



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Influencia de factores edáficos sobre la distribución de las especies de *Quercus* (Fagaceae) y la estructura de un bosque ubicado en los municipios de Timilpan y Chapa de Mota, Estado de México.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

Tatiana Paredes Rojas

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Silvia Romero Rangel

2010





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*...toda una vida
te estaría mimando
te estaría cuidando
como cuido mi vida
que la vivo por ti...*

A mi Balam

Una tesis dedicada:

A Marcela, por ser mí mamá, papá y amiga, porque de ti he aprendido a querer sin límites, porque eres en quien yo mas confío y porque te debo mucho: TODO!!!

A Nadia, la escultura de nuestra familia y quien sin saberlo nos enseñó a lograr lo que quisiéramos...Gracias hermanita

A Yadira, de quien aprendí la amistad y porque esa amistad me sostiene

A Emmanuel, porque nos enseñas a ser valientes, por ser tan buena onda y porque te quiero con todo mi corazón

A mis amigos de antes y de siempre: Flor, Claudia, Gaby, Donovan y Cinthia

A mis amigos que me heredo Iztacala y sé que serán para siempre: Ligia, Cinthia, Memo, Adán, Manuel y Liz. Gracias por todo lo compartido, les quiero muchísimo.

..aunque muera el verano y tenga prisa el invierno la primavera sabe que te espero en Madrid.. A ti Alde porque no importa lo que pase, yo te tengo a ti...Te amo con todo lo que soy

A Ian Balam, por tu bendita presencia, de la cual agradezco cada día la oportunidad de ver tus ojitos.

Agradecimientos

A la Dra. Silvia Romero Rangel, la escultora de este proyecto. Por la pasión que contagia hacia los encinos. Por ser una excelente profesora pero sobre todo una excelente persona. Gracias por todo el apoyo y dedicación que siempre me brindaste.

A mis sinodales: Carlos Rojas Zenteno, Daniel Muñoz Iniestra, Mayra M. Hernández Moreno y Leonor Abundiz Bonilla por pulir este trabajo, por sus sugerencias y los ánimos que me dieron para concluir la tesis.

Un agradecimiento muy especial a los edafólogos: Daniel, Mayra, Francisco y Poncho.

Al M. en C. Ángel Durán Díaz, por su paciencia y asesoría en los análisis estadísticos. Muchísimas Gracias.

Al Biól. Héctor Barrera Escorcía, por todo el tiempo que le dimos lata y por la paciencia que siempre nos tiene.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, porque ahí encontré todo y porque soy una bióloga de la UNAM!!!.

La educación no crea al hombre, le ayuda a crearse a sí mismo... A mis profesores de Iztacala.

A la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, donde aprendí el alcance que tiene esta hermosa carrera.

Al Ing. Armando Juárez Guitrón y al Ing. José María Fimbres Castillo, porque aunque no me conocían no dudaron en darme una oportunidad. Muchas Gracias.

A la Ing. Diana Hernández Sánchez por enseñarme todo lo que ahora sé de impacto ambiental y además por creer en mi trabajo. Gracias por tu confianza y apoyo.

A todos los que de alguna manera u otra han formado parte de mi vida, a todos los que les debo mucho y no he nombrado, Gracias.

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad
y la energía atómica: la voluntad.

Albert Einstein

INDICE

RESUMEN	7	6.7 Hidrología.....	33
I. INTRODUCCIÓN	8	6.8 Uso de suelo y vegetación.....	34
II. OBJETIVOS		6.9 Fauna.....	36
General.....	10	6.10 Aprovechamiento actual del	
Particulares.....	10	suelo.....	36
 		VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
III. MARCO TEÓRICO		7.1 Caracterización edáfica de las	
3.1 Estudio de las comunidades		unidades muestrales.....	37
vegetales.....	11	7.2 Estructura de la vegetación que	
3.2 Descripción general de <i>Quercus</i> , el		sostienen los 6 sitios de muestreo.....	43
género de los encinos.....	12	7.3. Análisis de conglomerados para	
3.3 Distribución del género <i>Quercus</i> en		evaluar la similitud entre los sitios y la	
México y los principales factores		vegetación	47
ambientales asociados a su		7.4 Relación entre las especies y las	
distribución.....	12	propiedades físicas y químicas del suelo,	
3.4 Distribución del género <i>Quercus</i> en el		de acuerdo al análisis de Correlación de	
Estado de México.....	13	Sperman.....	50
3.5 Los factores edáficos y sus efectos en		 	
las plantas.....	15	VIII. CONCLUSIONES	56
 		XI. LITERATURA CITADA	59
IV. ANTECEDENTES	16	X. ANEXOS	
V. MÉTODO	20	1. Fotografías terrestres.....	64
Delimitación de la Zona de Estudio		2. Registro de la altura, cobertura y DAP	
Levantamientos en campo		de todos los individuos por especie, en	
Etapa de Laboratorio		los diferentes sitios.....	76
Etapa de Análisis y Síntesis		3. Resultados del análisis de Correlación	
 		de Sperman. Cuadros que muestran los	
VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE		Coefficientes de correlación.....	86
ESTUDIO			
6.1 Ubicación.....	24		
6.2 Clima.....	27		
6.3 Fisiografía.....	27		
6.4 Orografía.....	29		
6.5 Geología.....	31		
6.6 Edafología.....	32		

Influencia de factores edáficos sobre la distribución de las especies de *Quercus* (Fagaceae) y la estructura de un bosque ubicado en los municipios de Timilpan y Chapa de Mota, Estado de México.

RESUMEN

Todas las especies forestales, por más rusticas que estas sean, requieren de un hábitat particular que en algunos casos es de carácter muy específico, de acuerdo a la condición climática y edáfica fundamentalmente (Malleux, 1982). Este estudio evaluó las relaciones existentes entre los factores edáficos: densidad, textura, porosidad, MO, pH, CICT, K, Mg, Na, K, % saturación de bases, así como la altitud, la pendiente y orientación de los diferentes sitios de muestreo respecto a la distribución y estructura de la vegetación de un bosque de encino. Se identificaron un total de 12 especies arbóreas, de las cuales 7 pertenecen al género *Quercus* y 4 especies acompañantes de diferentes géneros. Los resultados indican que el suelo evaluado es un Andosol, se encontró poca variabilidad y baja correlación de los factores edáficos con el tipo de especies, lo que puede ser consecuencia de que las unidades muestrales se ubicaron en un mismo tipo de suelo, pero además estas unidades resultaron muy homogéneas en cuanto a sus características del suelo físicas y químicas valoradas en laboratorio. Solo *Q. rugosa* y *Garrya longifolia* mostraron relación estadísticamente significativa respecto a algún factor ambiental. *Q. rugosa* se encuentra influenciada por sitios con alta densidad real, pH moderadamente ácido, baja CICT, baja concentración de Na y Ca, y alta concentración de K. Por su parte la especie *G. longifolia* se encuentra favorecida en sitios con menor pendiente, densidades bajas, pH moderadamente ácido, alta porosidad, alta concentración de Mg, MO y CICT, baja concentración Na. Sin embargo, estas dos especies se encontraron ampliamente distribuidas por lo que no se puede considerar que los factores arrojados por el análisis estadístico estén determinando su presencia, más bien nos sugiere que están favoreciendo su establecimiento y desarrollo.

:

I. INTRODUCCIÓN

México se distingue por su heterogeneidad físico-ambiental y por lo tanto biótica, rasgo que se refleja en sus taxa de flora y fauna (Zavala, 1990). Es considerado a nivel mundial como uno de los seis países con mayor diversidad biológica; la explicación se encuentra principalmente en la complejidad geográfica del país, representada por un conjunto de climas y suelos que sostienen prácticamente todos los tipos de vegetación del planeta. Nuestro país, es además una zona de transición o convergencia entre la flora y fauna néartica y neotropical, con una larga historia de aislamiento en algunas regiones, ello ha originado el que existan un gran número de especies endémicas (Hernández y García, 1997).

Sin duda, de las formaciones vegetales más características de México, destacan los pinares y encinares en sus distintas formas. Los encinos, robles y arbustos conocidos genéricamente como *Quercus*, pertenecen a la familia de las fagáceas y constituyen una de las especies de plantas leñosas más importante del hemisferio norte (Zavala, 1990).

Desde un punto de vista ecológico compiten en trascendencia con los Pinos, comparativamente, los encinos forman un grupo taxonómico más numeroso y de similar importancia, tanto por su distribución como por el número de especies. De las 300 a 400 especies de *Quercus* en el mundo, México posee entre 150 y 200, con excepción de Yucatán, el género está representado en toda la República (Zavala, 1990).

El género *Quercus* muestra una impresionante variación en cuanto a sus características morfológicas, fisiológicas, competitivas y adaptativas, derivadas posiblemente de su amplia capacidad para el intercambio genético y manifestada en una hibridación interespecífica muy intensa (Jones, 1986).

Lo anterior, les ha permitido invadir prácticamente cualquier espacio geográfico y condición ecológica, motivo por el cual protagonizan funciones ecológicas muy diversas y de amplia trascendencia biológica, como lo son: fuente de sostén, refugio y alimento de fauna, generadores y modificadores del suelo y de condiciones microambientales, modificadores o reguladores de los eventos del fuego y sus efectos en el bosque, participantes activos en la infiltración de agua, entre otras (Rzedowski, 1988; Zavala, 1995).

En general los bosques de encinos en México han sido mal explotados en cuanto a la obtención de madera y subprovechados en otros recursos que pueden proporcionar (bellotas, corteza), los encinos son árboles idóneos para las reforestaciones urbanas, ya que su lento crecimiento evita las interferencias con el cableado aéreo de las calles. En algunos casos, han sido eliminados indiscriminadamente por encontrarse en zonas de

interés agrícola o cerca de zonas urbanas que tienden a crecer rápidamente como es el caso del Estado de México (CONAFOR, 2007).

A pesar de que los encinos poseen diversos usos no leñosos, la obtención de combustible y celulosa son los usos más generalizados en nuestro país (Luna *et al.*, 2003).

Derivado de lo anterior, así como del cambio de uso del suelo y la fragmentación del hábitat, resultado colateral de la expansión de la agricultura, la ganadería y la urbanización, se ha propiciado la disminución y muchas veces la desaparición de la cobertura vegetal (Hernández *et al.*, 2000). Es por tanto una necesidad, el desarrollar estrategias de conservación que intenten reducir al mínimo la pérdida de especies. No obstante, para poder planificar y manejar los recursos vegetales, es indispensable apreciar por lo menos a nivel general, la influencia de los factores ambientales en la distribución y fisiología de las especies (Guariguata y Kattan, 2002).

En ese sentido, es evidente que muchas especies se encuentran distribuidas de acuerdo con ciertas condiciones físicas específicas, evidencia que proviene sobretodo del estudio de patrones de distribución. La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como factores antrópicos y bióticos. A su vez la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente, de esta manera la vegetación y el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo (Matteucci y Colma, 1982).

El medio ambiente físico afecta al crecimiento de las plantas en diferentes aspectos, entre ellos: influye en la tasa de crecimiento y desarrollo, determina dónde pueden sobrevivir y crecer con ciertas potencialidades hereditarias, afectando por lo tanto la distribución geográfica de las plantas. Las condiciones físicas son a menudo clasificadas como factores edáficos o del suelo y factores climáticos (Greulach y Adams, 1980).

El efecto de los factores edáficos en la distribución de las especies se ha observado incluso en áreas muy pequeñas. En los bosques es común observar una estrecha relación entre la distribución de las plantas y los factores edáficos. Además, no cabe duda de que los factores climáticos, como la temperatura, la luz, la humedad, la composición gaseosa de la atmósfera, la precipitación, entre otros; también afectan la distribución de las plantas, de ahí que sea necesario desarrollar métodos que midan la contribución del efecto edáfico que experimentan las plantas en condiciones naturales, con respecto a otros factores. Con esta información, se podrían diseñar muestreos y experimentos que tomen en cuenta, tanto las condiciones ambientales, como las especies adaptadas a tales condiciones (Guariguata y Kattan, 2002).

Hasta el día de hoy, se conocen las condiciones edáficas y climáticas generales en las que se desarrollan y prosperan los bosques de encino, sin embargo no ha sido posible hacer ningún tipo de especificación que señale determinados factores como posibles determinantes de la distribución de las especies de *Quercus*.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hasta el día de hoy, se conocen las condiciones edáficas y climáticas generales en las que se desarrollan y prosperan los bosques de encino, sin embargo no ha sido posible hacer ningún tipo de especificación que señale determinados factores como posibles determinantes de la distribución de las especies de *Quercus*.

Con esta información, se podrían diseñar muestreos y experimentos que tomen en cuenta, tanto las condiciones edáficas, como las especies adaptadas a tales condiciones, con la finalidad de desarrollar estrategias de conservación o restauración de bosques de encino.

