades.**

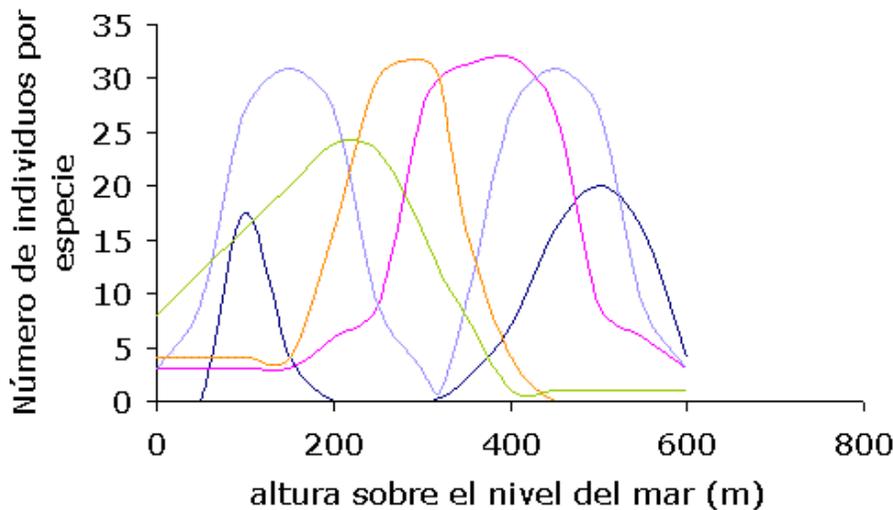
Clements (1916), se sorprendió por la uniformidad mundial por grandes extensiones de vegetación. También observó que si bien la composición de especies de una comunidad en un hábitat determinado podría ser diferente de la propia en una comunidad en un hábitat climáticamente similar en otro lugar del mundo, de manera global los componentes de las dos comunidades solían ser

similares. Dicho investigador tenía la idea de que una comunidad pasaba por determinadas etapas de desarrollo, como las de un organismo, y con el tiempo alcanzaba el estado adulto; el proceso de desarrollo era la sucesión, y el estado adulto era la comunidad clímax. Este punto de vista cooperativo de la comunidad, llamado **modelo orgánico**, resalta la interacción de miembros, que tienden a agregarse en grupos dentro de los límites bien definidos de la comunidad.



**Figura 1. Modelo orgánico:**

Distribución de comunidades cerradas hipotéticas a lo largo del gradiente altura sobre el nivel del mar. Cada línea representa una especie. Observe que la distribución de las especies coincide con la de la comunidad.



**Figura 2. Modelo individualista:**

Distribución de comunidades abiertas a lo largo del gradiente altura sobre el nivel del mar. En este caso la distribución de las especies (cada línea representa una especie) es independiente de la distribución de la comunidad.

Los oponentes del modelo orgánico , en particular Gleason (1926), han sostenido que las interacciones biológicas son menos importantes en el establecimiento de comunidades que los gradientes ambientales (como clima y suelo), a esta escuela de pensamiento llamada **modelo individualista**, representa la individualidad de la especie, de manera que cada especie tiene sus propios requerimientos vitales abióticos específicos. Según este punto de vista, las comunidades en consecuencia, no son asociaciones interdependientes de organismos; más bien, cada especie se extiende de manera independiente en un continuo de zonas que satisfacen sus propios requerimientos individuales.

#### **4.5.- Las comunidades antiguas forman un continuo con las modernas.**

La biogeografía está vinculada con la historia evolutiva y da indicios del modo en que los organismos pudieron haber interactuado en comunidades antiguas. El estudio de la biogeografía nos ayuda a relacionar las comunidades antiguas con las modernas que existen en actualidad en una región determinada (Braun-Blenquet, 1932).

Uno de los principios básicos de la biogeografía es que cada especie se origina una sola vez. El lugar específico en que esto ocurrió es el **centro de origen** de la especie. El centro de origen no es punto único, sino el espacio que ocupó la población cuando se formó la nueva especie. A partir de este centro de origen, cada especie se dispersa hasta que es detenida por una barrera, que puede ser un océano, desierto o montaña un clima desfavorable o la presencia de un organismo que compite con ella por el alimento o los sitios de refugio (Braun-Blenquet, 1932).

La **distribución geográfica** de una especie determinada es la región de la tierra en que habita; puede ser una zona relativamente pequeña. Tales especies nativas de distribución limitada se denominan **endémicas**; esto es, no se encuentran en ningún otro lugar del mundo. En contraste, algunas especies tienen distribución

casi mundial y existen en más de un continente o en la mayor parte del océano. Dichas especies se consideran **cosmopolitas**.

Una de las primeras observaciones de los biogeógrafos fue que la distribución geográfica de las distintas especies no incluye todos los sitios en que estas podrían sobrevivir (Braun-Blenquet, 1932).

#### **4.6.- Clima Global y Distribución Vegetal.**

Las condiciones climáticas son controladas por la cantidad de energía solar que es interceptada por la Tierra y su atmosfera. Una parte de la energía es utilizada en la fotosíntesis y se almacena convertida temporalmente en la biosfera, pero la mayoría es absorbida y convertida en calor. En las regiones tropicales hay un exceso de energía neto, pero las latitudes más altas experimentan un balance negativo de radiación neto porque más energía se pierde a través de la radiación que se recibe. El exceso de energía en latitudes inferiores es redistribuido a través de la circulación de la atmosfera y los océanos y este en última instancia determina la temperatura global y los patrones de precipitación. En términos generales los climas de la Tierra son cálidos y húmedos en los trópicos y se convierten en fríos y secos hacia los polos. A esto deben sumarse los efectos de las barreras como montañas y continentalidad, así como diferentes regímenes térmicos y patrones de precipitación temporal interactúan para formar los diversos climas del mundo (Shimwell, 1971).

La naturaleza general de cada formación de una planta es determinada por el carácter estructural de la vegetación y de esa forma se reduce la gran variación en la diversidad florística para relativamente algunas clases (Shimwell, 1971).

La forma de crecimiento de una planta es una respuesta adaptativa a su ambiente y proporciona una clasificación ecológica que podría ser indicativo de las condiciones de hábitat. Características fisionómicas como la altura de las plantas, crecimiento herbáceo o leñoso y el tipo de hojas son a menudo usados en este

sentido. El sistema más ampliamente usado es el propuesto por Raunkiaer (1934) y está basado en el arreglo del crecimiento de los tejidos perennes de las plantas bajo distintas condiciones climáticas: cinco principales formas de vida son distinguidas. **Fanerofitas** (*Phanerophytes*), representadas por árboles y por arbustos altos, tienen sus yemas en las puntas de sus ramas donde están expuestas a condiciones climáticas extremas: esta es la forma de vida predominante en ambientes húmedos – medios, donde las plantas no están sujetas a heladas ni sequías. **Camefitas** (*Chamaephytes*) incluyen arbustos pequeños y hierbas que crecen cerca del terreno: esto ocurre más frecuentemente en regiones donde la nieve que cubre ofrece cierta protección durante los meses del frío invierno. **Hemicriptofitas** (*Hemicryptophytes*) son características de regiones con temperaturas húmedas. Estas plantas mueren de nuevo al final de la temporada de crecimiento y sus yemas son protegidas por las hojas marchitas y el suelo. **Criptofitas** (*Cryptophytes*) están muy bien adaptadas a condiciones extremas de heladas o sequías y permanecen porque se regeneran de sus yemas, bulbos y rizomas que están completamente enterrados en el suelo. **Terofitas** (*Therophytes*) son plantas anuales que se regeneran por semillas cada año, esto ocurre de manera abundante en áreas desérticas. El sistema de Raunkiaer es en realidad un enfoque florístico en el que el “espectro biológico” de una región es calculado a partir del número de especies en cada categoría. Diferentes agrupaciones de plantas son distinguidas por la contribución proporcional de cada categoría.

#### **4.7.- Clima y Estructura de la Comunidad.**

Tradicionalmente la distribución global a la que se refiere como el “tipo de formación”, con “formación” reservada para las subdivisiones regionales; por ejemplo la formación americana, europea y del este asiático del bosque deceduo templado. La distribución de estas complejas unidades es determinada generalmente por el clima aunque algunas, pueden estar influenciadas por las condiciones del suelo. Una formación es totalmente similar en estructura dentro de su rango aun cuando ocurran pronunciadas diferencias florísticas entre regiones.

Consecuentemente, las formaciones son subdivididas en asociaciones en base a las especies dominantes que crecen bajo condiciones uniformes de hábitat (Whittaker, 1965).

Estudios analíticos de la estructura de las comunidades sugieren que las especies están organizadas de forma que cada una tenga un ambiente óptimo el cual no coincide con el de un competidor potencial (Whittaker, 1965). El desarrollo de comunidades bien definidas es por tanto excluido porque las especies están distribuidas bastante al azar y pueden ocurrir discontinuidades solo donde las condiciones ambientales cambian de manera abrupta. Sin embargo, se ha sostenido que hay puntos a lo largo de los gradientes ambientales se producen cambios pronunciados en la composición de las especies y en donde la presencia o no de especies dominantes en sus límites críticos de tolerancia pueden estar acompañados por cambios en especies subordinadas.

#### **4.8.- El Suelo como Factor Ambiental.**

Es una parte integral de la biosfera. Esta constituido de materia orgánica e inorgánica en forma solida liquida y gaseosa; pero además de estos materiales inertes, el suelo provee un hábitat para varios organismos, los cuales son esenciales para el mantenimiento de comunidades vegetales. El suelo es la principal fuente de nutrientes y agua para la mayoría de plantas terrestres, y ellas a cambio proporcionan al suelo el conjunto de materia orgánica necesaria para la manutención de la comunidad viviente en el suelo (Budowski, 1960).

Las diferencias en las propiedades del suelo son producidas por la interacción del material parental, el clima, la topografía y la vegetación que con el tiempo tiene un profundo efecto en los sistemas biológicos. La fracción de minerales inorgánicos del suelo, tiene influencia en las características físicas tales como textura y estructura y esto afecta también en la humedad del suelo, aireación y otras propiedades. De manera similar, la química del suelo es determinada en parte por la fragmentación de los minerales primarios a través de procesos de

intemperización además de suministrar los nutrientes disponibles a las plantas lo cual es controlado por la cantidad y el tipo de materia orgánica que está presente. Adiciones de materia orgánica y otros materiales al suelo, y pérdidas por lixiviación, filtración y erosión junto con la transferencia y transformación dentro del suelo mismo, resulta un gradual desarrollo de diferentes tipos de suelo. La única combinación de factores operando en diferentes partes del mundo ha resultado en varios suelos distintivos y esto ha necesitado un método de clasificación (Budowski, 1960).

#### **4.9.- La Influencia De Los Organismos Vivos**

Las plantas rara vez crecen bajo aislamiento excepto en ambientes muy extremos como los desiertos polares o acantilados submarinos donde el número de sitios idóneos es limitado. En otros lugares las plantas crecen juntas como miembros de una comunidad y deben competir por los recursos. Los competidores más exitosos se convierten en miembros comunes dentro de la comunidad, otros son menos prominentes y algunos más son eliminados. La competencia es más intensa entre organismos con requerimientos ecológicos similares. La competencia intraespecífica ocurre entre miembros de la misma especie cuando el abasto de agua, nutrientes u otros recursos es limitado. A causa de esto algunos individuos retrasan su crecimiento y mueren, y la población es reducida en última instancia a su densidad óptima. Una interacción similar pero entre diferentes especies es denominada competencia interespecífica y el resultado depende de cuan efectivamente son utilizados los escasos recursos por cada competidor. Especies con los mismos requerimientos de recursos no pueden coexistir de manera estable en una comunidad. La diversidad florística de una comunidad es así el reflejo del grado de especialización de recursos que ha ocurrido entre especies en un hábitat en particular. Esa interacción funcional especializada entre organismos y su ambiente define el nicho de esa especie. La competencia ocurre donde los nichos de las especies se sobreponen, y a causa de esto muchas especies son

restringidas necesariamente restringidas a micro hábitats particulares para los cuales están mejor adaptados (Budowski, 1960).