II. OBJETIVOS

General:

Evaluar la influencia de factores edáficos sobre la distribución de las especies de encino y la estructura de un bosque de *Quercus* ubicado en los municipios de Timilpan y Chapa de Mota, Estado de México.

Particulares:

Describir la estructura de la vegetación de un bosque de *Quercus*.

Evaluar los parámetros físicos y químicos del suelo.

Determinar las relaciones existentes entre los factores edáficos evaluados y la distribución y estructura de la vegetación.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Estudio de las comunidades vegetales

Para realizar una planificación racional del uso de la vegetación como recurso natural se debe realizar un levantamiento previo de la misma. Comprender una comunidad vegetal y manejarla adecuadamente, ya sea para pastoreo, recreación, refugio, reforestación, conservación de especies, etc. son cuestiones que giran, por lo general, alrededor de un número reducido de preguntas: ¿qué hay?, ¿cuánto hay?, ¿cómo se distribuye? ¿qué clase de cambios se están produciendo?, el estudio de la comunidad vegetal persigue como objetivos responder a dichas preguntas (Begon *et al.*, 1995).

Entre los caracteres de una comunidad que pueden ser analizados, se encuentran la abundancia, la densidad, la cobertura, la frecuencia, la importancia, etc. El valor correspondiente a cada uno de ellos puede expresarse de una manera directa como resultado de una medición o de un recuento, o puede hacerse sobre la base de una estimación generalmente en porcentaje o utilizando valores de una escala arbitraria (Begon *et al.*, 1995).

Una manera de clasificar la vegetación, es determinando cuáles son las especies vegetales presentes en la unidad muestral o territorial considerada, este sistema ha sido utilizado, a menudo, en su forma más sencilla. Sin embargo, un estudio florístico exhaustivo debe efectuarse mediante inventarios de las diferentes comunidades, previamente definidas. A partir de tales registros se definen: especies dominantes, especies características, especies diferenciales, especies acompañantes, especies accidentales, etc. (Braun, 1979).

El método lleva al inventario de las comunidades y al conocimiento de su composición y estructura. Es cuali-cuantitativo y comparativo y la asociación constituye la unidad florística en su escala taxonómica. La asociación es: *"Una agrupación vegetal, más o menos estable, en equilibrio con el ambiente, caracterizada por una composición florística determinada en la cual ciertos elementos más o menos exclusivos, revelan con su presencia una particular incidencia de los factores ecológicos"* (Braun, 1979).

El estudio de la estructura y composición de un bosque permite deducciones importantes acerca del origen y las tendencias de las comunidades forestales. La composición florística de los diversos estratos puede variar en distinto grado, lo que permite ciertas conjeturas acerca del dinamismo evolutivo inherente al bosque y las tendencias de su futuro desarrollo. Las comunidades vegetales no son estructuras estáticas, sino unidades dinámicas. El campo de trabajo incluye el estudio de los orígenes, las tendencias del desarrollo estructural, el ciclo de vida de los bosques y de cada una de las especies (Lamprecht, 1962).

3.2 Descripción de *Quercus*, el género de los encinos

En la familia Fagaceae el género *Quercus* es el que presenta mayor distribución en todo el mundo. Se encuentra en casi todos los bosques templados del Hemisferio Norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo (CONAFOR, 2007).

Se consideran dos centros de diversidad para el género, el primero se localiza en Asia y Malasia, para donde se cita que existen alrededor de 125 especies de encinos, el segundo se presenta en México particularmente en las montañas mexicanas, siendo la zona más rica el Centro, Sur y Sierra Madre Oriental (Manos *et al.*, 1999).

La descripción general del género de encinos es la siguiente: Árboles de 15-40 (60)m o arbustos, monoicos; ramillas generalmente surcadas y pubescentes (al menos cuando jóvenes); yemas escamosas, axilares o hacia los extremos de las ramillas. Hojas persistentes o deciduas, pecioladas simples, de margen entero, crenado o profundamente dentado con o sin mucrones espinas o aristas. Inflorescencia masculina un amento, flores masculinas apétalas pequeñas (1-2 mm de largo), arregladas en amentos colgantes y alargados. Inflorescencia femenina un amento reducido con raquis leñoso y duro, con una o varias flores, perianto generalmente formado por 6 secciones fusionadas en diferentes proporciones, ovario ínfero, trilocular o tricapelar, cada lóculo con dos óvulos anátropos de placentación parietal y 3 estilos libres, estigma en igual número, dilatado hacia el ápice. Fruto una nuez contenida en una copa o ivólucro formado por escamas que la envuelven parcial o totalmente; nuez o bellota unilocular con una semilla procedente de un óvulo, los restantes son abortivos adheridos a la envoltura de la semilla. Número cromosómico básico $x=12$ (Valencia *et al.*, 2002).

3.3 Distribución del género *Quercus* en México

De acuerdo con Zavala (1990), las especies del género *Quercus* se encuentran distribuidas en las zonas montañosas de todos los estados y territorios de México, a excepción de Yucatán, constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental, pero también son muy comunes en la Occidental, en el Eje Neovolcánico Transversal, en la Sierra Madre del Sur, en las sierras del norte de Oaxaca, de Chiapas y Baja California, no faltando en muchos macizos montañosos del Altiplano y de otras partes de la República Mexicana.

En nuestro país alcanzan su mayor representatividad con alrededor de 160 especies (Valencia, 2004) de las 500 que Manos *et al.* (1999) han estimado que existen a nivel mundial.

Los encinos mexicanos son muy parecidos florística y ecológicamente a los que existen en Guatemala y en algunas otras porciones de América Central. Asimismo los que se desarrollan en la parte septentrional de la Sierra Madre Occidental guardan semejanzas con los existentes en Nuevo México y Arizona, aún cuando muchos elementos de afinidad austral desaparecen pronto al ir avanzando hacia el norte (Rzedowski, 1978).

En México se les encuentra formando bosques de encino, comunidades muy características de las zonas montañosas. De hecho junto con el género *Pinus* constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semihúmedo; sin embargo no se limitan a estas condiciones, pues penetran en regiones de clima caliente, no faltan en las francamente húmedas, siendo elementos del bosque tropical perennifolio y bosque mesófilo de montaña, y aún existen en las semiáridas siendo parte del matorral xerófilo, asumiendo con frecuencia forma arbustiva (Rzedowski, 1978).

Los bosques de *Quercus* se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3100 m de altitud, aunque la mayoría se encuentran entre los 1500 y 3000 m., en lugares con precipitación entre 600 y 1200 mm y una temperatura media anual entre 10 y 26°C. (Rzedowski, 1988).

Se les ha observado sobre diversos tipos de roca, tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas. Se le encuentra en suelos someros o profundos, en pocas ocasiones rocosos y pedregosos. Suelos: rojizo-arenoso, blanco calizo, somero pardo y profundo, roca basáltica, migajón arenoso, rocas volcánicas, delgados, ácidos, secos o húmedos (CONAFOR, 2007). No toleran aparentemente deficiencias de drenaje, aun así pueden desarrollarse en suelos permanentemente húmedos. Los suelos asociados a bosques de encinos son de reacción ácida moderada, es decir pH de 5.5 a 6.5. La textura varía de arcillosa a arenosa, la coloración del suelo puede ser roja, amarilla, negra, café o gris (Romero, 1993).

3.4 Distribución del género *Quercus*, en el Estado de México

En el Estado de México los encinos forman parte de los bosques de *Quercus* y bosques mixtos de *Pinus-Quercus*, aunque también habitan en otras comunidades tales como bosque mesófilo de montaña y bosque tropical caducifolio, no faltando en matorral xerófilo, bosque de galería y pastizal (Romero *et al.*, 2002).

La mayoría de las especies se distribuyen en intervalos altitudinales amplios, pero siempre dentro de los 1430 a 3500 m. Las especies que se distribuyen de manera más amplia altitudinalmente son *Q. rugosa*, *Q. scytophylla*, *Q. obtusata*, *Q. castanea* y *Q. crassipes*. Las especies de encino del Estado de México pueden distribuirse ampliamente o restringirse dentro de la entidad a las provincias del Eje Neovolcánico o a la Sierra Madre del Sur (Romero *et al.*, 2002).

En el Estado de México de acuerdo a Romero *et al.* (2002), habitan 23 especies de encino, diez pertenecen a la sección *Quercus* (encinos blancos) y 13 a la sección Lobatae (encinos rojos) (Nixon, 1993); 15 de las especies son endémicas de México, mientras que *Q. acutifolia*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. conspersa*, *Q. crassifolia*, *Q. elliptica*, *Q. peduncularis* y *Q. rugosa* se distribuyen de México a Centro América. Sólo *Quercus rugosa* se encuentra en el norte de la frontera mexicana, en los Estados Unidos y únicamente la especie *Q. hintonii* es endémica del Estado de México (cuadro 1).

Cuadro 1. Especies del Estado de México de acuerdo a Romero *et al.* (2002).

Nombre de especie	Especie endémica de México	Especie endémica del Estado de México	Abundancia en el Estado de México
Sección <i>Quercus</i> L. (encinos blancos)			
<i>Q. deserticola</i> Trel.	X		XX
<i>Q. frutex</i> Trel.	X		XX
<i>Q. glabrescens</i> Benth.	X		X
<i>Q. glaucoides</i> Mart. & Gal.	X		XX
<i>Q. laeta</i> Liebm.	X		XX
<i>Q. magnoliaefolia</i> Née	X		XX
<i>Q. obtusata</i> Humb. & Bonpl.	X		XXX
<i>Q. peduncularis</i> Née			X
<i>Q. rugosa</i> Née			XXX
<i>Q. splendens</i> Née	X		X
Sección Lobatae Loudon (encinos rojos)			
<i>Q. acutifolia</i> Née			X
<i>Q. candicans</i> Née			XXX
<i>Q. castanea</i> Née			XXX
<i>Q. conspersa</i> Benth			X
<i>Q. crassifolia</i> Humb. & Bonpl.	X		XXX
<i>Q. crassipes</i> Humb. & Bonpl.	X		XXX
<i>Q. dysophylla</i> Benth.	X		XX
<i>Q. elliptica</i> Née			X
<i>Q. hintonii</i> Warb.	X	X	X
<i>Q. laurina</i> Humb. & Bonpl.	X		XXX
<i>Q. mexicana</i> Humb. & Bonpl.	X		XX
<i>Q. scytophylla</i> Liebm.	X		XX
<i>Q. urbanii</i> Trel.	X		X

X escasa, XX medianamente abundante, XXX abundante

3.5 Los factores edáficos y sus efectos en las plantas

Uno de los fenómenos más estudiados por los ecólogos es el incremento gradual que se observa en el número de especies a lo largo de cualquier gradiente latitudinal, desde los polos hasta el ecuador terrestre. A nivel global este aumento se puede correlacionar, de manera importante con la energía solar y la precipitación que recibe una región, sin embargo, a escalas espaciales más pequeñas la relación entre biodiversidad y energía incidente es mucho menos marcada e incluso puede ser inexistente. Cuando se trabaja a

este tipo de escalas, son otros los factores que determinan la variación en la distribución y abundancia de las especies (Latham y Ricklefs, 1993).

Particularmente en las plantas, la variación a nivel de paisaje se puede correlacionar con la variación en los factores edáficos, es decir a la composición química y física del suelo, incluida la modificación que pueden sufrir las propiedades del suelo por su posición espacial (Clark, 1996, citado por Guariguata y Kattan, 2002).

De acuerdo con Daubenmire (1990), la Sociedad Ecológica Británica ha realizado diferentes proyectos para explicar la importancia del factor suelo para las plantas. Han demostrado que las diferencias en las características de los suelos pueden influir en los siguientes aspectos: distribución, capacidad para germinar, tamaño y erguimiento de la planta, vigor de los órganos vegetativos, calidad leñosa del tallo, profundidad de penetración del sistema radical, aumento de la pubescencia, la susceptibilidad a las sequías, heladas y las parasitosis, número de flores por planta, época de floración, etc.

Es posible discutir varios factores edáficos como si fueran variables estadísticamente independientes, aunque en la realidad muchos de ellos estén correlacionados. En ese sentido, hay casos en los que es posible entender los patrones de vegetación estudiando un solo factor edáfico, pero lo más frecuente es que sea necesario estudiar la relación suelo-planta, tomando en cuenta la naturaleza multivariada de los suelos, e incluir la distribución espacial misma de los factores edáficos (Hammer, 1988).

IV. ANTECEDENTES

Ramensky (1924) y Cleason (1926) (citados por Matteucci y Colma 1982), propusieron independientemente, el principio de la individualidad de las especies, que establece que cada especie se distribuye conforme a sus características genéticas, fisiológicas y poblacionales y a su manera de relacionarse con los factores ambientales, incluyendo en ellos a las otras especies; por lo tanto en una zona dada no hay dos especies con la misma distribución a lo largo de un gradiente ambiental.

Así también, de acuerdo con Matteucci y Colma (1982) los límites de tolerancia de una especie no son bruscos sino que la población tiene un centro u óptimo, a partir del cual su abundancia disminuye hacia ambos extremos del gradiente del factor ambiental.

De acuerdo con Daubenmire (1990) la Sociedad Ecológica Británica, ha realizado diferentes proyectos para demostrar la importancia del factor suelo para las plantas. Establecieron una serie de parcelas contiguas, cada una con un tipo de suelo diferente. Las especies en estudio se plantaron en diferentes tipos de suelo y compararon el comportamiento. Estos experimentos demostraron que las diferencias en los suelos pueden influir en aspectos como: capacidad para germinar, tamaño y erguimiento de la planta, vigor de los órganos vegetativos, calidad leñosa del tallo, profundidad de penetración del sistema radical, aumento de la pubescencia, la susceptibilidad a las sequías, heladas y las parasitosis, número de flores por planta, época de floración, etc.

Clark *et al.* (1998) (citado por Guariguata y Kattan, 2002), examinaron la distribución de nueve especies de árboles y su relación con el tipo de suelo, la posición topográfica y el grado de pendiente. Las especies estudiadas mostraron relación significativa con uno o más de los tres factores mencionados, y cada uno de los tres factores afectó la distribución de por lo menos cuatro de las especies. El efecto del suelo fue el más evidente. Le siguieron la topografía y el grado de pendiente.

Baillie *et al.* (1987) (citado por Guariguata y Kattan, 2002), estudiaron la distribución de 33 especies de árboles con relación a 10 factores edáficos en una área >9000 km². Dichos autores encontraron que el grado de presencia de 13 de las 33 especies se correlacionaba significativamente con una variable compuesta por factores edáficos. Sin embargo algunas especies se correlacionaban, positiva o negativamente, con diferentes nutrientes, lo que les llevó a concluir que los efectos edáficos son muy complejos y que varios de los factores medidos estaban afectando, la distribución de diferentes especies.

Swaine (1996) (citado por Guariguata y Kattan, 2002), examinó la distribución de 51 especies de árboles en función de la precipitación y los nutrientes, y llegó a la conclusión

de que el nivel de cationes podría influir tanto como el nivel de fósforo en la distribución de esas especies.

Cortés *et al.* (2005) evaluaron la influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. Ellos indican que la distribución de las especies está determinada por el gradiente microtopográfico y la clase textural del suelo y al realizar una segunda aproximación, muestran dos grupos florísticamente diferentes, uno influenciado por pH ligeramente ácido, alta CIC, MO y arcilla, rodeado de una selva mediana; el otro grupo registra pH básico y alto porcentaje de limo, y se localiza cerca de una selva baja inundable. El estudio sugiere que las condiciones microtopográficas y edáficas son ecológicamente significativas, ya que están altamente correlacionados con la distribución de las especies vegetales y con las características de la estructura de las comunidades tropicales.

Encina y Villareal (2002) estudiaron la distribución y aspectos ecológicos del género *Quercus*, en el Estado de Coahuila, México. Ellos indican que las características físicas del suelo como son la profundidad, textura y pedregosidad, así como las condiciones de humedad, son factores determinantes en la definición del hábito de crecimiento de los encinos, tanto en valles intermontanos como suelos profundos, como en el fondo de cañones, que es donde se tienen mayores condiciones de humedad, es donde a menudo se presentan especies de hábito de crecimiento arbóreo; algunos de estas mismas especies al crecer en laderas con condiciones climáticas xéricas, con suelos pocos profundos y pedregosos, se presentan como arbustos o árboles bajos.

Asimismo, dichos autores indican que la exposición y posición topográfica influyen en la selección y presencia de determinadas especies de encino, además de ser condicionantes en su abundancia, así como en los hábitos de crecimiento exhibidos. Estos aspectos de relieve del terreno están relacionados con grados de humedad disponibles. La mayoría de las especies de encinos rojos prefieren laderas con exposiciones norte, noroeste y noreste en áreas con mayor disponibilidad de humedad, creciendo especialmente a través del margen de arroyos en el fondo de los cañones, originando en ocasiones comunidades boscosas formadas por árboles de 20 metros. Los encinos blancos presentan una tolerancia más amplia y se desarrollan tanto en las laderas con mayor incidencia de radicación solar formando matorrales, hasta en exposiciones con mayores condiciones de humedad originando comunidades boscosas.

Cuanalo y Aguilera (1970); Barreto y Hernández (1970) (citados por Rzedowski 1988), estudiaron un área climáticamente homogénea de la región de Tuxtepec, Oaxaca, y encontraron que existían cinco comunidades forestales estables distintas, entre ellas el bosque de *Quercus spp.*, cuya distribución estaba ligada con la de ciertas características del suelo.

Bachem y Rojas (1994) realizaron un estudio ecológico de la vegetación en la región de *Fraylesca* Chiapas, observando que el bosque de *Quercus* se desarrollaba en tipo de suelo: Fluvisol eutrico, Cambisol húmico y Alisol húmico de colores oscuro, café o café grisáceo, con textura franca arenosa, franca o arena franca y altos valores de materia orgánica. El pH variaba entre 4.4 y 4.9 para las asociaciones codominantes con el género *Pinus* y entre 5.6 y 7.05 para las restantes. Dichos autores mencionan que solo una comunidad (asoc. *Quercus magnoliaefolia*) concuerda con lo que establece Rzedowski, que sitúa a esta vegetación sobre suelos de pH de 5.5 y 6.5

Figuroa *et al.* (1995) dan a conocer la fenología de cuatro especies de *Quercus* (*Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*) en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Obtuvieron que el patrón fenológico de las especies depende de los periodos estacionales, la precipitación y la temperatura, resultando que *Q. candicans* y *Q. castanea* tienen requerimientos estrictos de humedad para fructificar. Encontrando que la variación en profundidad, drenaje, textura, retención de humedad y permeabilidad son determinantes en la distribución de los encinos, así como en la variación anatómica de la madera.

Encina y Villareal (2002) estudiaron la distribución y los aspectos ecológicos del género *Quercus* en el estado de Coahuila, encontrando que se distribuyen en un intervalo altitudinal de 1,500 a 2,700 m. El mayor número de especies se presenta en las sierras del noreste y sureste, donde la Sierra del Carmen es el macizo montañoso con más riqueza de encinos.

Valencia *et al.* (2002) describen el patrón general de la distribución de las poblaciones de encinos (28 especies de *Quercus*) del Estado de Guerrero. Indicando que la distribución suele estar asociada con la temperatura y la precipitación, factores vinculados a su vez, con la posición geográfica y altitudinal.

Flores y Márquez (2004) realizaron un estudio poblacional de *Quercus oleoides* en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz; concluyendo que la altitud es un factor que puede afectar tanto favorable como desfavorable a las poblaciones de encino. Estos autores mencionan, que las altitudes bajas favorecen el desarrollo de esta especie, siempre y cuando no tenga una alta exposición a los vientos ya que puede verse afectada tanto en altura como en DAP.

Rzedowski (1988) señala que en algunas zonas montañosas aisladas de México la ausencia absoluta de pino o de encino puede deberse a las características del suelo, y que este juega un papel importante en la distribución de estos bosques, sugiere entonces la importancia de investigar a fondo este aspecto.

V. MÉTODO

5.1 Delimitación de la zona de estudio

La zona se delimitó y caracterizó por medio de lo siguiente:

- a) Revisión bibliográfica
- b) Revisión de las cartas temáticas INEGI 1:50 000, de edafología, topografía, geología, uso de suelo y de vegetación.
- c) Recorridos de campo, durante los cuales se determinaron los sitios de muestreo.

Se eligieron seis unidades muestrales. Cada sitio se georreferenció y se ubicó en los mapas temáticos, fotografía aérea (Esc. 1: 37 000) e imágenes satelitales Google Earth.

5.2 Levantamientos en campo

Se realizaron seis cuadros de 20X10m, mediante un método de muestreo preferencial de acuerdo con Matteucci y Colma (1982). El criterio para la elección de las unidades muestrales consideró el tipo de vegetación, el grado de conservación y la accesibilidad al sitio.

En cada estación de muestro se determinaron en campo las siguientes variables biológicas y físico-ambientales:

- I. Orientación, expresada cuantitativamente en grados de declinación respecto a un eje de dirección N-S.
- II. Pendiente. Se estimó en % la pendiente general del terreno en que estaba situado cada cuadrante.
- III. Altitud, determinada con altímetro y mapas topográficos detallados.
- IV. El levantamiento de muestras de suelo, se llevó a cabo mediante el método en zigzag, a lo largo de una línea dentro de cada unidad de estudio. La profundidad a la que se colectaron las muestras fue de 0-20 y 20-40 cm.
- V. Recolección de ejemplares botánicos del estrato arbóreo por método de barrido en los cuadros. Se registró el número de individuos de las especies de *Quercus* y acompañantes del mismo estrato presentes en cada uno de los sitios.
- VI. Mediciones para la estimación de altura cobertura y diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos los individuos arbóreos.

5.3 Etapa de Laboratorio

a) Análisis de la vegetación

Se determinaron taxonómicamente las especies mediante claves de identificación.

Con los datos de altura, cobertura, DAP y abundancia registrados en campo, se obtuvieron los índices de Densidad, Densidad Relativa, Cobertura y Cobertura Relativa. Para el cálculo de variables para estructura de comunidades se utilizaron las fórmulas del cuadro 2, de acuerdo con Mateucci *et al.* (1982) y Oliveros (2000).

Cuadro 2. Fórmulas para el cálculo de variables para estructura de comunidades, de acuerdo a Mateucci *et al.* (1982) y Oliveros (2000).

Variable	Fórmula	Componentes de la Fórmula
Abundancia	Abundancia= ni	ni= Número de individuos
Densidad	$D = \left(\frac{ni}{A} \right)$	D= Densidad ni= Número de individuos. A= Área muestreada.
Densidad relativa	$DiR = \left(\frac{ni}{NT} \right) \cdot 100$	DiR= Densidad relativa del atributo i. ni= Número de individuos del atributo i. NT= Número total de individuos.
Cobertura	$C = \left[\left(\frac{d1 + d2}{4} \right)^2 \right] \cdot 3.1426$	C= Cobertura del atributo. d1= Primer diámetro de la cobertura de la copa. d2= Segundo diámetro de la cobertura de la copa. 3.1426
Cobertura relativa	$CiR = \frac{Ci}{\sum Ci}$	CiR= Cobertura Relativa del atributo i. Ci= Cobertura del atributo i. $\sum Ci$ = Suma de las coberturas de todos los individuos.

b) Análisis de las muestras de suelo

La determinación de las características de las muestras de suelo se realizó en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Se determinaron las siguientes propiedades físicas y químicas del suelo, en base a Muñoz *et al.* (2006).

- Color del suelo (Munsell, 1975). "Técnica de comparación con tablas de color de Munsell".
- Textura (Bouyoucos, 1962). "Método de hidrómetro para determinar la textura de la fracción fina del suelo en partículas de 2 mm".
- Densidad aparente del suelo (Beaver, 1963). "Método volumétrico de la probeta".
- Densidad real del suelo (Tomado de Aguilera, 1980). "Método del Picnómetro".
- Estructura del suelo (Cuanalo, 1981). "Método cualitativo".
- Porosidad (Con densidad real y aparente).
- pH (Bates, 1954; Wilard, Merrit y Dean, 1958). "Método potenciométrico para determinar el pH real".
- Materia orgánica (Walkley y Black, 1947). "Oxidación con Ácido crómico y Ácido sulfúrico".
- Capacidad de intercambio catiónico total (Schollenberger y Simon, 1945). "Método Volumétrico del Vensenato".
- Calcio y Magnesio intercambiables. (Cheng y Bray, 1951). "Método Volumétrico del Vensenato".
- Sodio y Potasio intercambiables (U.S. Salinity y Laboratory Staff, 1954). "Método del Espectrofotómetro de Flama".

5.4 Análisis y Síntesis

Se llevó a cabo un Análisis de Conglomerados para evaluar la similitud entre las unidades muestrales. Para tal efecto, se elaboró una matriz de datos en donde las OTU´s correspondieron a los sitios de muestreo, se incluyeron 5 caracteres considerados como parámetros cualitativos: color de suelo profundidad 0-20 cm y profundidad 20-40, textura (0-20 y 20-40), y topografía. Así como 26 caracteres como parámetros cuantitativos (altitud, pendiente, densidad aparente, densidad real, porosidad, estructura, MO, CICT, Ca, Mg, Na, K y % de saturación de bases), en todos los casos se consideraron los resultados de las 2 profundidades del suelo, 0-20 cm y 20-40 cm. Dichos parámetros, corresponden a la información de los factores edafológicos valorados en las 6 estaciones.