La competencia puede reducir la población de plantas a través de la muerte de individuos establecidos o por la alteración del éxito reproductivo de las especies. La competencia intraespecífica funciona normalmente como un proceso dependiente de la densidad en el cual la mortandad es regulada por el tamaño de la población. En este sentido una proporción más grande de la población es aniquilada como aumento de la densidad de población. Las mayores pérdidas ocurren en el estado de plántula, pero está (la población) es reducida naturalmente cuando las plantas maduran a través de la eliminación de los individuos más pequeños. De manera recíproca, la fecundidad dependiente a la densidad puede regular el tamaño de la población por el número de semillas que son producidas por las plantas en diferentes densidades de población (Silvertown, 1982). La competencia interespecífica funciona a través de la imposición de estrés y los competidores más exitosos están característicamente adaptados para evitar esto. Las especies competitivas a menudo son plantas perennes con capacidades, para obtener recursos, bien desarrolladas y exhiben un rápido crecimiento de raíces y brotes para asegurar su ventaja (Grime, 1979). Otras plantas toleran el estrés impuesto por los competidores o algunas otras condiciones ambientales desfavorables como la sequía o las heladas. Las especies tolerantes al estrés son perennes también. Pero conservan estrategias de crecimiento a fin de poder sobrevivir a largos periodos con crecimiento o reproducción muy pequeños. Tal es el caso de muchas especies de árboles las cuales deben permanecer en el sotobosque hasta que se presente un espacio adecuado en el dosel. Una tercera estrategia ecológica es asociada con áreas sujetas a disturbios por factores como el fuego o el pastoreo. Bajo estas condiciones, están en ventaja: la mayoría de ellas son plantas anuales con tasas de rápido crecimiento y una vida útil corta (Grime, 1979).

Las plantas comprenden los recursos que sostienen los más altos niveles tróficos en un ecosistema y adicionalmente a otras interacciones competitivas, deben tolerar el impacto de los herbívoros. Cada especie de herbívoro tiene una dieta preferida y selecciona las plantas que son más sabrosas. En los ecosistemas naturales las especies suculentas son dañadas y se agotan a través de la pérdida de tejido fotosintético y la reducción en asimilación, y esto puede hacerlas menos competitivas o limitar su capacidad reproductiva. Sin embargo nunca son eliminadas por sobre pastoreo porque los complejos mecanismos han evolucionado para asegurar el balance óptimo entre plantas y herbívoros (Grime, 1979).

#### **4.10.- Flujo de Energía y Nutrientes A través de los Ecosistemas.**

Los herbívoros no consumen todo el material vegetal disponible para ellos. De manera similar, la mayoría de los organismos de los niveles superiores en la red alimenticia escapan a la predación. La energía y los nutrientes almacenados en sus tejidos son eventualmente liberados a través de la muerte y la descomposición. Los organismos descomponedores son por lo tanto esenciales para el mantenimiento de la estructura del ecosistema así como para la función y el complemento de actividades asimilativas de otras plantas y animales (Anderson, 1967).

El ritmo de la fotosíntesis varía con la intensidad de la luz, la temperatura y la humedad disponibles: el crecimiento puede ser además limitado por el nivel de nutrientes en el suelo. De forma consecuente existen pronunciadas diferencias regionales en la productividad de las plantas las cuales son primariamente relacionadas al clima de acuerdo a los cambios latitudinales. La más alta productividad esta en los trópicos húmedos donde la combinación de las fuertes radiaciones, cálidas temperaturas y abundantes precipitaciones proveen condiciones favorables de crecimiento todo el año. A mayores latitudes el crecimiento de las plantas es limitado por las bajas temperaturas y los cortos periodos de crecimiento, y en áreas desérticas la productividad es reducida por la falta de agua. La productividad en océanos y lagos es limitada de manera primaria por la disponibilidad de nutrientes: esta es más alta generalmente en regiones templadas donde vuelcos estacionales llevan agua rica en nutrientes a la superficie, donde la intensidad luminosa es suficiente para la fotosíntesis del fitoplancton (Anderson, 1967).

La cantidad de energía que pasa a niveles tróficos más altos en un ecosistema, está determinada por la producción primaria neta y la eficiencia con la cual este material vegetal es transformado en biomasa animal. Aun bajo las condiciones más favorables, se estima que una mínima cantidad, entre 1 – 5%, de la energía radiante que incide se usa en la fotosíntesis. Una parte de la energía asimilada por

las plantas es utilizada en la respiración y mantenimiento celular y por lo tanto no es disponible para los consumidores (Anderson, 1967).

La energía solar asimilada por las plantas, pasa a través de la red alimenticia, y es disipada en forma de calor en cada nivel trófico. Los desechos orgánicos son desglosados de manera similar por la actividad de los consumidores de detritus y los organismos descomponedores, y la energía transformada en biomasa a través de esta vía también puede pasar temporalmente por la red alimenticia por la vía de la depredación. En última instancia, toda la vida depende de la energía que entra continuamente a la biosfera a través de la fotosíntesis (Anderson, 1972).

Sin embargo, los nutrientes están circulando dentro de la biosfera, y la cantidad disponible para las plantas depende de varias pérdidas y ganancias que ocurren dentro del ecosistema. Aunque el intercambio de nutrientes entre los componentes bióticos y abióticos de un ecosistema es único para cada elemento, 2 clases de ciclos biogeoquímicos son reconocidos en general. En los ciclos gaseosos como el del nitrógeno o carbón, los elementos pueden existir como gases bajo condiciones atmosféricas normales. De manera alternativa, en los ciclos sedimentarios, elementos como el fósforo y potasio, permanecen como sólidos o pasan como soluciones. Los gases entran a la biosfera a través de una fijación biológica: en los ciclos sedimentarios los insumos naturales se originan de la intemperización de material rocoso. La circulación ocurre a través de procesos abióticos como la precipitación, lluvia de partículas desde la atmosfera, pero en muchos ecosistemas, el gran suministro de nutrientes, está asegurado en la materia orgánica y está disponible para las plantas a través de la descomposición. Muchos organismos consumen detritus, pero en última instancia el material fragmentado pasa a los microorganismos y es cedido a sus componentes inorgánicos por actividades de las bacterias y los hongos. La tiempo de residencia la materia orgánica muerta en la capa liter varia de unos meses en los zonas tropicales donde las condiciones son óptimas para la descomposición de organismos, a más

de 100 años en los fríos bosque boreales, pero aquí, como en muchos biomas, el proceso de mineralización es acelerado por el fuego. El fuego no solo reduce la acumulación de la capa liter sino también libera nutrientes de algunas plantas vivas que son consumidas (Anderson, 1967).

#### **4.11.- Desarrollo de Sucesiones en Comunidades de Plantas.**

La perturbación por el fuego y otros factores naturales, como enfermedades y huracanes, altera de manera periódica la naturaleza de la cubierta vegetal en un área. Las condiciones de hábitat también son modificadas favoreciendo así el establecimiento de diferentes especies de plantas. En las sucesiones clásicas o convencionales las especies en estas nuevas comunidades son sustituidas por otras en el tiempo hasta que las asociaciones clímax son establecidas una vez más. La perturbación de una previa cubierta vegetal existente, inicia el proceso de sucesión secundaria. De forma alterna la colonización de plantas puede comenzar en hábitats recién formados, a esto se le llama sucesión primaria. Una sucesión primaria comienza cuando un nuevo lugar se vuelve disponible. Las especies pioneras llegan y se establecen en el sitio, y con el tiempo cambian el ambiente de modo que otras especies pueden sobrevivir. La complejidad estructural y florística de estas comunidades se incrementa con el tiempo hasta que las condiciones ambientales se estabilicen y una asociación clímax infinita sea formada (Clements, 1916). Sucesión secundaria procede de una manera similar excepto porque el proceso es generalmente más rápido ya que un poco de las plantas anteriores así como semillas enterradas cubren y los rizomas normalmente persisten en el lugar, y las condiciones residuales del suelo serán también más convenientes. La naturaleza de la segunda cubierta, por lo tanto, refleja el grado y la intensidad del disturbio y la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde que eso sucedió (Clements, 1916).

El proceso de sucesión está acompañado por cambios en muchos atributos de la comunidad. Los principios de las comunidades sucesionales ocurren en los hábitats creados últimamente o en áreas perturbadas recientemente en las cuales

el ambiente físico está caracterizado por condiciones ambientales extremas una disponibilidad variable de recursos. Por ejemplo, en la ausencia de una cubierta vegetal madura, los niveles de humedad del suelo pueden fluctuar a causa de la exposición directa al sol, viento y lluvia. El capital de nutrientes disponible para las plantas pioneras en las sucesiones primarias es típicamente muy bajo y de forma inorgánica, aunque la disponibilidad es más alta en sitios secundarios perturbados. Característicamente las comunidades pioneras están compuestas por algunas especies, pero normalmente la densidad de población es alta a causa de sus eficientes mecanismos de dispersión, amplia tolerancia ecológica y patrones no especializados de utilización de recursos (Clements, 1916).

La tasa de producción primaria por unidad de biomasa es alta porque la comunidad está compuesta principalmente por especies relativamente pequeñas y de rápido crecimiento. El rendimiento global está demasiado influenciado por las perturbaciones del ambiente y la estabilidad total es baja. Las etapas posteriores en la sucesión se caracterizan por el incremento en la diversidad de especies y biomasa, estructura de las comunidades más compleja y una mayor utilización de los recursos. La eficiencia en el uso de los recursos se logra a través del incremento en la especialización. Sin embargo, las especies pobremente adaptadas pueden llegar a perderse eventualmente de la comunidad y de manera consecuente la diversidad de especies puede disminuir en el clímax de las comunidades. A causa de su intrincada organización, la regulación homeostática es característicamente alta en comunidades maduras. La estructura y función se vuelven cada vez más auto-reguladas con la madurez y con la disminución de la interacción con el ambiente externo. Sin embargo las comunidades de plantas maduras aun exhiben ritmos estacionales como fluctúan las condiciones de crecimiento durante el año. Ellas también deben evolucionar en respuesta a los cambios ambientales a largo plazo (Clements, 1916).

#### 4.12.- Perspectiva Histórica en la Geografía de Plantas.

La actual distribución de especies de plantas es el resultado de acciones pasadas y los cambios en los patrones los cuales han ocurrido a través del tiempo, se conservan en el registro geológico. Los microfósiles de las plantas comprenden principalmente de granos de polen y esporas. Son excepcionalmente resistentes al decaimiento en sedimentos anaeróbicos y su morfología única facilita su identificación. Los macrofósiles de plantas, como los fragmentos de madera, hojas o frutos, pueden estar presentes también, pero su utilidad en la paleo-botánica es limitada algunas veces por problemas de identificación. También es difícil establecer si las plantas crecieron en realidad en el sitio del fósil. Los cambios en los modelos de la vegetación mundial se proyectan hacia atrás a través del tiempo (Pianka 1974).