Para valorar la relación entre las especies y las propiedades físicas y químicas del suelo, los datos de las 12 especies se sometieron al análisis de correlación de Spearman, ya que los tamaños de muestra eran pequeños ($n < 25$), y no se pudo probar la normalidad de los datos.

Finalmente para las especies que tuvieron relación con las propiedades físicas y químicas del suelo, se llevó a cabo un segundo análisis de conglomerados para agrupar sitios similares de acuerdo a todas las variables de vegetación medidas para cada una de los individuos (altura, cobertura, DAP, abundancia, densidad, densidad relativa, cobertura y cobertura relativa), y de este modo muestran el comportamiento de la especie en los 6

sitios de muestreo. Es decir agrupa los sitios que más se parecen en cuanto las variables de vegetación valoradas.

VI. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

6.1 Ubicación

La zona de estudio se ubica en la porción noroeste del Estado México, en los límites de los municipios de Timilpan y Chapa de Mota.

Específicamente, los sitios de muestro se ubican en la porción norte de la Sierra de San Andrés, como referencia se tiene al cerro Docuay. Esta Sierra se incluye en una unidad ecológica que corresponde a lomeríos y Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos. Las coordenadas de ubicación geográfica y orientación de cada uno de los sitios de muestreo se indican en el cuadro 3 y se ilustran en la figuras 1 y 2.

Cuadro 3. Coordenadas de ubicación geográfica y orientación de las unidades en estudio.

Sitio	N	W	Orientación
1	19°52'22.89"	99°40'13.14"	Norte 360°
2	19°52'23.57"	99°40'06.92"	Norte 360°
3	19°51'27.28"	99°40'18.51"	Noroeste 320°
4	19°51'24.45"	99°40'09.52"	Noroeste 320°
5	19°51'37.58"	99°39'55.12"	Noreste 57°
6	19°51'51.53"	99°39'37.24"	Sureste 175°



Municipios Timilpan y Chapa de Mota,
Edo. De México

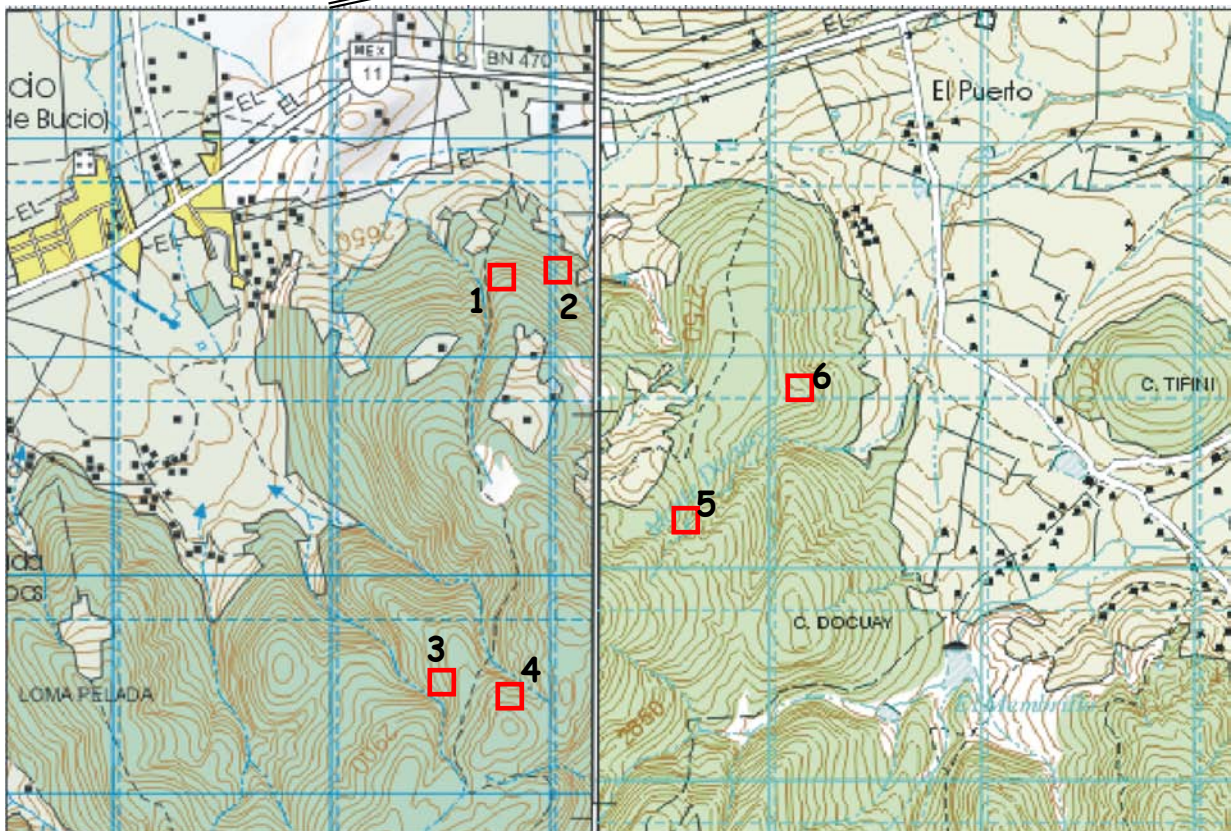


Figura 1. Ubicación física de la zona de estudio.

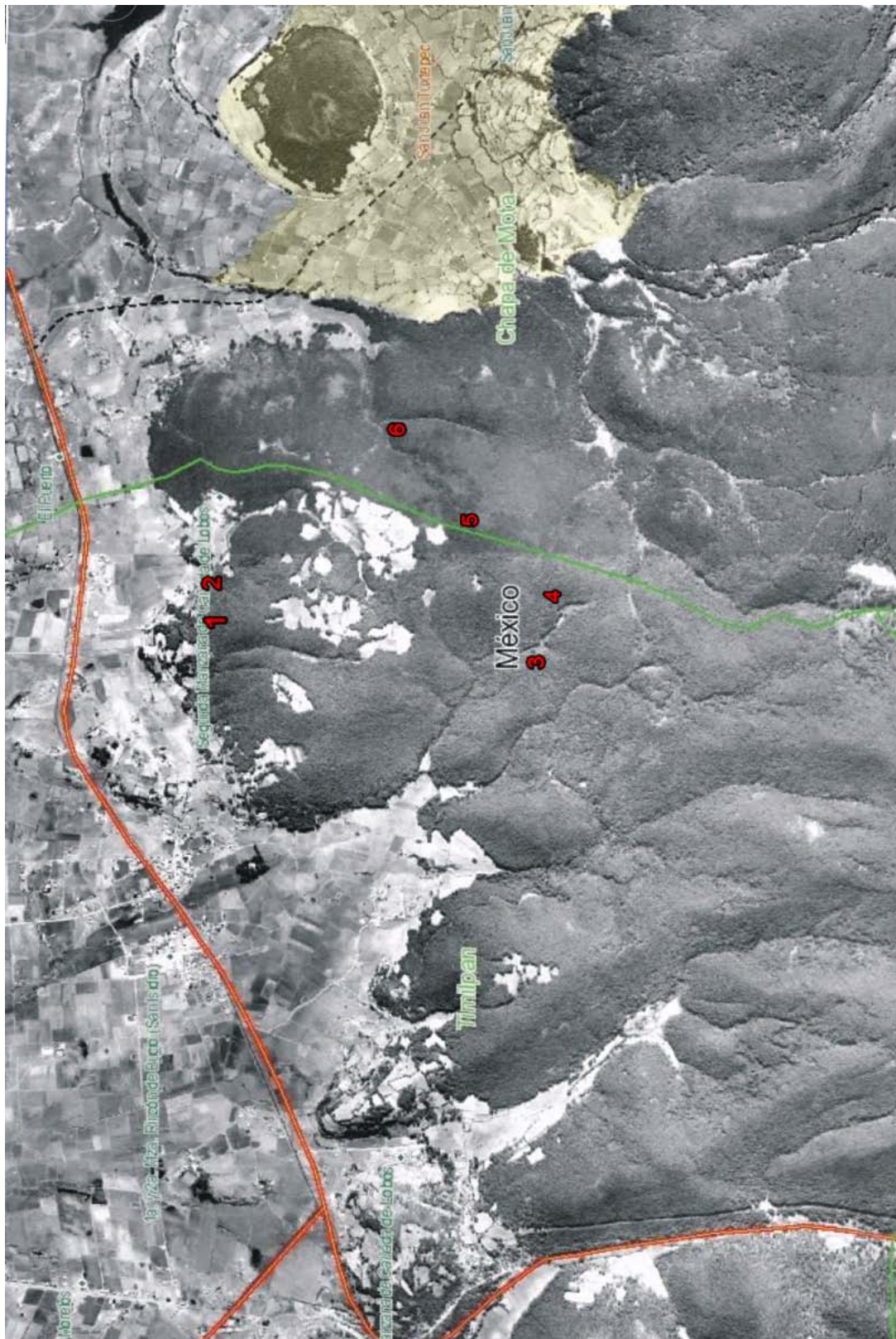


Figura 2. Zona en estudio. Se observa el límite municipal de Timilpan y Chapa de Mota (línea verde), así como los puntos de muestreo. Fuente. Ortofoto INEGI 2007.

6.2 Clima

De acuerdo a la información de climas del Estado de México, que incluye la clave climática según la clasificación de Köppen modificada por García, los sitios de muestreo se ubican en Clima templado subhúmedo. En esta zona la temperatura media anual se registra entre 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente de 22°C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual (fig. 3).



Figura 3. Ubicación de los sitios de muestreo respecto a los tipos de climas de la región, nótese que en la misma unidad orográfica se limita con otro tipo de clima que corresponde al semifrío, subhúmedo (Ce), sin embargo todos los sitios de muestreo se ubicaron en un clima de tipo templado, subhúmedo (Cw). Fuente: Casa A., Gustavo, (1997). 'Climas del estado de México'. CONABIO.

6.3 Fisiografía

De acuerdo al INEGI, el área de estudio forma parte de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico y específicamente en la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (Fig. 4). En el estado de México, esta subprovincia ocupa 14,315.69 Km², que corresponde a 61.6% de la superficie estatal total.

(<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/edomex/fisio.cfm?c=444>).

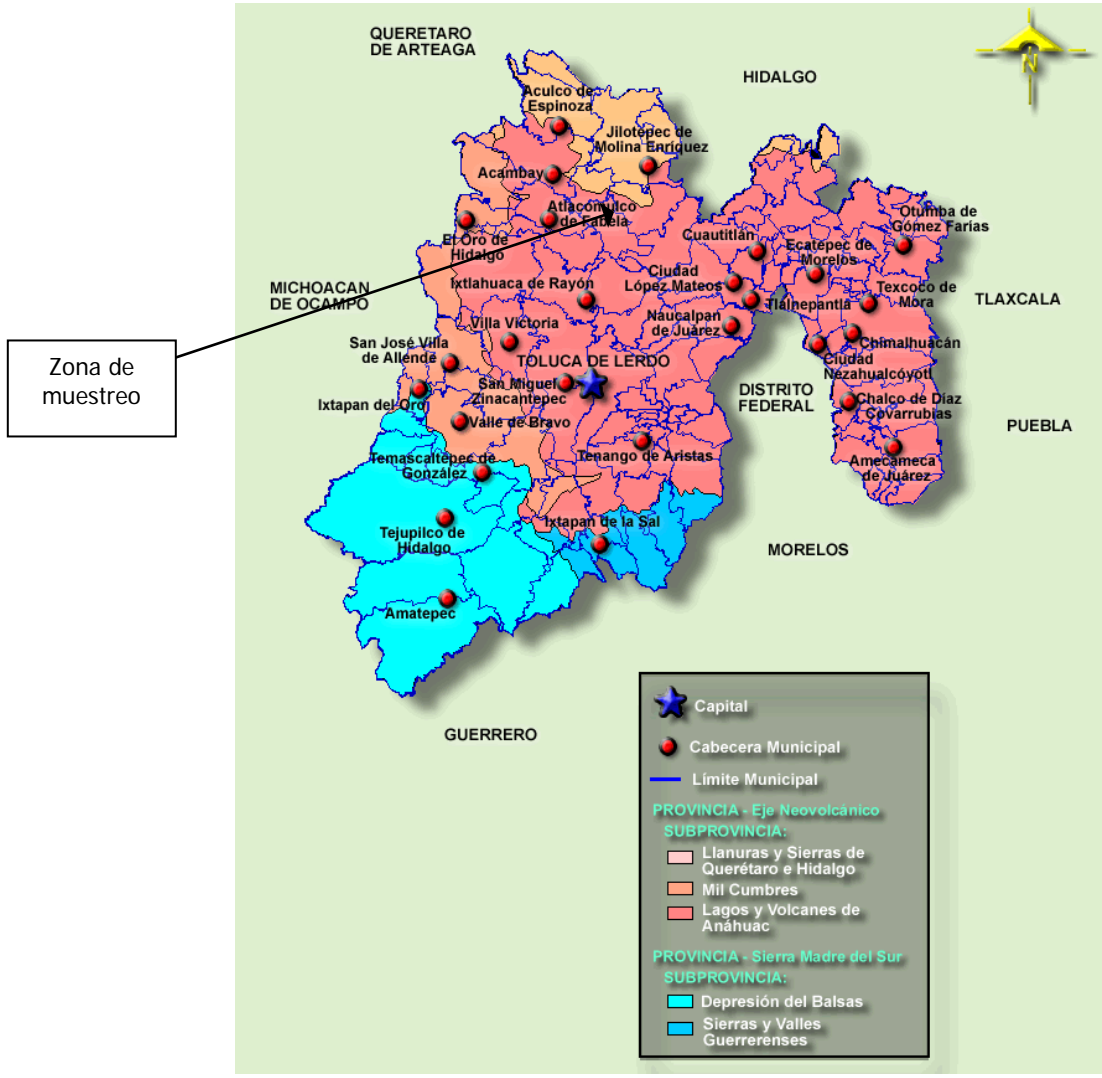


Figura 4. Mapa de Fisiografía de México. Fuente: Información Geográfica. INEGI 2007