La distribución de una especie de planta puede así estar atribuida a eventos históricos como capacidad de migración y adaptabilidad a las condiciones ambientales actuales. Diferentes tipos de distribución están reconocidas (Polunin, 1960). Por ejemplo, las especies cosmopolitas se encuentran en todas partes del mundo, la mayoría son especies consideradas malas hierbas que han sido distribuidas involuntariamente por los humanos a través de su cultivo, o están representadas por los musgos y otras Criptógamas. Mas restringidas están las plantas circumpolares las cuales se encuentran a altas latitudes y las especies pantrópicas las cuales se dan a lo largo de los trópicos. Las distribuciones disjuntas se presentan cuando los lugares están ampliamente separados como es el caso de algunas especies ártico- alpinas. En contraste las especies endémicas están muy restringidas en su rango y pueden presentarse solo en un ambiente peculiar, tales como los relacionados con suelos **serpentinicos** o quizás están limitadas a una isla solitaria. Algunas, como las secuoyas (*Sequoia* spp.) pueden ser especies reliquia que son restos de una flora temprana que previamente fue mucho más amplia. Los rangos geográficos de muchas especies son comparativamente pequeños. De forma consecuente, es posible subdividir el mundo en floras regionales en base a su distintivo taxa (Polunin, 1960).

#### 4.13.- Comparación de Altitudes y Latitudes.

La distancia vertical que se recorre al ascender en una montaña es menor que la distancia horizontal que se recorrería en un viaje al polo norte, se encuentran los mismos patrones de vegetación (fig. 3). Esta semejanza entre altitud y latitud se debe a que, conforme uno asciende la montaña, la temperatura desciende como sucedería cuando se viaja al norte, y los tipos de plantas que crecen en la montaña cambian con la temperatura (Pianka 1974).

Por ejemplo la base de una montaña podría estar cubierta de árboles caducifolios, que pierden las hojas cada otoño. Por encima de esa altitud, donde el clima es más frío y más riguroso, podría encontrarse un bosque de coníferas. Aún más arriba, en la línea de los árboles, árboles enanos se aferran a la existencia. Por encima de esta línea el clima es muy frío y existe una especie de tundra, con vegetación formada por pastos y pequeñas plantas en forma de penachos (Pianka 1974).

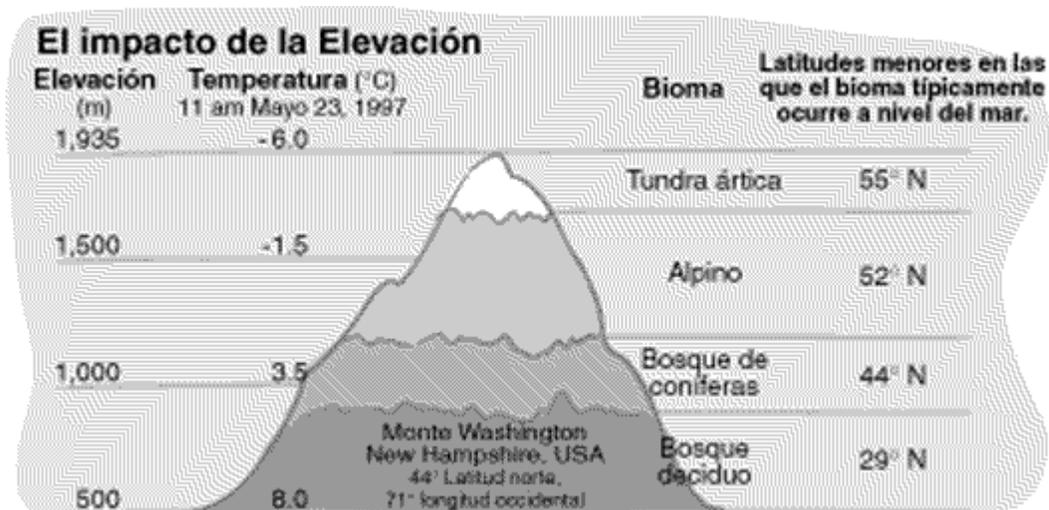


Figura 3. El impacto de la elevación.

Sin embargo existen importantes diferencias ambientales entre grandes latitudes y grandes altitudes. La tundra alpina recibe mayor precipitación que la tundra ártica. Además, las grandes altitudes de las montañas de zonas templadas presentan los notables extremos de duración del día asociados al cambio de estaciones en los biomas de altas latitudes. Asimismo, la intensidad de la radiación solar es mayor a grandes elevaciones que grandes latitudes. En las altitudes considerables los rayos del sol atraviesan menos atmósfera, lo que da por resultado una mayor exposición a la radiación ultravioleta (Pianka 1974).

#### **4.14.-Bosques Caducifolios Templados.**

Los bosques caducifolios templados son los mejor desarrollados en el Este de Norteamérica, comprenden varios tipos de bosque que cambian gradualmente desde el noreste al sur. Caducifolios son los árboles de hoja ancha como el roble, al arce y la hayas; pierden sus hojas en invierno. Los aspectos estacionales están mejor definidos en este bioma que en cualquier otro. El aspecto es una adaptación de latencia para los niveles bajos de energía del sol invernal y las heladas. En verano la relativa densidad de los bosques forma una pantalla cerrada que crea una sombra profunda debajo, consecuentemente se produce una selección de plantas que crecen rápidamente en primavera y florecen bastante antes de que la pantalla se desarrolle (*Rzendowski. 1978*).

Las comunidades de animales en los bosques caducifolios responden a los cambios estacionales de varias maneras. Algunas, como aves insectívoras migran, otras hibernan y otras que no pueden escapar sobreviven gracias al alimento disponible o almacenando alimentos de reserva. La caza ha eliminado a todos los grandes carnívoros que antes vagaban por los bosques, como los leones de las montañas, lince y lobos. Las comunidades de insectos e invertebrados son abundantes en los bosques caducifolios, por que los troncos muertos y desperdicios del suelo proporcionan un excelente refugio (*Rzendowski. 1978*).

#### **4.15.- Matorral.**

El matorral xerófito cubre la mayor parte del territorio de la Península de Baja California, así como grandes extensiones de la Planicie Costera y de montañas bajas de Sonora. Es característico asimismo de muy amplias áreas de la Altiplanicie, desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Guanajuato, Hidalgo y el Estado de México, prolongándose aún más al sur en forma de faja estrecha a través de Puebla hasta Oaxaca. Además, constituye la vegetación de una parte de la Planicie Costera Nororiental, desde el estado de Coahuila hasta el centro de Tamaulipas, penetrando hacia muchos parajes de la Sierra Madre Oriental (*Rzendowski. 1978*).

El clima varía ampliamente, desde muy caluroso en las planicies costeras a relativamente fresco en las partes más altas del Altiplano, donde el matorral sube a veces hasta 3000 m de altitud y, sobre todo, en su extremo septentrional, donde se presentan inviernos bastante rigurosos. La temperatura media anual varía de 12 a 26° C. En general el clima es extremo, en particular durante el día (promedio anual de oscilación diurna hasta 20° C) (*Rzendowski. 1978*).

La precipitación media anual es en general inferior a 700 mm y en amplias extensiones está comprendida entre 100 y 400 mm. En el extremo noroeste de Sonora y en grandes superficies de Baja California es inferior a 100 mm y la parte más árida de México corresponde a una franja situada a lo largo de la parte boreal del Golfo de California, donde llueve menos de 50 mm en promedio anual (*Rzendowski. 1978*).

Los matorrales xerófitos se pueden observar prácticamente en todo tipo de condiciones topográficas y no hacen mayor discriminación en lo relativo al sustrato geológico. Los tipos de suelo en general adversos para el desarrollo del matorral xerófito son los de drenaje deficiente, así como los francamente salinos,

alcalinos y yesosos. La coloración del suelo es frecuentemente pálida, grisácea, aunque también los hay rojizos y de color castaño (*Rzendowski. 1986*).

Las texturas son muy variables, siendo notable el hecho de que los suelos arenosos en zonas áridas son con frecuencia más favorables para las plantas que los pesados (*Rzendowski. 1978*).

#### **4.16.- Bosque de Quercus.**

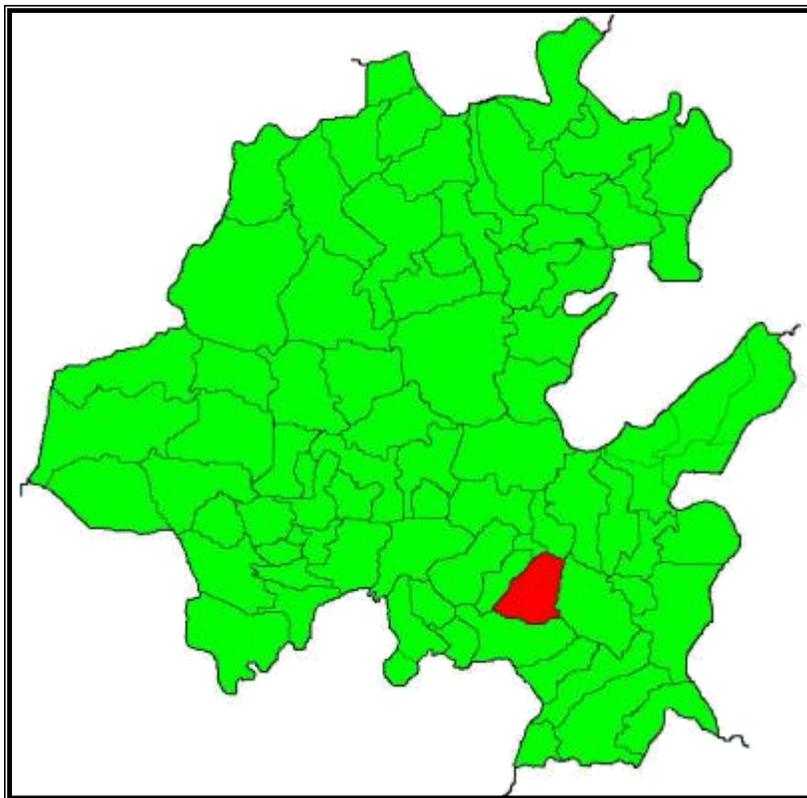
Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México. De hecho, junto con los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo (*Rzendowski. 1978*).

No se limitan, sin embargo, a estas condiciones ecológicas, pues también penetran en regiones de clima caliente, no faltan en las francamente húmedas y aun existe en las semiáridas, pero en estas últimas asume con frecuencia la forma de matorrales (*Rzendowski. 1978*).

Se conocen encinares en casi todos los estados y territorios de la República, y se encuentra desde el nivel del mar hasta 3100 m.s.n.m. aunque más del 95% de su extensión se halla a altitudes entre 1200 y 2800. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el Eje Volcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca y en las de Chiapas y de Baja California, lo mismo que numerosos macizos montañosos aislados de la Altiplanicie y de otras partes de la república (*Rzendowski. 1978*).

## 5.- MATERIALES Y METODOS

### 5.1.-Ubicación



**Figura 4. Localización.**

El área de estudio se localiza en el municipio de Epazoyucan se encuentra ubicado dentro de la región de Pachuca. Sus coordenadas son de latitud norte 20°, 01' y 05", así como de longitud oeste en 98°, 08' y 03", con una altitud entre 2400 a 2800 metros (Enciclopedia de municipios de México).



**Figura 5. Localización y vías de acceso (www.maps.google.com).**

El municipio de Epazoyucan colinda al Norte con Mineral del Monte y Omitlán de Juárez, al Sur con Zempoala; al Este con Singuilcan y al Oeste con Mineral de la Reforma.

Epazoyucan es localizado en la parte central del Estado de Hidalgo y está a sólo 21 kilómetros de distancia de la ciudad capital.

**Extensión;** Su superficie de 174.70 Km<sup>2</sup>.

**Orografía;** Epazoyucan cuenta con un gran número de elevaciones alrededor del municipio y en algunas localidades principales. Entre las elevaciones con mayor altitud encontramos El Cerro “La Mesa”, teniendo una latitud de 2,860 mts; El Cerro llamado “El Balcón”, con 2,780 mts, “Cerro Alto”, teniendo 2,720 mts; y El Cerro “El Castillo”, con 2,700 mts (Enciclopedia de municipios de México).

**Hidrología;** En el estado de Hidalgo las corrientes son escasas, esto se debe a dos factores primordialmente: el clima y la topografía. En las porciones norte y noreste, aunque los vientos húmedos del golfo proporcionan abundantes lluvia, lo abrupto de la Sierra Madre Oriental impide el aprovechamiento de los escurrimientos, ya que desciende rápidamente a las zonas baja, las cuales forman parte de los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Puebla. En cuanto a la explotación del agua subterránea ésta es baja, pues son pocas las áreas planas. Esta Sierra y la de Pachuca actúan como barrera orográfica, debido a que los vientos descargan su humedad en las laderas norte y este de las mismas; por ello en el resto de la entidad las lluvias son escasas, sin embargo, el relieve es más suave y permite la utilización de los pocos ríos importantes que corren por ella (MIA “Libramiento sur de pachuca” 2008).

**Cuadro 1. Región hidrológica**

| Región |        | Cuenca |              | % de la superficie total |
|--------|--------|--------|--------------|--------------------------|
| Clave  | Nombre | Clave  | Nombre       |                          |
| RH26   | Panuco | D      | R. Moctezuma | 95.51                    |

Fuente: INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales 1:250 000.

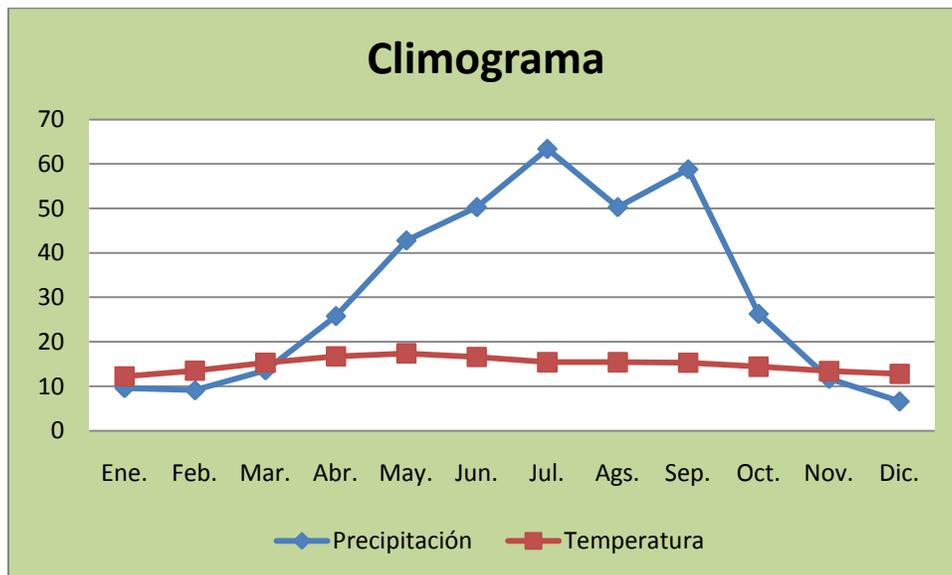
Epazoyucan se encuentra dentro de la región de la Cuenca del Pánuco donde se ubica el Río Moctezuma, así dentro de éste encontramos 2 subcuencas, siendo el río Tezontepec y el río Meztitlán (MIA “Libramiento sur de pachuca” 2008).

El municipio cuenta con 8 corrientes de agua que cruzan la mayor parte del municipio. También existe un cuerpo de agua llamado el Girón.

**Clima;** Se distingue en la zona un clima, según la clasificación de Koppen modificada por García tipo BS<sub>1</sub> kw semiseco templado con lluvias en verano, precipitaciones invernales, verano cálido (Enciclopedia de municipios de México).

Según la estación localizada en Pachuca se registra una temperatura media anual del período 1972 a 1998 una temperatura promedio de 14.8°C, con una temperatura del mes más frío de 14.0°C y la temperatura del año más caluroso de 15.7°C. (CNA. Registro Mensual de temperatura media en °C.)

La precipitación registrada en la estación Pachuca para la precipitación del año más lluvioso es de 498.4mm y una precipitación del año más seco de 181.1mm, teniendo una precipitación promedio de 378.8mm. (CNA. Registro Mensual de Precipitación Pluvial en mm.)



**Figura 6. Climograma.**

**Geología.** El área de estudio se encuentra dentro de la Subprovincia de las llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y Subprovincia de los lagos y volcanes

de Anáhuac (siendo esta subprovincia la de mayor área, objeto de estudio) que forman parte de la Provincia del Eje Neovolcánico.

#### Provincia del Eje Neovolcánico

Esta provincia se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del terciario. Esta región se compone de rocas volcánicas de diversos tipos, acumuladas a través de los episodios volcánicos del Terciario, cuya actividad volcánica aun no cesa, esta integrada por grandes sierras volcánicas y coladas lávicas (MIA "Libramiento sur de pachuca" 2008).

#### Suelo.

Litosol. Se distinguen por tener una profundidad menos a los 10cm se localizan en las sierras, en laderas, barrancas y malpais, así como en lomeríos y algunos terrenos planos. Tiene características, muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo. El grado de erosión de los suelos de la zona es medio y las áreas más susceptibles son los terrenos de pendiente fuerte y escasa vegetación cuando se realizan remociones de suelo para el aprovechamiento de minas de piedra o hierro o por la construcción de caminos (MIA "Libramiento sur de pachuca" 2008).

## 5.2.- Metodología.

Para este trabajo se integraron algunas fuentes de información.

- a) Una revisión bibliográfica sobre aspectos de clasificación ecológica y fisonómica de la vegetación, bosque de Encinos y sobre la zona de estudio.
- b) Ubicación por medio de la utilización de cartas de INEGI de 1:50000 y 1:250000. Se utilizaron las cartas temáticas: topográfica, geológica, edafológica y de uso de suelo y vegetación.
- c) Se seleccionaron sitios de muestreo, basándose en recorridos de campo a en la época de lluvias, utilizando el criterio de áreas más representativas (áreas con escasa alteración en su estructura y composición florística). Cuando el área a muestrear se determino, se procedió a hacer los sitios de manera aleatoria.
- d) El método que se utilizo es el de cuadrante centrado en un punto (Cottan y Curtis, 1956), Siendo este uno los métodos más eficientes debido a que en pocos puntos de muestra se obtienen una caracterización de la abundancia de las especies. Este método es utilizado para estudios ecológico cuantitativo de la vegetación, lo que permite obtener parámetros de: distancia total, distancia media, dominancia, área basal, numero de árboles en 100m<sup>2</sup>, frecuencia absoluta, numero de individuos de la misma especie, densidad relativa, dominancia relativa, frecuencia relativa y valor de importancia.

Formulas para estimar parámetros de densidad, dominancia y frecuencia (Cottan y Curtis, 1956. Citado por Müller 1974).

**Densidad:** número de individuos de una especie por unidad de superficie.

$$\text{Densidad} = \frac{\Sigma dist}{no.cuadrantes}$$

**Densidad relativa:** densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$\text{Densidad relativa} = \left( \frac{\text{número.de.individuos.de.cada.especie}}{\text{número.total.de.individuos}} \right) 100$$

**Dominancia absoluta:** la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.

$$\text{Dominancia absoluta} = (\text{media.del.area.basal.por.especie}) (\text{densidad.absoluta.de.cada.especie})$$

**Dominancia relativa:** la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies

$$\text{Dominancia relativa} = \left( \frac{\text{do min ancia.de.cada.especie}}{\text{do min ancia.absoluta}} \right) 100$$

**Frecuencia absoluta:** número de muestras en las que se encuentra una especie.

$$\text{Frecuencia absoluta} = \left( \frac{\text{no.de.puntos.donde.aparece.cada.especie}}{\text{total.de.puntos}} \right)$$

**Frecuencia relativa:** la frecuencia de una especie con referencia a la frecuencia total de todas las especies.

$$\text{Frecuencia relativa} = \left( \frac{\text{frecuencia.de.cada.especie}}{\text{frecuencia.absoluta.de.todas.las.especies}} \right) 100$$

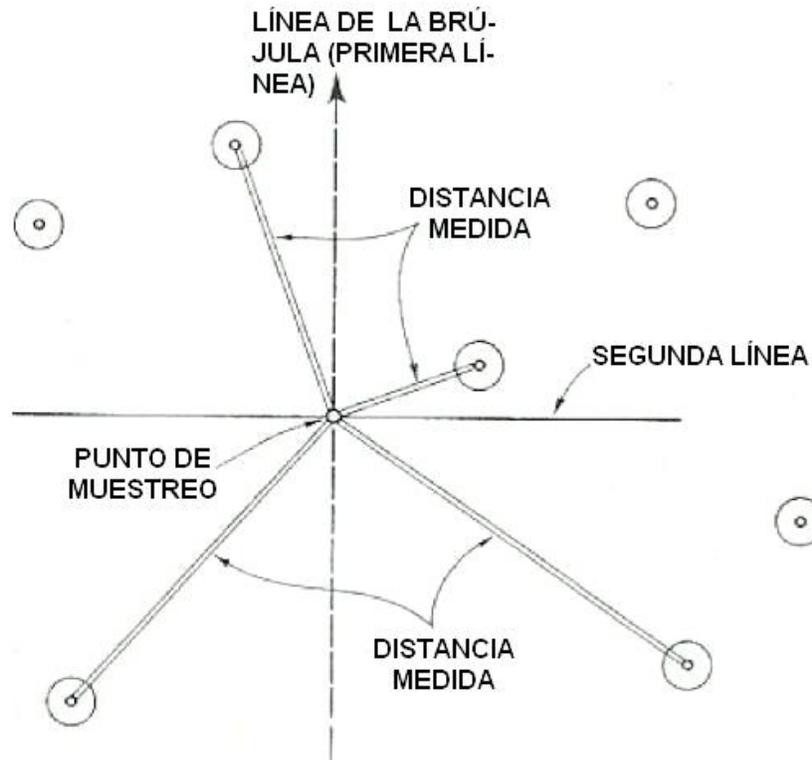
**V.I. (Valor de importancia)=**

$$\text{densidad.relaliva} + \text{do min ancia.relaliva} + \text{frecuencia.relaliva} \approx \text{rango.de.do min ancia}$$

- e) Los ejemplares botánicos colectados en la zona de estudio se herborizaron y determino su especie en el herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo.
- f) Se determinaron las características del suelo en lugares representativo, por medio de análisis físicos *in situ* considerando color, textura y cantidad de materia orgánica, para identificar características generales del mismo.
- g) Se elaboro un perfil fisonómico de la vegetación del bosque de *Quercus*.

### **5.3.- Método de cuadrantes centrados en un punto.**

En este método se miden cuatro distancias en lugar de una, en cada punto de muestreo. Se establecen cuatro cuadrantes en el punto de muestreo, mediante una cruz formada por dos líneas. Una línea es la dirección de la brújula y la segunda, una línea que corre perpendicular a la dirección de la brújula a través del punto de muestreo. La cruz de líneas también puede establecerse aleatoriamente por rotación de la cruz durante cada punto de muestreo. La distancia al punto medio (central) del árbol más cercano desde el punto de muestreo se mide en cada cuarto, enumerados a favor de las manecillas de reloj. El criterio para establecer los puntos es aleatorio, para obtener una representación general de los que es la comunidad.