6.4 Orografía

La región en estudio puede dividirse en dos zonas claramente delimitadas. Hacia el norte y noroeste se observa una extensa planicie o valle que en tiempos primitivos estaba ocupada por una enorme laguna que se extendía hasta los límites con el Valle de Jilotepec. Hacia el sur, existe una cadena montañosa que forma parte de la sierra de San Andrés Timilpan; esta pequeña sierra se prolonga por el noreste del municipio de Timilpan hasta la sierra de Jilotepec, por el oriente, hasta los cerros y montes de Chapa de Mota y de San Bartolo Morelos, por el sureste, hasta los cerros y montes de Atlacomulco; llegando discontinuamente hasta el cerro de Jocotitlán, con un pequeño valle donde se localizan las localidades de Yondejé y Santiaguito Maxdá. La altitud de estas elevaciones va desde los 2,650 metros sobre el nivel del mar en algunas porciones como lo son las localidades de San Andrés Timilpan e Ixcajá, hasta los 3200 msnm, en los cerros Las Peñas y El Poleo (<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/timilpan>).

Los sitios de muestreo se ubicaron en la unidad orográfica Sierra de San Andrés, y específicamente en su porción norte, con una altitud máxima de 3000 msnm, como referencia se tiene el Cerro Docuay. El criterio para la elección de las unidades muestrales consideró el tipo de vegetación, el grado de conservación y la accesibilidad al sitio (fig. 5).

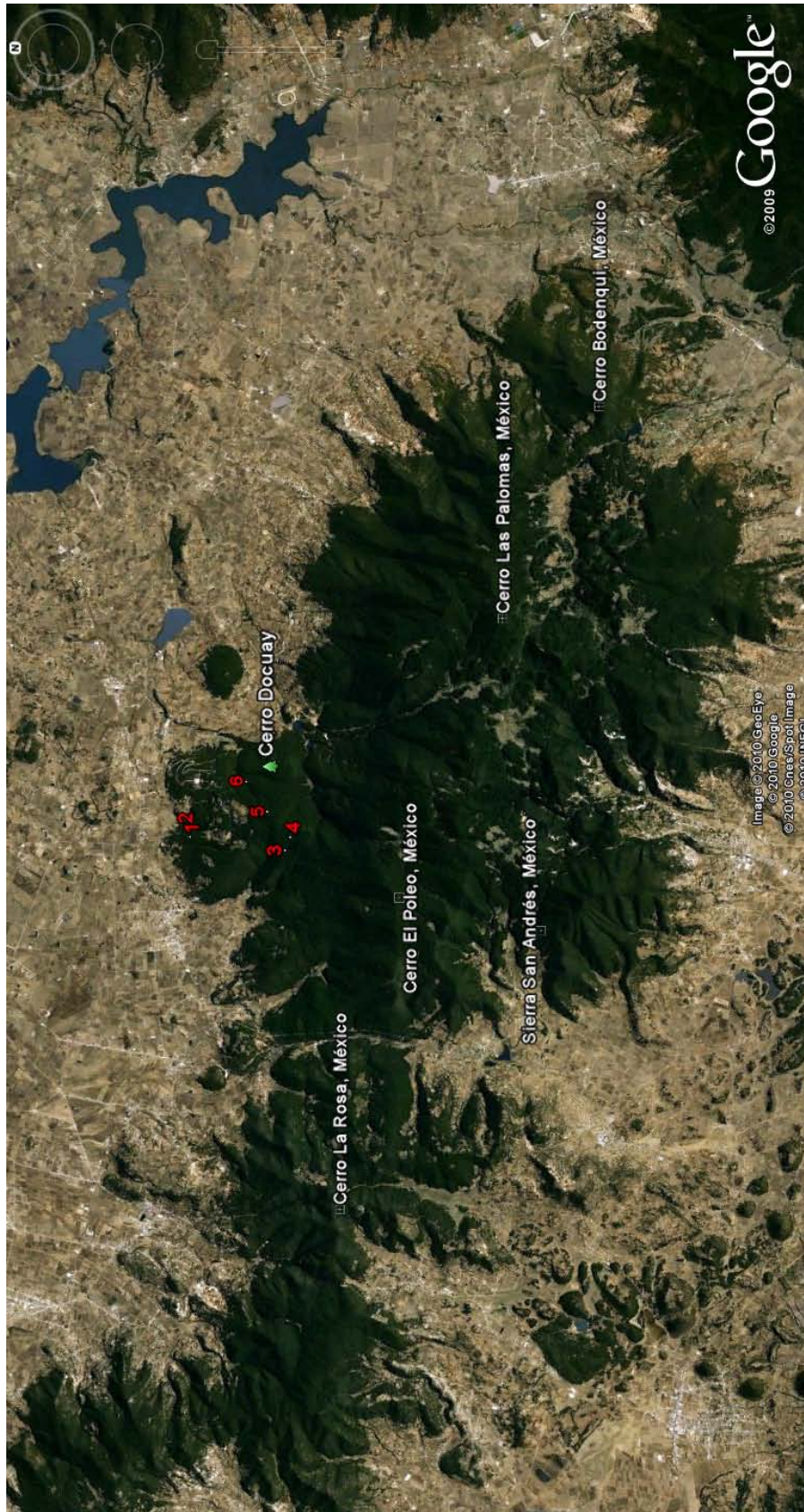


Figura 5. Imagen satelital Google Earth, se muestra la Sierra de San Andrés y la ubicación de los sitios de muestreo.

6.5 Geología

La zona en estudio, así como la mayor parte del Estado se ubican dentro de la región fisiográfica Eje Neovolcánico, algunos investigadores lo consideran como el cinturón volcánico transmexicano, todo ello se traduce en que esta zona se caracteriza en esencia por su gran contenido de rocas volcánicas y de sedimentos volcanogénicos; la zona en estudio se encuentra asentada sobre tres tipos de rocas principales: las Andesitas (A), las Areniscas (ar) y Aluvial (al) (<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/timilpan>).

De acuerdo a la cartas Geológicas de INEGI Esc. 1:50 000, todos los sitios de muestreo se ubican en rocas: ígneas extrusivas, tipo: andesita del Cenozoico (fig. 6).

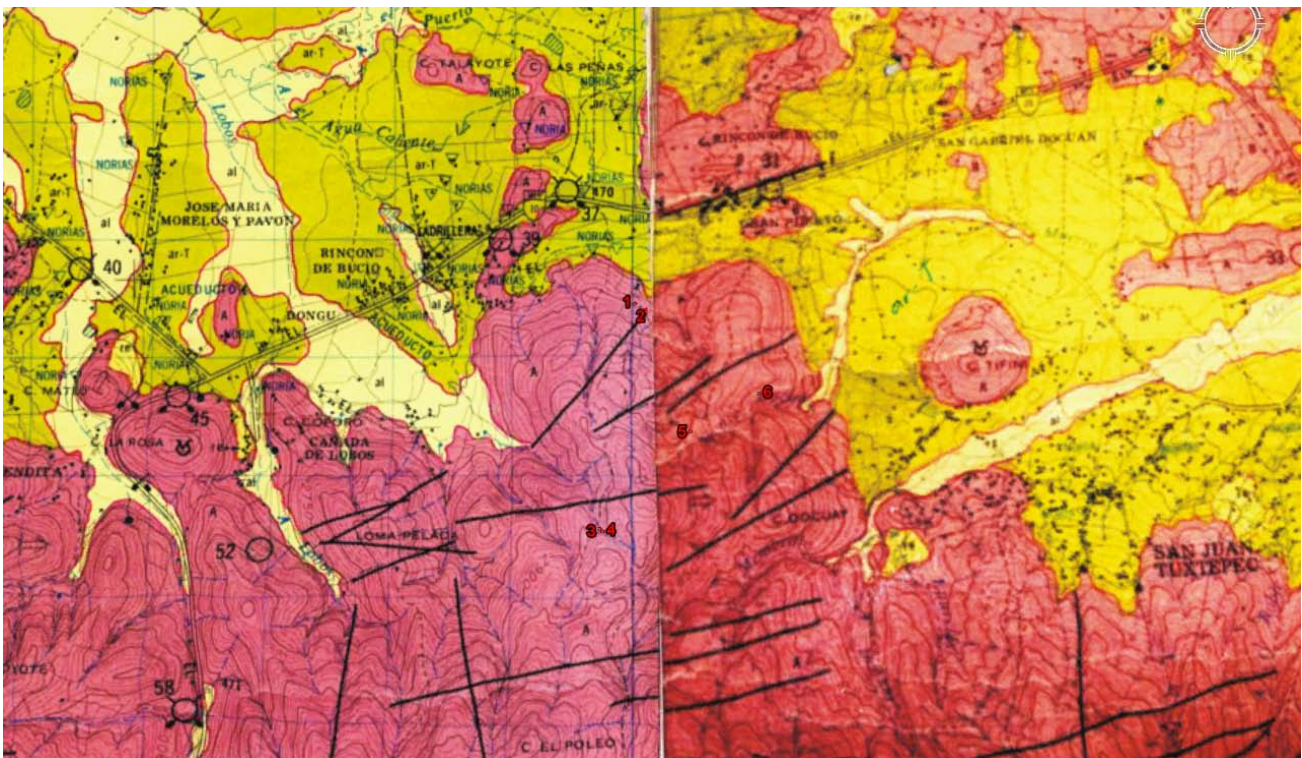


Figura 6. Cartas Geológicas INEGI Esc. 1:50 000 (E14 A17- E14 A18). Los sitios de muestreo se ubican en andesita del Cenozoico.

Prácticamente la Sierra de San Andrés se ubica sobre roca de tipo Andesitas (A), cuyo origen es ígneo extrusivo, este tipo de rocas se caracteriza por su alta angulosidad, su coloración rosa claro el cual puede apreciarse de una forma real en la cañada de lobos. En esta región que se caracteriza además por ser montañosa se observan fracturas con una orientación este-oeste en su gran mayoría, aunque de manera local se presentan fracturas con una dirección norte-sur (<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/timilpan>).

6.6 Edafología

De acuerdo a las cartas Edafológicas INEGI 1:50 000, en la Sierra de San Andrés predomina el suelo de tipo Feozem y pequeñas porciones de Luvisol (fig. 7), los sitios de muestreo se ubicaron en las unidades de suelo que se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Unidades de suelo en la que se ubican los diferentes sitios. Según clasificación FAO/UNESCO 1970 (modificada por CETENAL).

Sitio	Unidad de suelo	Suelo predominante	Suelo Secundario/terciario	Fase salina y/o sódica	Clase textural de la unidad cartográfica
1	HI+Th+Lc/2	Feozem lúvico	Andosol humico + Luvisol crómico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina	media
2	Lc+HI/2	Luvisol crómico	Feozem lúvico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina.	media
3	HI+Th+Lc/2	Feozem lúvico	Andosol humico + Luvisol crómico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina	media
4	HI+Th+Lc/2	Feozem lúvico	Andosol humico + Luvisol crómico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina	media
5	HI+Th+Lc/2	Feozem lúvico	Andosol humico + Luvisol crómico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina	media
6	HI+Th+Lc/2	Feozem lúvico	Andosol humico + Luvisol crómico	Lítica (lecho rocoso entre 10 y 50 cm de profundidad. Se omite cuando el Litosol domina	media



Figura 7. Se muestra la ubicación de los sitios de muestreo en las unidades de suelo. Fuente: Carta Edafológica INEGI. Esc. 1:50 000 (E14 A17 Atlacomulco y E14 A 18 Tepeji del Río).

6.7 Hidrología

De acuerdo con el INEGI, la zona en estudio se ubica en la Región Hidrológica Pánuco, Cuenca Río Moctezuma. La corriente más importante de esta cuenca es el principal afluente del río Pánuco, teniendo como origen al río San Juan y al río Tula, el cual después de un recorrido de 174 km. cambia de nombre a río Moctezuma.