**Figura 7. Método de cuadrantes centrados en un punto.**

De las cuatro distancias de un número de puntos de muestreo se obtiene un promedio y cuando se eleva al cuadrado se encuentra que es igual al área media ocupada por cada árbol.

Por supuesto, la precisión aumenta con el número de puntos de muestreo y se recomienda un mínimo de 20 puntos (Cottam y Curtis, 1956). Para este trabajo particular se hicieron 20 sitios, distribuidos aleatoriamente

Los parámetros obtenidos en los métodos de la distancia son:

1. Número de especies.
2. Densidad (a partir de la distancia media).
3. Diámetro de las especies arbóreas (y por lo tanto el área basal y la dominancia).
4. Frecuencia (como la ocurrencia de una especie en un punto de muestreo).

Los mismos parámetros también se obtienen en las parcelas. Sin embargo, los métodos de distancia tienen una ventaja que consiste en que no requieren trazar los límites de la parcela. Esto ahorra un tiempo considerable. Además, elimina en cierto grado el error personal al juzgar si los límites de un individuo están dentro o fuera del cuadrante.

## **6.-RESULTADOS**

La distribución de los bosques de encino se localiza en las partes altas del municipio de Epazoyucan, a los 2500 msnm. La vegetación se concentra preferentemente en partes donde la pendiente es aproximadamente del 30%.

Los factores ambientales que afectan el desarrollo de los suelos, también influyen en el tipo de comunidades vegetales que se desarrollan en él. Propiedades tales como la textura, temperatura, pH, contenido de nutrientes, humedad, son singularmente importantes.

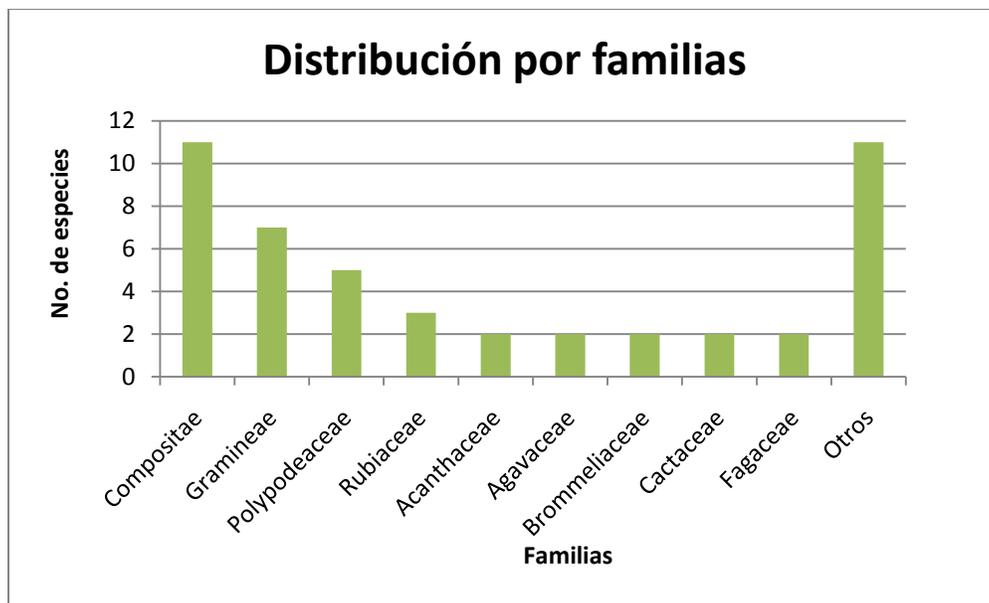
La unidad de suelo muestreado es Foezem háplico en general poco desarrollado (suelos jóvenes), con una profundidad de 30 cm aproximadamente, de color negro y rico en materia orgánica sin descomponer formando agregados compactos. De textura media con formas de mijaón-arcillo.arenoso. Estructura moderada de bloque angular y subangular, granular simple, de consistencia firme a ligeramente firme. Drenaje interno y superficial de lento a medio. La pedregosidad superficial se manifiesta en afloraciones rocosas que cubren del 50-90% del área y la rocosidad ocupa del 15-90% de la superficie. Son rocas basálticas vesiculares, derivadas de material ígneo. El pH del suelo va de 6-7.5.

Dada la textura media del suelo la tasa de infiltración del agua se regula a través de ésta, reduciendo la eficacia de la cantidad de lluvia disminuyendo la disponibilidad de lluvia para las plantas arraigadas en él por corrientes que pueden llegar a formar, así como el crecimiento radicular se ve favorecida. Esta textura favorece de igual manera la ventilación, incrementa la temperatura (lo que permitiría sobreponerse a temporadas frías, por otra parte, estas altas temperaturas reduce el contenido de humus por la rapidez de oxidación. El CO<sup>2</sup> se incrementa, disminuye el O<sup>2</sup> creando con ello condiciones limitantes para muchas plantas por la toxicidad generada. La textura proporciona un almacén en el cual se acumulan los nutrientes, por lo cual, con una textura media tenemos pocos recovecos de donde disponer nutrientes y el suelo es mediana mente fértil.

La granulación sencilla facilita el desgaste de suelo a través del agua y del viento, pero la combinación de *humus* con material arcillosos mejora la estructura del suelo disminuyendo el riesgo de erosión e influyendo positivamente en la cantidad de agua y aire que circulan a través del mismo. En los terrenos inclinados, parte del agua de lluvia resbala por la superficie arrastrando materia orgánica y los va depositando en las planicies, originando variaciones en la profundidad de los primeros horizontes.

## Estructura de la comunidad.

La comunidad está constituida por el bosque de encinos donde predominan las plantas vasculares. Con los muestreos realizados se encontraron 47 especies distribuidas en 20 familias, estos datos nos dan la impresión que hay una diversidad vegetal media en la zona (Tabla 2). Las familias más representantes y por orden de importancia son: Compositae con 11 especies, Gramineae con 7 especies y Polypodeaceae con 5 especies (Fig. 8)



**Figura 8. Gráfica de la distribución por familias de las especies colectadas en el bosque de *Quercus* en Epazoyucan, Hidalgo.**

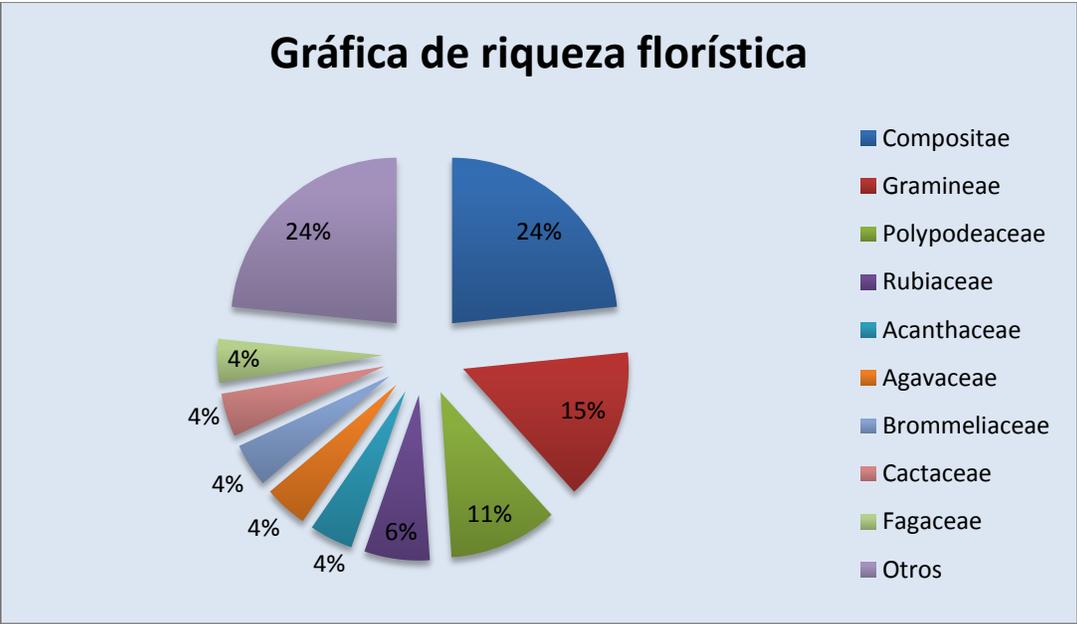


Figura 9. Gráfica de la riqueza florística en el bosque de *Quercus* en Epazoyucan, Hidalgo.

## Composición Florística

El bosque de *Quercus* forma una comunidad constituida por varias especies vegetales, aquí se muestra un listado florístico.

Listado florístico del bosque de *Quercus* en Epazoyucan.

**Cuadro 2. Lista florística de las especies encontradas en el Bosque de *Quercus*, Epazoyucan, Hidalgo**

| FAMILIA                           | ESPECIE                                     |
|-----------------------------------|---|
| Acanthaceae                       | <i>Ruellia sp.</i>                          |
|                                   | <i>Pellaea ternifolia</i>                   |
| Agavaceae                         | <i>Agave applanata</i> C. Koch              |
|                                   | <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm          |
| Amaranthaceae                     | <i>Amaranthus hybridus</i> L.               |
| Brommeliaceae                     | <i>Tillandsia recurvata</i> Linn.           |
|                                   | <i>Tillandsia usneoides</i> Linn.           |
| Cactaceae                         | <i>Mammillaria sp.</i>                      |
|                                   | <i>Opuntia streptacantha</i> Lem.           |
| Campanulaceae                     | <i>Lobelia mexicana</i> HBK                 |
| Compositae                        | <i>Bidens pilosa</i> L.                     |
|                                   | <i>Bidens sp.</i>                           |
|                                   | <i>Cosmos bipinatus</i> Cav.                |
|                                   | <i>Eupatorium isolepis</i> Rob.             |
|                                   | <i>Eupatorium scorodonioides</i> Gray       |
|                                   | <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.            |
|                                   | <i>Eupatorium calophyllum</i> (Greene) Rob. |
|                                   | <i>Senecio sp.</i>                          |
|                                   | <i>Stevia jorullensis</i> HBK.              |
|                                   | <i>Stevia subulata</i> Cerv.                |
| <i>Taraxacum officinale</i> Weber |   |
| Commelinaceae                     | <i>Comenelina coelestis</i> Willd.          |
| Crassulaceae                      | <i>Sedum moranense</i> HBK.                 |

Cont.

|                  |   |
|------------------|---|
| Cruciferae       | <i>Raphanus raphanistrum</i> L.                   |
| Cyperaceae       | <i>Cyperus huarmensis</i> HBK.                    |
| Fagaceae         | <i>Quercus mexicana</i> Humb                      |
|                  | <i>Quercus microphylla</i> Née                    |
| Gramineae        | <i>Arudendella</i> sp.                            |
|                  | <i>Bouteloua gracilis</i> Lag. (HBK.)             |
|                  | <i>Hilaria cenchroides</i> HBK.                   |
|                  | <i>Lycurus phleoides</i> HBK.                     |
|                  | <i>Mühlenbergia apressa</i> Co.                   |
|                  | <i>Mühlenbergia capillaris</i> (Caml.) Trin.      |
|                  | <i>Stipamucronata</i> HBK.                        |
| Lamiaceae        | <i>Salvia mexicana</i> L.                         |
| Nolinaceae       | <i>Nolina parviflora</i> HBK                      |
| Oxalidaceae      | <i>Oxalis</i> sp.                                 |
| Polemoniaceae    | <i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand             |
| Polypodeaceae    | <i>Polypodium thyssanolepsis</i> A. Braun         |
|                  | <i>Polypodium madrense</i> J. Smith.              |
|                  | <i>Cheilanthes bunariensis</i> (willis.) Proctor. |
|                  | <i>Cheilanthes myriophylla</i> Desv.              |
|                  | <i>Notholaena aurea</i> (Pior.) Desv.             |
| Rubiaceae        | <i>Bouvardia ternifolia</i> Mart.                 |
|                  | <i>Bouvardia</i> sp.                              |
|                  | <i>Crusea diversifolia</i> (HBK.) Anderson        |
| Scrophulariaceae | <i>Castilleja arvensis</i> Cham. & Schltld        |

**Cuadro 3. Número de árboles por especie**

|                              |           |                   |
|------------------------------|-----------|-------------------|
| Distancia media              | 307.28/80 | <b>3.841 m</b>    |
| Numero de arboles por 100 m2 |           | <b>6.77815328</b> |

| ESPECIE                    | NUMERO SP..<br>POR<br>CUADRANTES | NUMERO DE<br>ARBOLES EN<br>100 M2 |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Quercus mexicana</i>    | 0.24                             | 1.61                              |
| <i>Quercus microphylla</i> | 0.5                              | 3.39                              |
| <i>Senecio</i> sp.         | 0.1                              | 0.68                              |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 0.05                             | 0.39                              |
| <i>Sedum moranense</i>     | 0.11                             | 0.76                              |
| <b>TOTAL</b>               |                                  | <b>6.778</b>                      |

#### Cuadro 4. Dominancia

|                            |                                      | Rango de dominancia |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| <i>Quercus microphylla</i> | 583 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>  | 3                   |
| <i>Quercus mexicana</i>    | 845 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>  | 2                   |
| <i>Sedum moranense</i>     | 35 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>   | 4                   |
| <i>Senecio sp.</i>         | 22 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>   | 5                   |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 1322 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> | 1                   |
|                            | 2808 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> |                     |

#### Cuadro 5. Frecuencia absoluta

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de puntos con la especie}}{\text{Puntos totales}} \times 100$$

|                            |    |   |
|----------------------------|----|---|
| <i>Quercus microphylla</i> | 90 | % |
| <i>Quercus mexicana</i>    | 55 | % |
| <i>Sedum moranense</i>     | 30 | % |
| <i>Senecio sp.</i>         | 20 | % |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 20 | % |

215 %

-Los valores relativos correspondientes se muestran enseguida. La densidad relativa indica la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

#### Cuadro 6. Densidad relativa

| DENSIDAD RELATIVA          |             |
|----------------------------|-------------|
| <i>Quercus mexicana</i>    | 23.75%      |
| <i>Quercus microphylla</i> | 50%         |
| <i>Senecio sp.</i>         | 10%         |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 5%          |
| <i>Sedum moranense</i>     | 11.2%5      |
| <b>TOTAL</b>               | <b>100%</b> |

La dominancia relativa es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

**Cuadro 7. Dominancia relativa**

| <b>DOMINANCIA RELATIVA (%)</b> |      |
|--------------------------------|------|
| <i>Quercus mexicana</i>        | 30.1 |
| <i>Quercus microphylla</i>     | 20.8 |
| <i>Senecio sp.</i>             | 0.8  |
| <i>Nolina parviflora</i>       | 47.1 |
| <i>Sedum moranense</i>         | 1.2  |

La frecuencia relativa es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies.

**Cuadro 8. Frecuencia relativa**

| <b>FRECUENCIA RELATIVA (%)</b> |      |
|--------------------------------|------|
| <i>Quercus mexicana</i>        | 25.6 |
| <i>Quercus microphylla</i>     | 41.9 |
| <i>Senecio sp.</i>             | 9.3  |
| <i>Nolina parviflora</i>       | 9.3  |
| <i>Sedum moranense</i>         | 14   |

La distribución espacial de las especies Corresponde a una distancia de promedio de 4 (3.84) metros entre individuo e individuo, lo que haría denotar a la comunidad como un poco abierta (Cuadro 3). Miranda y Hernández. (1963), lo refieren como un bosque formado por individuos espaciados, de igual manera Rzendowski (1988), menciona que se tratan de comunidades bastante abiertas por que los individuos dejan amplios espacios entre sí.

El distanciamiento entre individuos obedece a un reparto viable de los recursos (hídricos y edáficos normalmente, ya que la competencia subterránea por el espacio cobra más importancia que el área por luz, como consecuencia

precisamente originado por estaciones secas tan o más largas que las húmedas), favoreciendo el tapiz herbáceo.

Los valores cuantitativos muestran que cinco especies consideradas como dominantes determinan la estructura horizontal de la comunidad, ya que por frecuencia en que se encuentran, la densidad o por la dominancia (Tabla 10).

*Quercus microphylla* tuvo una frecuencia del absoluta de 90% en los cuadrantes muestreados, seguido de las especies *Quercus mexicana* con una frecuencia absoluta de 55%. *Sedum moranense* tuvo 30% de frecuencia absoluta y un valor menor *Senecio sp.* y *Nolina parviflora* ambos con una frecuencia absoluta de 20%.

Como dominantes absolutos estuvieron *Quercus microphylla*, *Quercus mexicana* y *Nolina parviflora* con éste orden. La densidad relativa indica que *Quercus microphylla* ocupa un 50%, *Quercus mexicana* 23.75%, *Sedum moranense* 11.25%, *Senecio sp.* 10%, *Nolina parviflora* 5%.

*Quercus microphylla* arrojó el valor de importancia más alto con 112%, *Quercus mexicana* obtuvo el 79.4%, *Nolina Praviflora* con 61.4%, *Sedum moranense* con 26.4% y *Senecio sp.* con 20.1%. Con éstos resultados, los rangos de importancia del 1 al 5 lo ocupan *Quercus microphylla*, *Quercus mexicana*, *Nolina parviflora*, *Sedum morenense* y *Senecio sp.* respectivamente

**Cuadro 9. Análisis de datos obtenidos por el método Cuadrantes centrados en un Punto.**

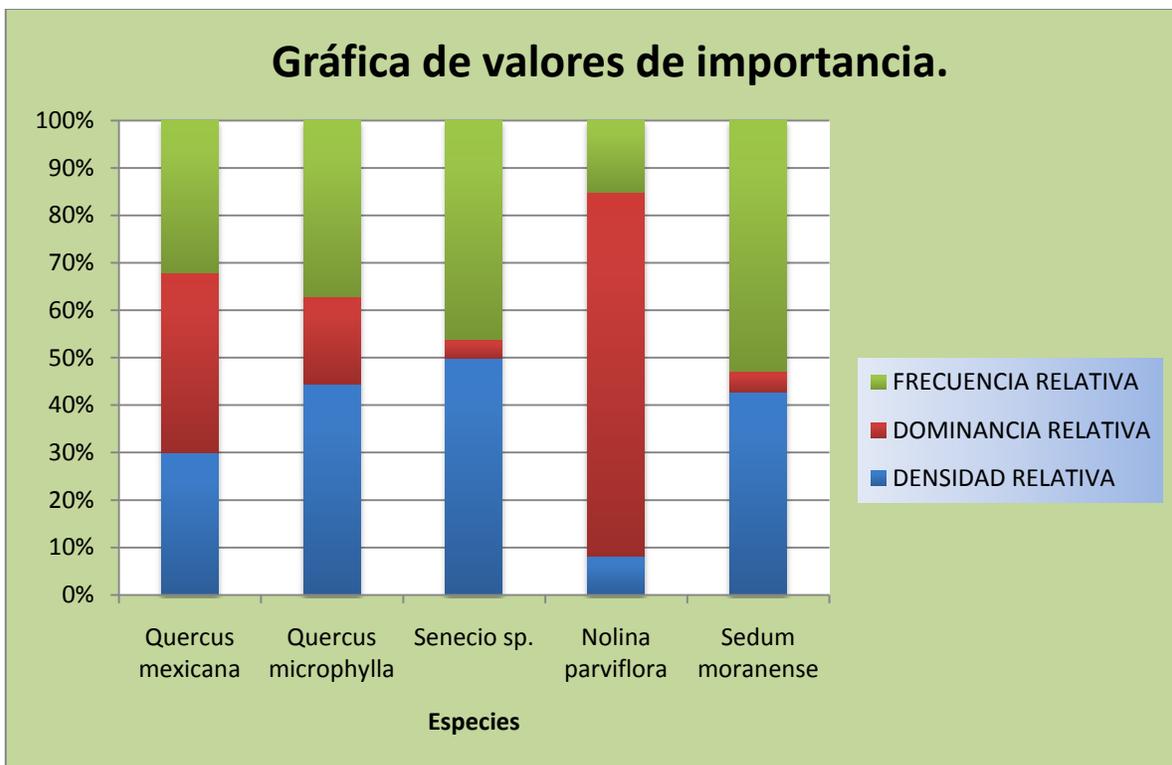
| ESPECIE                    | # ESPECIES/<br>CUADRANTE | ARBOLES/100m2 | RANGO<br>DOM. | FREC. ABS.<br>% |
|----------------------------|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| <i>Quercus mexicana</i>    | 0.24                     | 1.61          | 2             | 55              |
| <i>Quercus microphylla</i> | 0.25                     | 3.39          | 3             | 90              |
| <i>Senecio sp.</i>         | 0.1                      | 0.68          | 5             | 20              |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 0.05                     | 0.39          | 1             | 20              |
| <i>Sedum moranense</i>     | 0.11                     | 0.76          | 4             | 30              |

**Cuadro 10. Análisis de datos obtenidos por el método Cuadrantes centrados en un Punto Valor de Importancia**

|                            | DENSIDAD<br>RELATIVA | DOMINANCIA<br>RELATIVA | FRECUENCIA<br>RELATIVA | V.I.* | RANGO<br>DE V.I. |
|----------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------|------------------|
| <i>Quercus mexicana</i>    | 23.8                 | 30.1                   | 25.6                   | 79.4  | <b>2</b>         |
| <i>Quercus microphylla</i> | 50.0                 | 20.8                   | 41.9                   | 112.6 | <b>1</b>         |
| <i>Senecio sp.</i>         | 10.0                 | 0.8                    | 9.3                    | 20.1  | <b>5</b>         |
| <i>Nolina parviflora</i>   | 5.0                  | 47.1                   | 9.3                    | 61.4  | <b>3</b>         |
| <i>Sedum moranense</i>     | 11.3                 | 1.2                    | 14.0                   | 26.4  | <b>4</b>         |

**\*V.I. = Valor de Importancia.**

Algunas especies por su aparente dominancia parecen ejercer influencia sobre la estructura de la comunidad. Con los datos aportados por los valores de importancia obtenemos que *Quercus microphylla* ocupa el primer lugar de acuerdo con el rango de importancia y aunque el valor de importancia de *Quercus mexicana* es el más cercano al primero y que la presencia de *Nolina parviflora* es notoriamente importante, la estructura sigue siendo determinada preponderantemente por *Quercus microphylla* puesto que los valores de frecuencia y densidad son proporcionales.