En la zona de estudio solo se presentan escurrimientos intermitentes (fig. 8).

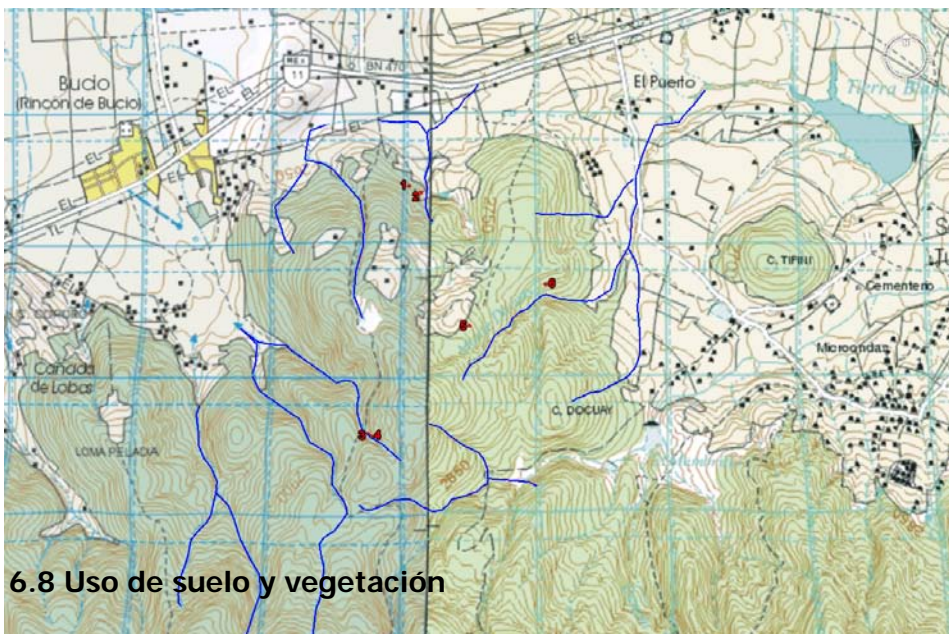


Figura 8. Porción de carta topográfica INEGI. 1: 50 000. Escurrimientos dependientes de la precipitación cercanos a los sitios de muestreo.

6.8 Uso de suelo y vegetación

De acuerdo a los usos de suelo definidos en las cartas temáticas de SEMARNAT (2000), la zona en estudio se inserta en la Sierra de San Andrés, que sostiene ecosistemas de Bosque de Encino y en menor proporción Bosque de Coníferas, e observa también la expansión de actividades agrícolas (fig. 9). Las figuras 10 y 11, son fotografías terrestres en las que se aprecia el paisaje de la zona de estudio.

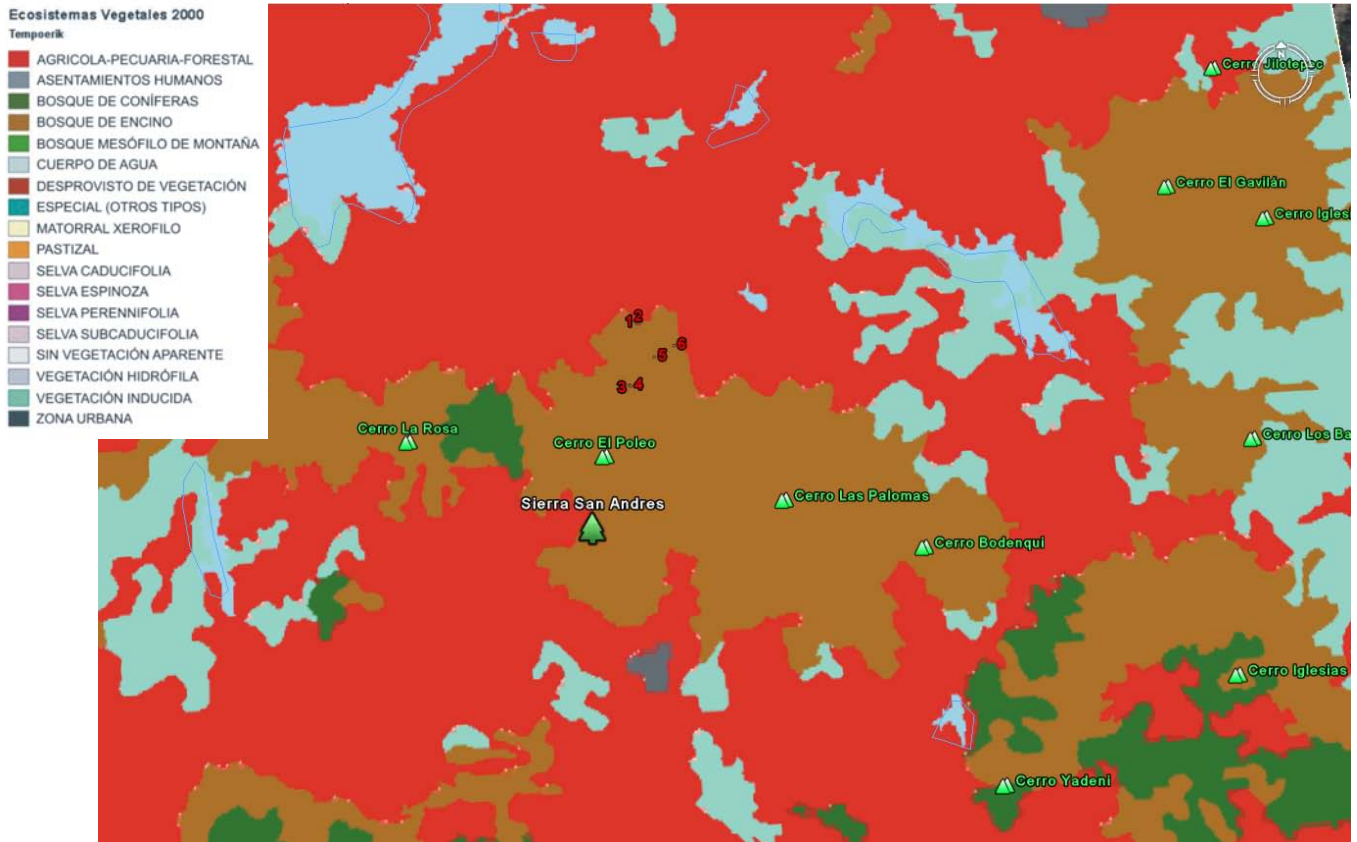


Figura 9. Ecosistemas vegetales existentes en la región de interés. Los sitios de estudio se ubican en bosque de encino (color café). Se observa también bosque de coníferas (verde) y la expansión de actividades agropecuarias (rojo).



Figuras 10 y 11. Fotografías terrestres de la zona de estudio. Bosque de encino.

6.9 Fauna

La fauna silvestre reportada para la zona se compone de especies como: conejo, liebre, zorra, zorrillo, tlacuache, ardilla, onza, ratón, hurón, tuza, tlalcoyote, coyote, tejón, cacomiztle, gato montés y armadillo. Las aves comunes son: águila común, cuervo, gavián, ganso, gallina del monte, lechuza, pitoreal, pato, paloma, pavo común, tórtola, chadejón, garzas, gallaretas, etc. Las variedades de peces más comunes son: trucha, mojarra, pescado blanco, carpa de Israel y charales (http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico).

6.10 Aprovechamiento actual del suelo

El Municipio de Timilpan cuenta con una superficie total de 17,702.45 ha, de éstas, el 33.80% está dedicado al sector agrícola, 26.47% es de uso forestal; los cuerpos de agua ocupan el 19.13%; el sector pecuario tiene para la realización de ésta actividad el 13.77% del total del territorio municipal. El área urbana equivale a 36.6 Has, representando el 0.20%, para otros usos se han destinado 5.50% y el 1.12% son zonas erosionadas (<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/timilpan>).

Los usos del suelo que destacan en el municipio de Chapa de Mota son tres: *forestal* que ocupa 13,429 ha y representa el 46.39% de la superficie total; *pecuario* con 9,227 ha (31.87%) y *agrícola* con 5,125 ha (17.70%). El resto se destina para los usos urbano (0.62%), suelo erosionado (1.02%), cuerpos de agua (0.52%) y otros (1.88%) (<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/chapa-de-mota>).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Caracterización edáfica de las unidades muestrales

El desarrollo del suelo y su diversidad depende en gran medida de los diferentes factores dentro de los que se encuentran el relieve, tiempo, clima, material parental y actividad biológica (Porta *et al.*, 2003). De manera regional el área de estudio, presenta una homogeneidad ambiental ya que hay una baja variabilidad en el clima, relacionada con las condiciones templadas subhúmedas; así como con la edad del material parental y de su composición, que se caracterizan como materiales del Cenozoico de composición rocas volcánicas y de sedimentos volcanogénicos.

La información bibliográfica sobre los suelos que se desarrollan en el área, se basa en la información de la conformación edáfica territorial del Estado de México, soportada por los reportes del recurso suelo del INEGI, cuya base de clasificación es la FAO/UNESCO (1970). De acuerdo con el mapa temático los principales grupos de suelo en la región son: Luvisol crómico, Feozem lúvico y Andosol húmico, dominados por texturas medias.

En la figura 12, se puede observar la ubicación de los sitios en los que se realizó el levantamiento de las muestras de suelo para llevar a cabo el análisis edafológico, los cuadros 5, 6, 7 y 8 muestran los resultados obtenidos en laboratorio de las características físicas y químicas del suelo de cada una de las estaciones en estudio.

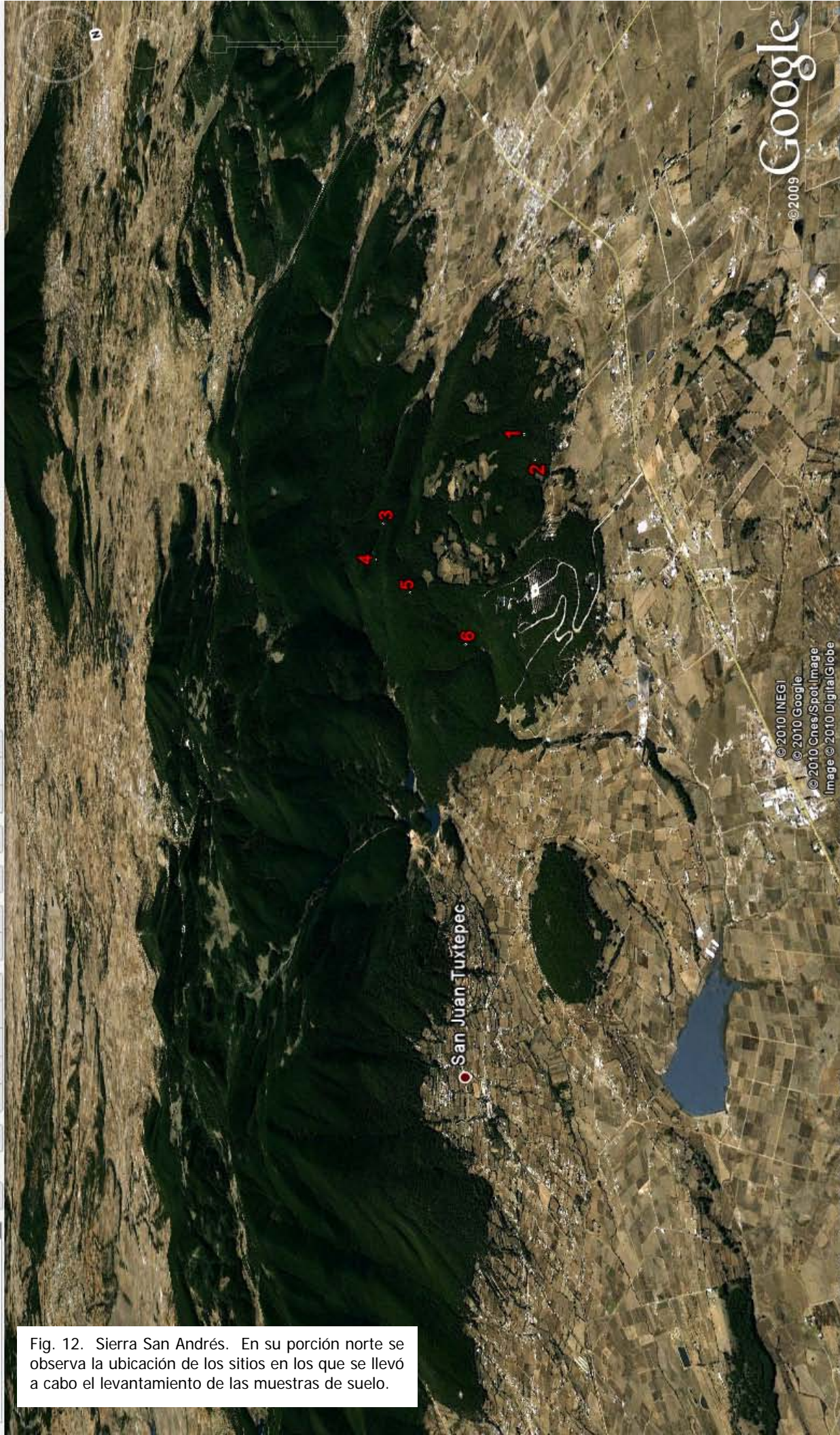








Fig. 12. Sierra San Andrés. En su porción norte se observa la ubicación de los sitios en los que se llevó a cabo el levantamiento de las muestras de suelo.

Cuadro 5. Características de ubicación y topográficas de los diferentes sitios.

Sitio	Pendiente (%)	Evaluación (atendiendo a los criterios propuestos por FAO)	Altitud (m)	Orientación
1	42.44	Muy Escarpado	2691	Norte 360°
2	44.50	Muy Escarpado	2706	Norte 360°
3	26.80	Escarpado	2880	Noroeste 320°
4	21.25	Escarpado	2793	Noroeste 320°
5	23.08	Escarpado	2820	Noreste 57°
6	28.67	Escarpado	2760	Sureste 175°

Cuadro 6. Propiedades físicas: Color del suelo

Sitio/1	2	3	4	5	6
Color en seco 10 YR 5/4 Pardo amarillento	10 YR 4/4 Pardo amarillento oscuro	10 YR 3/4 Pardo amarillento oscuro	10 YR 3/4 Pardo amarillento oscuro	10 YR 4/4 Pardo amarillento oscuro	10 YR 4/4 Pardo amarillento oscuro
Color húmedo 10 YR 3/3 Pardo oscuro	10 YR 3/3 Pardo oscuro	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro	10 YR 3/3 Pardo oscuro
					

Cuadro 7. Propiedades físicas del suelo de los 6 sitios de muestreo

Sitio	Textura	Estructura Método cualitativo	Densidad aparente (g/cm ³)	Densidad real (g/cm ³)	Porosidad %
1	Franco arcillo arenoso Arenas: 51% Arcillas: 24% Limos: 25%	Granular esferoidal media 80% Poliédrica subangular 20%	0.98 Bajo	2.17 Bajo	54.93 Alto
2	Franco arenoso Arenas: 63% Arcillas: 13% Limos: 24%	Granular esferoidal media 82.5% Poliédrica subangular 17.5%	0.86 Bajo	2.02 Bajo	57.26 Alto
3	Franco arenoso Arenas: 63 % Arcillas: 7% Limos: 30%	Granular esferoidal media 80% Poliédrica subangular 20%	0.70 Bajo	1.97 Bajo	64.47 Alto
4	Franco arenoso Arenas: 65% Arcillas: 5.5% Limos: 29.5%	Granular esferoidal media 80% Poliédrica subangular 20%	0.70 Bajo	1.90 Bajo	63.17 Alto
5	Franco arenoso Arenas: 65% Arcillas: 5% Limos: 30%	Granular esferoidal media 85% Poliédrica subangular 15%	0.72 Bajo	1.86 Bajo	61.95 Alto
6	Franco arenoso Arenas: 55% Arcillas: 18% Limos: 27%	Granular esferoidal media 80% Poliédrica subangular 20%	0.96 Bajo	2.21 Bajo	56.52 Alto

Cuadro 8. Propiedades químicas del suelo de los 6 sitios de muestreo

Sitio	MO %	pH	CICT 1 (cmol(+)K g-1 de suelo)	Ca %	Mg %	Na ppm	K ppm	% Saturación de bases
1	5.3 Rico	5.05 Muy fuertemente ácido	17.86 Medio	19.95 Bajo	12.74 Medio	20.50 Muy pobre	24.5 Muy pobre	42.6
2	6.06 Rico	5.43 Fuertemente ácido	21.70 Medio	18.21 Bajo	6.71 Bajo	12.50 Muy pobre	28 Muy pobre	29.53
3	13.43 Muy rico	5.58 Fuertemente ácido	33.08 Alto	12.92 Bajo	10.84 Medio	14.25 Muy pobre	18 Muy pobre	16.56
4	11.42 Muy rico	5.73 Moderadamente ácido	33.92 Alto	13.22 Bajo	14.03 Medio	19.40 Muy pobre	19.65 Muy pobre	20.14
5	9.41 Muy rico	5.72 Moderadamente ácido	26.87 Medio	12.08 Bajo	13.42 Medio	12.15 Muy pobre	21.75 Muy pobre	20.41
6	5.88 Rico	5.04 Muy fuertemente ácido	20.78 Medio	21.84 Bajo	23.26 Alto	12.10 Muy pobre	30.5 Muy pobre	31.51

De acuerdo con los resultados del análisis edafológico, los sitios resultaron ser unidades con características físicas y químicas del suelo muy homogéneas. De acuerdo con León (1991), la baja variabilidad de las unidades del suelo se encuentra relacionada a la homogeneidad de los factores formadores, en tanto que las diferencias en grupos se encuentra asociada con las condiciones de microrelieve.

Por lo que el suelo en todos los sitios se considera es un Andosol, los cuales por su origen y mineralogía son ácidos y pobres en bases, además son muy ricos en materia orgánica, con densidades bajas (<1) y muy porosos, el hecho de que sean muy porosos provocan que las bases sean lixiviadas y el pH baje mucho, los Andosoles también se caracterizan por tener arcillas amorfas de baja capacidad. Todo esto concuerda con los datos que se obtuvieron en laboratorio.

Los Andosoles se presentan en climas, paisajes y materiales de origen muy variados, así como en grados de desarrollo muy diferentes. Están relacionados de manera estrecha con formaciones volcánicas, en especial con aquellas con materiales piroclásticos recientes. Se encuentran generalmente y más distribuidos en regiones con clima húmedo y perhúmedo, desde los trópicos al ártico. Son menos frecuentes en climas con una estación de secas prolongada y raros en condiciones áridas (Shoji *et al.*, 1993).

Se relacionan con casi todos los otros grandes grupos de suelos. Se distinguen el resto por poseer un horizonte ándico de 30 cm de profundidad en su superficie. Son suelos cuyas propiedades están determinadas, en mucho por la naturaleza de su fracción coloidal. Carecen de horizontes eluviales o iluviales de arcilla o humus (FAO, 1991).

La mayoría de los Andosoles tienen excelentes propiedades físicas tales como: alta disponibilidad de agua, facilidad para arados y una fuerte resistencia a la erosión hídrica. La primera es el resultado de la buena agregación y la estructura estable de estos suelos. La segunda implica a la vez, una fácil emergencia de plántulas y libre desarrollo de raíces, lo cual deriva de las bajas densidades aparentes y la consistencia friable de estos suelos. En tanto que la tercera es producto de la presencia de agregados estables y su alta permeabilidad. El enraizamiento en los Andosoles es denso y las raíces pueden penetrar a mucha profundidad. La actividad de la mesofauna es intensa (Sommer *et al.*, 2003).

Los Andosoles identificados en la zona de estudio presentaron valores de pH de alrededor de 5.04 a 5.73, por lo que se trata de Andosoles de moderado a fuertemente ácidos, esto implica que el suministro de nutrimentos es todavía adecuado y moderadamente intemperizables. De acuerdo al pH se puede suponer que existe buena disponibilidad de nutrientes como el boro, manganeso, fierro, azufre, magnesio. A la vez que los contenidos de materia orgánica son altos por lo que el suministro de nutrimentos de origen orgánico también lo es.

Los Andosoles del área de estudio son pobres en bases, y el hecho de que sean muy porosos provocan que las bases sean lixiviadas y el pH baje, por lo que nutrientes como Ca, P y K se encuentran en muy bajas cantidades. Sin embargo se considera que no son deficientes debido a que la vegetación los requiere en muy bajas concentraciones, y las concentraciones altas más bien están asociadas a problemas en las propiedades del suelo y la vegetación; por otra parte no se observó en las hojas un color oscuro, marchitez u otro síntoma que pudiera evidenciar la falta de ciertos elementos. Los suelos estudiados presentan además abundante espacio poroso y texturas dominantes franco arenoso, lo que favorece la infiltración del agua, un buen drenaje interno y asegura una relativa resistencia a la erosión. Se observó una buena penetración de raíces, ya que estos suelos poseen una estructura adecuada, un buen balance entre aire y agua, y no se encontraron barreras físicas ni químicas, que se interpongan en el crecimiento y penetración de las raíces, lo cual implica un buen anclaje y relativa estabilidad del sitio.

En función de lo anterior, el suelo valorado es adecuado para el establecimiento de los bosques de encino, edafológicamente los sitios de muestreo no presentan diferencias significativas para ser considerados unidades de suelo diferentes.

7.2 Estructura de la vegetación que sostienen los 6 sitios de muestreo

Los siguientes cuadros muestran los resultados en cuanto a la vegetación encontrada en cada sitio y su estructura. Los valores presentados para altura, cobertura y DAP corresponden al promedio (media) de la variable por especie.

Cuadro 9. Estructura de la vegetación del sitio 1.

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus crassipes</i>	6.8	5.74	14.53	8	0.04	20.51	161.73	0.11
<i>Quercus rugosa</i>	6.8	5.74	14.53	8	0.04	20.51	161.73	0.11
<i>Quercus candicans</i>	14.50	7.08	32.35	2	0.01	5.13	246.06	0.17
<i>Quercus crassifolia</i>	2.3	2.26	3.9	1	0.005	2.56	25.07	0.02
<i>Prunus serotina</i>	3.45	2.53	4.25	6	0.03	15.38	31.42	0.02
<i>Arbutus xalapensis</i>	4.04	3.20	7.50	2	0.01	5.13	50.27	0.04
<i>Garrya longifolia</i>	4.17	2.9	8.23	14	0.07	35.90	47.17	0.03
<i>Crataegus mexicana</i>	5.25	2.08	8	1	0.005	2.56	21.24	0.01
<i>Pinus radiata</i>	21	12.33	38.8	1	0.005	2.56	746.27	0.52

Cuadro 10. Estructura de la vegetación del sitio 2.

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus rugosa</i>	9.58	3.97	13.92	25	0.125	34.72	77.37	0.47
<i>Prunus serotina</i>	2.37	1.61	1.86	7	0.035	9.72	12.72	0.08
<i>Garrya longifolia</i>	3.24	2.93	5.20	37	0.185	51.39	42.14	0.26
<i>Crataegus mexicana</i>	3.47	2.51	3.67	3	0.015	4.17	30.93	0.19

Cuadro 11. Estructura de la vegetación del sitio 3

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus crassipes</i>	22	4.25	27	2	0.01	3.08	88.66	0.22
<i>Quercus rugosa</i>	9.75	4.20	14.25	2	0.01	3.08	86.59	0.22
<i>Quercus laurina</i>	15.19	4.70	17.75	8	0.04	12.31	108.43	0.27
<i>Garrya longifolia</i>	7.08	3.87	8.16	52	0.26	80	73.52	0.18
<i>Crataegus mexicana</i>	7	2.93	6	1	0.005	1.54	42.14	0.11

Cuadro 12. Estructura de la vegetación del sitio 4

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus crassipes</i>	18.1	9	40	1	0.005	1.56	397.61	0.47
<i>Quercus rugosa</i>	4.50	2.36	6.83	3	0.015	4.69	27.34	0.03
<i>Quercus crassifolia</i>	17.43	3.77	20.00	3	0.015	4.69	69.77	0.08
<i>Quercus laurina</i>	18.5	6.23	25.5	2	0.01	3.125	190.52	0.23
<i>Garrya longifolia</i>	7.58	3.86	8.42	53	0.265	82.8125	73.14	0.09
<i>Crataegus mexicana</i>	8.15	4.05	6.25	2	0.01	3.12	80.52	0.10

Cuadro 13. Estructura de la vegetación del sitio 5

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus crassipes</i>	15.25	5.98	20.25	2	0.01	2.67	175.54	0.18
<i>Quercus rugosa</i>	13.07	3.93	16.57	15	0.075	20	75.82	0.08
<i>Quercus dysophylla</i>	17.3	8.36	30	1	0.005	1.33	343.07	0.35
<i>Quercus laurina</i>	13.5	5.31	17.38	4	0.02	5.33	138.41	0.14
<i>Prunus serotina</i>	4.5	1.5	2	1	0.005	1.33	11.04	0.01
<i>Arbutus xalapensis</i>	11.63	5.72	16.50	4	0.02	5.33	160.61	0.16
<i>Garrya longifolia</i>	6.04	3.86	6.78	48	0.24	64	73.14	0.07

Cuadro 14. Estructura de la vegetación del sitio 6

Especie	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Índices (Estructura de comunidades)				
				Abundancia	Densidad	Densidad relativa	Cobertura	Cob. relativa
<i>Quercus rugosa</i>	10.14	4.37	16.11	9	0.045	16.67	93.74	0.10
<i>Quercus candicans</i>	14.10	6.33	24.11	9	0.045	16.67	196.69	0.21
<i>Quercus crassifolia</i>	11.20	4.90	17.83	3	0.015	5.56	117.86	0.13
<i>Quercus dysophylla</i>	15	6.7	31	1	0.005	1.85	220.35	0.24
<i>Quercus obtusata</i>	10.12	3.79	13.33	6	0.03	11.11	70.51	0.08
<i>Arbutus xalapensis</i>	5.14	2.7	10	9	0.045	16.67	35.78	0.04
<i>Garrya longifolia</i>	3.51	6.23	4.21	17	0.085	31.48	190.52	0.21

En relación a lo anterior, se encontraron distribuidas en la zona de estudio un total 12 especies arbóreas, de las cuales 7 pertenecen al género *Quercus* (Fagaceae) y 4 especies acompañantes que son: *Prunus serotina* (Rosaceae), *Arbutus xalapensis* (Ericaceae),

Garrya longifolia (Garryaceae) y *Pinus radiata* (Pinaceae). De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Forestal, todas las especies mencionadas se consideran especies asociadas a los bosques de *Quercus*. A pesar de ser una comunidad de *Quercus*, se observó que en todos los casos resulta dominante la especie *Garrya longifolia*, con una alta abundancia de individuos, sin embargo estos presentan menor talla y cobertura en comparación con otras especies menos abundantes, por ejemplo *Q. rugosa*.