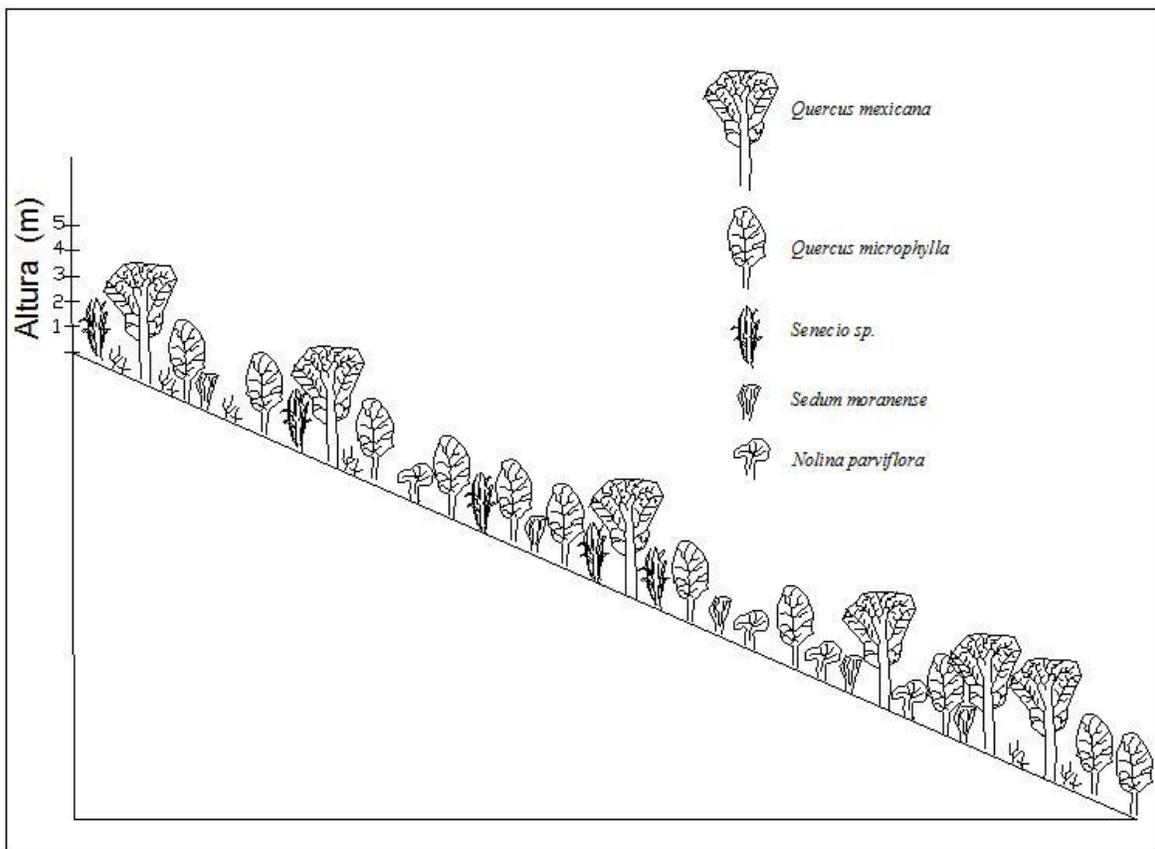


**Figura 10. Gráfica de los valores de importancia para las especies que caracterizan al bosque de *Quercus* en Epazoyucan, Hidalgo.**

Fisionomía de la vegetación.

La comunidad de *Quercus*, no es un bosque templado, tiene la presencia de estos estratos en la figura 9 se observa la estratificación vegetal y en cada uno predominan especies distintas a pesar de alguna especie pudo tener representantes (aun que no de manera significativa) en otros estratos.

La vegetación más desarrollada en el estrato arbóreo se compone por la especie dominante: *Quercus microphylla*, *Quercus mexicana* y *Nolina parviflora*, la altura de éste estrato oscila entre los 1.5 – 7 metros.



**Figura 11. Perfil fisionómico de la vegetación de Encinos, en la comunidad de Epazoyucan, Hidalgo.**

## 7.-DISCUSIÓN

Este bosque se caracteriza por presentar pendientes mayores al 30%, por lo tanto, el flujo de la materia es ladera abajo ocasionado por los diferentes tipos de erosión (hídrica y eólica).

En las partes altas, el suelo resulta ser menos profundo que en las partes bajas, esto indica claramente que en las partes altas el tiempo de residencia de la materia orgánica del suelo de los elementos químicos liberados de la roca es menor que en las zonas bajas en donde se acumulan los nutrientes y el agua.

Se suma a ello el pastoreo el cual desplaza la hojarasca y demás material combustible de la superficie del suelo a las partes bajas o en alguna barrera que encuentre como son pequeños bordos naturales o en la base de los arboles.

El pastoreo es lo que causa la disminución de las especies arbustiva y herbácea, así también afecta la regeneración natural del bosque, lo que se refleja en la cantidad reducida de especies encontradas en la zona. Aunque existe la capacidad de regeneración de otras especies arbóreas y herbáceas, esto no es posible por la constante remoción del suelo, por el paso de los animales. Si se dejara de practicar esta actividad de forma extensiva se verán beneficiadas algunas especies.

De acuerdo al estudio hecho por Salazar (2000), en el perfil de vegetación "Tepeapulco", se presentan especies de estrato arbustivo como *Agave applanata* y en comparación con el perfil de "Epazoyucan" que no presenta esta especie, se tienen especies del mismo genero como *Quercus crassipes*, *Quercus aff. laeta* principalmente, pero se tiene similitud con especies de otras familias, como Compositae y Graminae . Lo que indica que son ecosistemas con similares condiciones climáticas y geográficas.

Para la Ordenación y clasificación, se analizaron las variables que presentan mayor correlación (frecuencia relativa y densidad relativa) y hacen posible la distribución de especies arbóreas en la zona de estudio, de acuerdo con la información de campo, éstos guardan estrecha relación con el porcentaje de afinidad entre los sitios.

A pesar del porcentaje de humedad que tiene la zona durante una buena parte del año, sigue predominando la vegetación semiárida a consecuencia de que en esta zona corren vientos muy fuertes, esto también explicaría la baja altura del estrato arbóreo.

Con los resultados obtenidos del valor de importancia, se pueden manejar asociaciones considerando los valores más altos. Debido a que en la zona no se encontró asociaciones entre arboles que sean significativas, la vegetación que caracteriza a la zona de estudio recibe el nombre de Bosque de *Quercus*. La relación que se puede establecer es *Quercus – Nolina parvoflora*.

Por último, el método fisonómico permitió definir claramente procesos estructurales de la vegetación en la comunidad de *Quercus* y dio las bases para caracterizarla ecológicamente asociando los factores causales de tipo físico que influyen en ésta.

## 8.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cubierta vegetal del Bosque de Epazoyucan está caracterizada por la especie de *Quercus microphylla*. El bosque se concentra principalmente en las laderas.

Debido al cambio de uso del suelo la extensión de la cobertura vegetal del bosque a disminuido existiendo una relación de *Quercus microphylla* – *Nolina parviflora*.

El método fisonómico empleado (Cottan y Curtis 1956) es adecuado para conocer los procesos estructurales de la vegetación y por ende la caracterización ecológica en la comunidad vegetal del bosque de Epazoyucan.

Con los resultados obtenidos según Clements (1916) la Comunidad vegetal de Epazoyucan está en la categoría de Climax. Esta categoría se ve afectada por los impactos de la ganadería intensiva en la zona.

La composición florística del Bosque de Epazoyucan está representada por 20 familias, 36 géneros y 47 especies.

De las 47 especies, las familias mejor representadas son la Compositae, Gramineae y Polypodeaceae, lo que indica que es un bosque con un grado de perturbación de medio.

Las especies más importantes que se consideraron para este estudio son *Quercus microphylla* con un valor de importancia de 112.6% con una distancia promedio de 2.69 metros que lo deja como el más importante y con el valor más bajo esta *Senecio sp* con 20.1%, con una distancia promedio de 5.32 metros.

El presente trabajo proporciona datos de la comunidad vegetal de Epazoyucan para conocer la estructura y composición actual.

Los arboles son de pequeña altura, no mayores a los 8 metros de altura como *Quercus mexicana*.

El tipo de suelo que tiene la zona es somero con abundante roca origen volcánico. Esto trae como consecuencia el establecimiento de ciertas formas de vida con características que le permitan perdurar en el ambiente.

Es necesario incrementar y complementar los estudios en la zona debido a que se está alterando por no saberla manejar adecuadamente ya sea por la ganadería o por el uso forestal.

Hacer más estudios para dar a conocer la estructura, composición florística y su estado actual en del territorio nacional.

## 9.- LITERATURA CITADA

1. Acevedo R., 1998. Estudio Sinecológico del Bosque de *Pseudotsuga menziensis* (Mirb.) Franco var. *Oaxacana* Debreczy & Rácz, en la zona de Santa Catarina Ixtepeji Oaxaca, México. Tesis profesional Ingeniería Forestal. UACH. México. 105pp.
2. Anderson, D. J. 1967. Studies on structure in plant communities. III. Data on patter in colonizing species J. Ecol. 404 pp.
3. Archibold O. 1995. Ecology of world vegetation. Chapman & Hall. 510 pp.
4. Braun-Blenquet, J. 1932. Fitosociología; base para el estudio de comunidades vegetales. Blume. Madrid. 820 pp.
5. Begon *et al.* 1988, Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega. Barcelona, España.
6. Budowski, G. 1960. La clasificación de comunidades vegetales. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencia Agrícolas, 1960. 24 pp.
7. Clements, F.E. 1916. Plant Succession: *An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington Publication 242, Washington, D.C., USA.
8. Cordero y Morales, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. México, CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad. 93 pp.
9. Cottan, G., Curtis, J.T., 1956, The use of distance measures in phytosociological sampling: Ecology, 37, 451-460.

10. Gleason, H.A. 1926. The individualistic concept of plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53 pp.
11. Grime, J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. New York: John Wiley and Sons. 222 p p.
12. INEGI. 2000. Anuario Estadístico. Hidalgo. Edición 2000. 682pp.
13. Krebs, C.J., R. Boonstra, K. Cowcill, and A.J. Kenney. 2009. Climatic determinants of berry crops in the boreal forest of the southwestern Yukon. *Botany* 87:401-408.
14. Mateucci, S. D y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie biológica, Monografía 22. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 168 pp.
15. MIA 2008 “Libramiento Sur De Pachuca, Estado De Hidalgo” Colinas de Buen S.A de C.V. 138 pp
16. Miranda y Hernández X., 1963. Fisiografía y vegetación en las zonas aridas del centro y NE de México. Edición de Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México D.F. 27pp.
17. Muller- Dumbois, D. S. y H. Ellemberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley & Sons. New York. 547 pp.
18. Neyra G., L y Durand S., L. 1998. Biodiversidad, Comisión para el conocimiento de la biodiversidad. CONABIO, 82-92 pp.

19. Odum, E. P y G. W. Barrett 1978. Fundamentos de ecología. Thomson. Georgia. 584 pp.
20. Ortiz L., R., 2008. Sinecología del bosque de pino - encino en el Punto, Santa Catarina Ixtepeji, Ixtlán, Oaxaca Tesis profesional Ingeniería Forestal. UACH. México. 65pp.
21. Pianka, E. R. 1974. Evolutionary Ecology. Harper, New York, N. Y. 356 pp.
22. Polunin, N. 1960. Introduction to plant geography. Longmans. London.
23. Raunkiaer, C., 1934. The life forms of plants and statistical geography. Clarendon, Oxford, 632pp.
24. Rzedowski J., 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.
25. Salazar, M., L. 2000. Caracterización ecológica – fisonómica de un bosque de *Juniperus* en el municipio de Tepeapulco, Hidalgo. Tesis de licenciatura de Biología. UNAM-ENEP Iztacala. México. 55pp.
26. Shimwell, D. W. 1971. The description and classification of vegetation. Sidgwick & Jackson, Londres , 321 pp.
27. Silvertown, J. W. 1982. Introduction to plant population ecology. Blackwell Scientific, Oxford, UK.
28. Síntesis Geográfica del estado de Hidalgo. 1992. INEGI, 134 pp.
29. Spurr S. H. y Barnés B. V. 1982. Ecología Forestal. 3ª ed. John Wiley & Sons, Inc. México. 690 pp.

30. Whittaker R. H. (1965): Dominance and diversity in land plant communities.  
– Science 147: 250–260.
31. Willis, A. J. 1973. Introduction to plant ecology. London. George Allen & Unwin Ltd. 237pp.
32. Zavala, C. F. 1995. *Encinos Hidalguenses*. México: Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 133pp.

### **Páginas electrónicas.**

33. Enciclopedia de municipios de México  
<http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/enciclomuni/municipios/13022a.htm>
34. <http://www.maps.google.com>
35. <http://www.cna.gob.mx>
36. <http://www.inegi.gob.mx>
37. Wikipedia 2008. Sinecología.  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Sinecolog%C3%ADa> (Valderas, 2005).

## 10.- ANEXOS

### Cuadro de Análisis cuantitativo por el método del cuadrante centrado en un punto. Con veinte sitios de muestreo.

| Sitio | Cuadrante | Distancia (m) | Especie             | Diametro (cm) | Altura (m) |
|-------|-----------|---------------|---------------------|---------------|------------|
| 2551  | 1         | 5.4           | Quercus microphylla | 35.3          | 5          |
|       | 2         | 4.2           | Nolina parviflora   | 80            | 4          |
|       | 3         | 2.9           | Quercus microphylla | 6             | 2          |
|       | 4         | 8.1           | Quercus microphylla | 10.5          | 2          |
| 2549  | 1         | 7.4           | Nolina parviflora   | 100.5         | 4          |
|       | 2         | 2.55          | Quercus microphylla | 17.4          | 2.5        |
|       | 3         | 9             | Quercus mexicana    | 17            | 3          |
|       | 4         | 3.05          | Quercus microphylla | 9.8           | 2.5        |
| 2556  | 1         | 5.43          | Nolina parviflora   | 18            | 2          |
|       | 2         | 5.54          | Quercus microphylla | 20.2          | 2          |
|       | 3         | 6.97          | Quercus mexicana    | 13            | 1.8        |
|       | 4         | 15            | Quercus microphylla | 83            | 6          |
| 2566  | 1         | 1.5           | Quercus microphylla | 17            | 3          |
|       | 2         | 4.21          | Quercus mexicana    | 13            | 1.8        |
|       | 3         | 1.2           | Quercus microphylla | 4.3           | 2          |
|       | 4         | 5.24          | Quercus mexicana    | 13            | 4.7        |
| 2569  | 1         | 2.5           | Quercus microphylla | 9             | 1.7        |
|       | 2         | 2.1           | Quercus microphylla | 7             | 2          |
|       | 3         | 1.9           | Quercus microphylla | 8.4           | 1.7        |
|       | 4         | 4.15          | Quercus microphylla | 4             | 2.1        |
| 2571  | 1         | 2.52          | Quercus microphylla | 9             | 1.7        |
|       | 2         | 2.41          | Quercus microphylla | 7.2           | 2          |
|       | 3         | 1.31          | Quercus microphylla | 5.6           | 1.8        |
|       | 4         | 2.13          | Quercus microphylla | 12.5          | 2          |
| 2584  | 1         | 1.49          | Quercus mexicana    | 5.8           | 2.5        |
|       | 2         | 4.26          | Quercus microphylla | 7             | 1.6        |
|       | 3         | 3.58          | Quercus microphylla | 3             | 2.1        |
|       | 4         | 4.45          | Quercus mexicana    | 20.5          | 3          |
| 2588  | 1         | 1.71          | Quercus mexicana    | 20            | 0.5        |
|       | 2         | 1.76          | Quercus mexicana    | 41            | 4          |
|       | 3         | 3.86          | Quercus microphylla | 30            | 2          |
|       | 4         | 4.2           | Quercus mexicana    | 13            | 3.5        |
| 2594  | 1         | 1.7           | Nolina parviflora   | 21            | 2          |
|       | 2         | 1.8           | Quercus microphylla | 5             | 1.8        |
|       | 3         | 2.9           | Sedum moranense     | 4             | 1.7        |
|       | 4         | 2.8           | Quercus microphylla | 14.5          | 4          |

| Sitio | Cuadrante | Distancia (m) | Especie             | Diametro (cm) | Altura (m) |
|-------|-----------|---------------|---------------------|---------------|------------|
| 10    | 1         | 2.54          | Quercus microphylla | 7             | 1.7        |
| 2601  | 2         | 2.6           | Quercus microphylla | 5             | 2          |
|       | 3         | 2.5           | Quercus microphylla | 8             | 2          |
|       | 4         | 5.2           | Quercus microphylla | 18.5          | 4.5        |
| 11    | 1         | 2.78          | Quercus microphylla | 14            | 3.5        |
| 2608  | 2         | 4.21          | Quercus mexicana    | 7             | 2.5        |
|       | 3         | 5.38          | Quercus mexicana    | 19.8          | 5          |
|       | 4         | 2.3           | Sedum moranense     | 4             | 1.5        |
| 12    | 1         | 1.9           | Sedum moranense     | 9             | 1.8        |
| 2612  | 2         | 4.1           | Quercus microphylla | 26            | 3          |
|       | 3         | 2             | Sedum moranense     | 11            | 2          |
|       | 4         | 3.8           | Quercus microphylla | 20            | 2          |
| 13    | 1         | 1.6           | Sedum moranense     | 9             | 1.5        |
| 2618  | 2         | 2             | Senecio sp.         | 4             | 2          |
|       | 3         | 2.1           | Sedum moranense     | 8             | 1.6        |
|       | 4         | 5.2           | Senecio sp.         | 2             | 2          |
| 14    | 1         | 4.3           | Quercus mexicana    | 22            | 6          |
| 2622  | 2         | 1.4           | Sedum moranense     | 4             | 1.75       |
|       | 3         | 4.1           | Quercus mexicana    | 9             | 2.1        |
|       | 4         | 2.6           | Sedum moranense     | 4             | 1.6        |
| 15    | 1         | 1.05          | Sedum moranense     | 11            | 1.6        |
| 2625  | 2         | 4.2           | Quercus mexicana    | 9.3           | 4          |
|       | 3         | 4.25          | Quercus mexicana    | 13            | 3.5        |
|       | 4         | 5             | Quercus microphylla | 13            | 3.5        |
| 16    | 1         | 8.4           | Quercus microphylla | 19.2          | 4          |
| 2627  | 2         | 7             | Quercus microphylla | 17.5          | 4.5        |
|       | 3         | 8             | Quercus microphylla | 15            | 2          |
|       | 4         | 8.5           | Quercus microphylla | 13            | 3          |
| 17    | 1         | 6.3           | Quercus microphylla | 12            | 3.5        |
| 2635  | 2         | 4.3           | Quercus mexicana    | 14            | 2.7        |
|       | 3         | 5.7           | Quercus microphylla | 13            | 3.5        |
|       | 4         | 2.25          | Quercus microphylla | 3             | 1.8        |
| 18    | 1         | 2.45          | Quercus mexicana    | 15            | 3.5        |
| 2643  | 2         | 8.5           | Quercus microphylla | 23            | 4.5        |
|       | 3         | 3.5           | Senecio sp.         | 9             | 2.1        |
|       | 4         | 2.35          | Senecio sp.         | 5             | 1.85       |
| 19    | 1         | 2.4           | Senecio sp.         | 10            | 2          |
| 2649  | 2         | 8.9           | Quercus microphylla | 23            | 5          |
|       | 3         | 1             | Senecio sp.         | 7             | 1.6        |
|       | 4         | 1.3           | Quercus microphylla | 10            | 2.3        |
| 20    | 1         | 2.4           | Quercus mexicana    | 25            | 6.5        |
| 2652  | 2         | 2.9           | Quercus microphylla | 8             | 4          |
|       | 3         | 1.5           | Senecio sp.         | 5             | 1.7        |
|       | 4         | 1.3           | Senecio sp.         | 6             | 1.7        |

### Cuadro de Área basal por especie

| <i>Quercus microphylla</i> |                       | <i>Quercus mexicana</i> |                       | <i>Sedum moranense</i> |                       | <i>Senecio sp.</i> |                       | <i>Nolina parviflora</i> |                       |
|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Diámetro (cm)              | AB (cm <sup>2</sup> ) | Diámetro (cm)           | AB (cm <sup>2</sup> ) | Diámetro (cm)          | AB (cm <sup>2</sup> ) | Diámetro (cm)      | AB (cm <sup>2</sup> ) | Diámetro (cm)            | AB (cm <sup>2</sup> ) |
| 35.3                       | 979                   | 17                      | 227                   | 4                      | 13                    | 4                  | 13                    | 80                       | 5027                  |
| 6                          | 28                    | 13                      | 133                   | 4                      | 13                    | 2                  | 3                     | 100.5                    | 7933                  |
| 10.5                       | 87                    | 83                      | 5411                  | 9                      | 64                    | 9                  | 64                    | 18                       | 254                   |
| 17.4                       | 238                   | 13                      | 133                   | 11                     | 95                    | 5                  | 20                    | 21                       | 346                   |
| 9.8                        | 75                    | 13                      | 133                   | 9                      | 64                    | 10                 | 79                    | ----                     | ----                  |
| 20.2                       | 320                   | 5.8                     | 26                    | 4                      | 13                    | 7                  | 38                    | ----                     | ----                  |
| 17                         | 227                   | 20.5                    | 330                   | 4                      | 13                    | 5                  | 20                    | ----                     | ----                  |
| 4.3                        | 15                    | 20                      | 314                   | 11                     | 95                    | 6                  | 28                    | ----                     | ----                  |
| 9                          | 64                    | 41                      | 1320                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 7                          | 38                    | 13                      | 133                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 8.4                        | 55                    | 7                       | 38                    | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 4                          | 13                    | 19.8                    | 308                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 9                          | 64                    | 22                      | 380                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 7.2                        | 41                    | 9                       | 64                    | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 5.6                        | 25                    | 9.3                     | 68                    | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 12.5                       | 123                   | 13                      | 133                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 7                          | 38                    | 14                      | 154                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 3                          | 7                     | 15                      | 177                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 30                         | 707                   | 25                      | 491                   | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 5                          | 20                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 14.5                       | 165                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 7                          | 38                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 5                          | 20                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 8                          | 50                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 18.5                       | 269                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 14                         | 154                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 26                         | 531                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 20                         | 314                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 13                         | 133                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 19.2                       | 290                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 17.5                       | 241                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 15                         | 177                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 13                         | 133                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 12                         | 113                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 13                         | 133                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 3                          | 7                     | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 23                         | 415                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 23                         | 415                   | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 10                         | 79                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| 8                          | 50                    | ----                    | ----                  | ----                   | ----                  | ----               | ----                  | ----                     | ----                  |
| <b>ab total</b>            | <b>6889</b>           | <b>9972</b>             |                       | <b>368</b>             |                       | <b>264</b>         |                       | <b>13560</b>             |                       |
| <b>ab promedio</b>         | <b>172</b>            | <b>525</b>              |                       | <b>46</b>              |                       | <b>33</b>          |                       | <b>3390</b>              |                       |