Q. candicans, *Q. crassifolia*, *Q. dysophylla*, *Q. obtusata*, *Pinus radiata* y *A. xalapensis*, son especies con baja distribución y además con baja abundancia, no llegando a ser especies dominantes en ninguna caso; por otra parte *Q. laurina* y *Q. crassipes* se encontraron bien representadas en la zona de estudio pero con baja abundancia; finalmente *Q. rugosa*, *G. longifolia*, *C. mexicana* y *P. serotina* son especies ampliamente distribuidas y además presentan alta abundancia. *Q. rugosa*, *G. longifolia* son las especies dominantes en todos los casos (cuadro 14).

El sitio 1 registró la mayor riqueza con 9 especies diferentes y un total de 39 individuos, por su parte el sitio 5 registró menor riqueza con 7 especies diferentes pero con mayor abundancia con un total de 75 individuos. Como se puede ver en el cuadro 15 y en las siguientes gráficas.

Cuadro 15. Se muestra la distribución de las especies en los diferentes sitios así como su abundancia.

Especie/Sitio	1	2	3	4	5	6
<i>Q. laurina</i> Humb. & Bonpl			8	2	4	
<i>Q. candicans</i> Née	2					9
<i>Q. rugosa</i> Née	4	25	2	3	15	9
<i>Q. crassipes</i> Humb. & Bonpl	8		2	1	2	
<i>Q. crassifolia</i> Humb. & Bonpl	1			3		3
<i>Q. dysophylla</i> Benth					1	1
<i>Q. obtusata</i> Humb. & Bonpl						6
<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i> (Cav.) <i>McVaugh</i>	6	7			1	
<i>Arbutus xalapensis</i> H.B.K.	2				4	9
<i>Garrya longifolia</i> Rose	14	37	52	53	48	17
<i>Pinus radiata</i> D. Don	1					
<i>Crataegus mexicana</i> Moc. Sessé	1	3	1	2		
Total	39	72	65	64	75	54

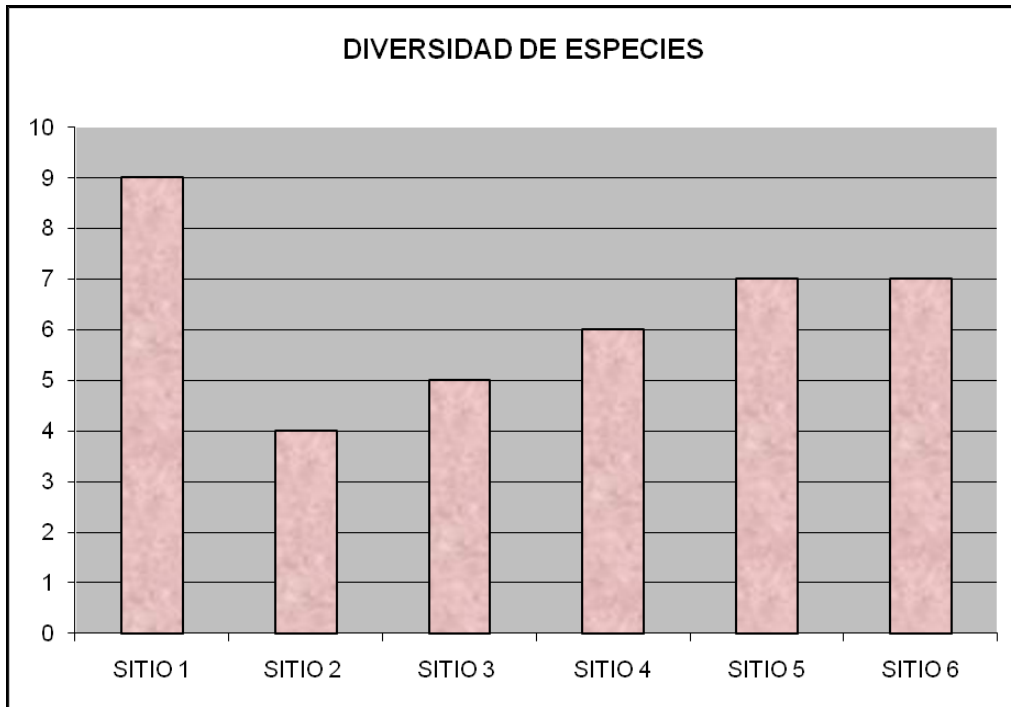


Figura 13. Número de especies diferentes encontradas en cada sitio de muestreo. El sitio 1 con 9 especies diferentes y el sitio 2 con solo 4 especies diferentes.

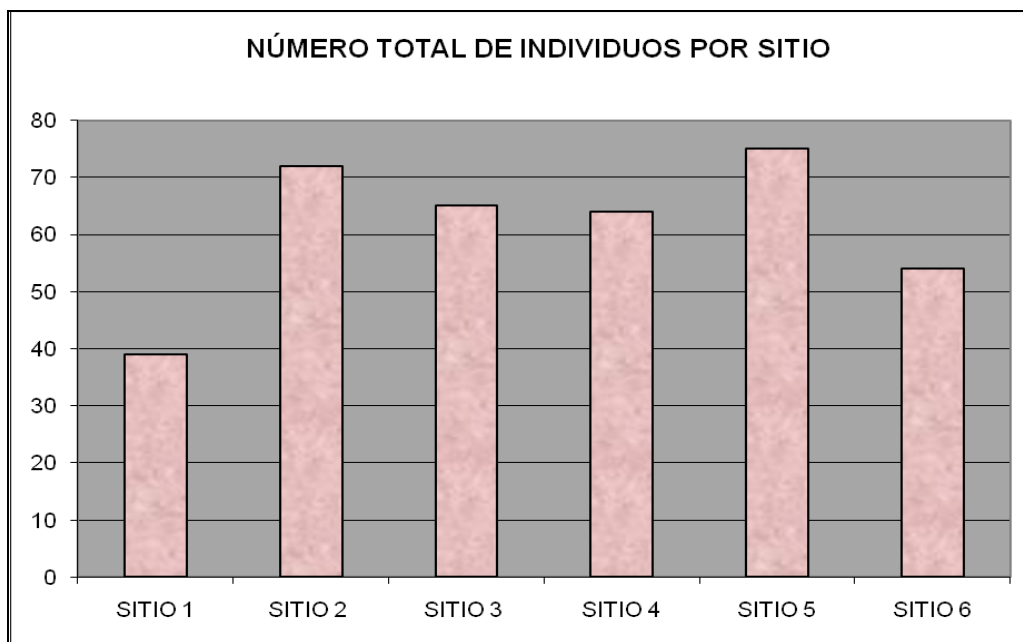


Figura 14. Número total de individuos de las diferentes especies encontradas en cada sitio. El sitio 5 presentó un total de 75 individuos de 7 diferentes especies, mientras que el sitio 1 presentó solo 39 individuos, sin embargo es el sitio con mayor diversidad de especies.

7.3 Análisis de conglomerados para evaluar la similitud entre los sitios y la vegetación.

Se llevó a cabo un Análisis de Conglomerados para evaluar la similitud entre los sitios de muestreo respecto a los factores edáficos evaluados. El segundo análisis de conglomerados permitió evaluar la similitud de los sitios en relación a las especies que se encontraron, de tal modo que se valoró si existe relación entre las características edáficas de los sitios y la presencia de la vegetación. El resultado es el siguiente:



Figura 15. Análisis de conglomerados que muestra la similitud de los sitios respecto a los factores evaluados.

El dendrograma sugiere la formación de 3 grupos similares; el primero lo conforman los sitios 1 y 2, caracterizados por ser sitios muy escarpados y presentar mayor grado de pendiente y menor altitud respecto a los demás. El sitio 3, con mayor altitud, alta porosidad, alta MO, alta CICT, baja concentración de K y bajo porcentaje de saturación de bases respecto a los demás. El tercer grupo, conformado por los sitios 4, 5 y 6 caracterizados por ser sitios con parámetros químicos y físicos muy similares.

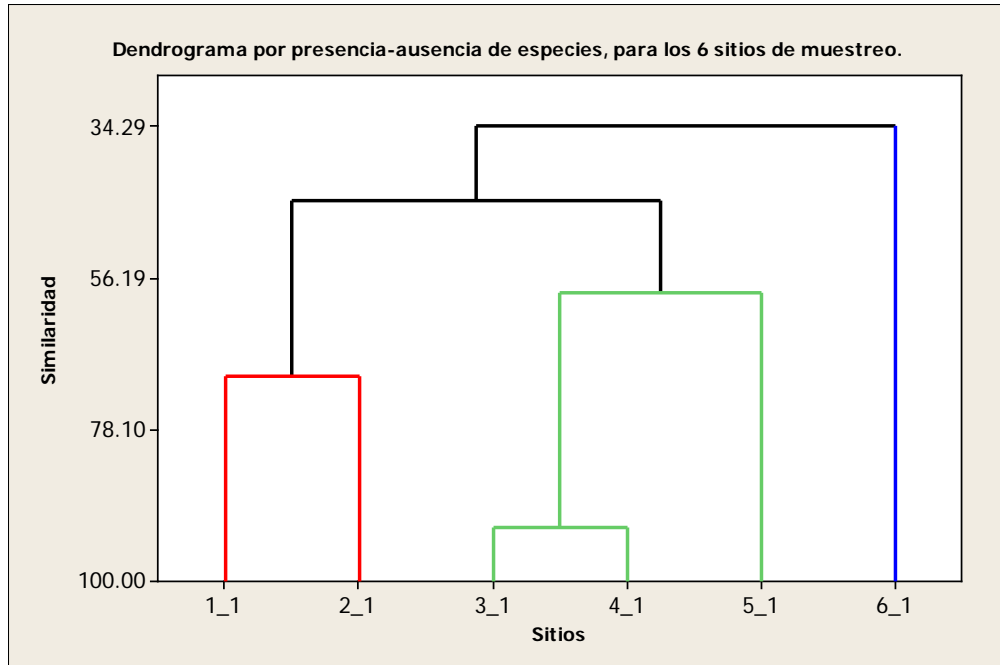


Figura 16. Análisis de conglomerados que muestra la similitud de los sitios respecto a las especies de vegetación encontradas

El resultado de este análisis indica la agrupación de 4 grupos, el sitio 1 y 2 son sitios similares, lo cuales coinciden con la presencia de 4 especies en común (*Q. rugosa*, *Prunus serótina*, *Garrya longifolia*, *Crataegus mexicana*). Las unidades 3 y 4 son muy similares encontrándose 5 especies en común (*Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes*, *Garrya longifolia* y *Crataegus mexicana*). El sitio 5 coincide con 4 especies del sitio 3 y 4 (*Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. crassipes* y *Garrya longifolia*). Finalmente el sitio 6 es diferente a todos.

La similitud de la distribución de especies puede asociarse a la posición espacial en la que se ubicaron las estaciones de muestreo, es decir, mientras más cercanos se encontraban los sitios uno del otro, mayor la similitud entre las especies (fig.17). Lo que a su vez se asocia a las diferencias de microrelieve y condiciones ambientales distintas. Se observa que el sitio 1 y 2 son similares en cuanto a sus parámetros ambientales y el tipo de vegetación que se encontró. Como se mencionó los sitios 1 y 2 son muy escarpados y presentan mayor grado de pendiente y menor altitud respecto a los demás.

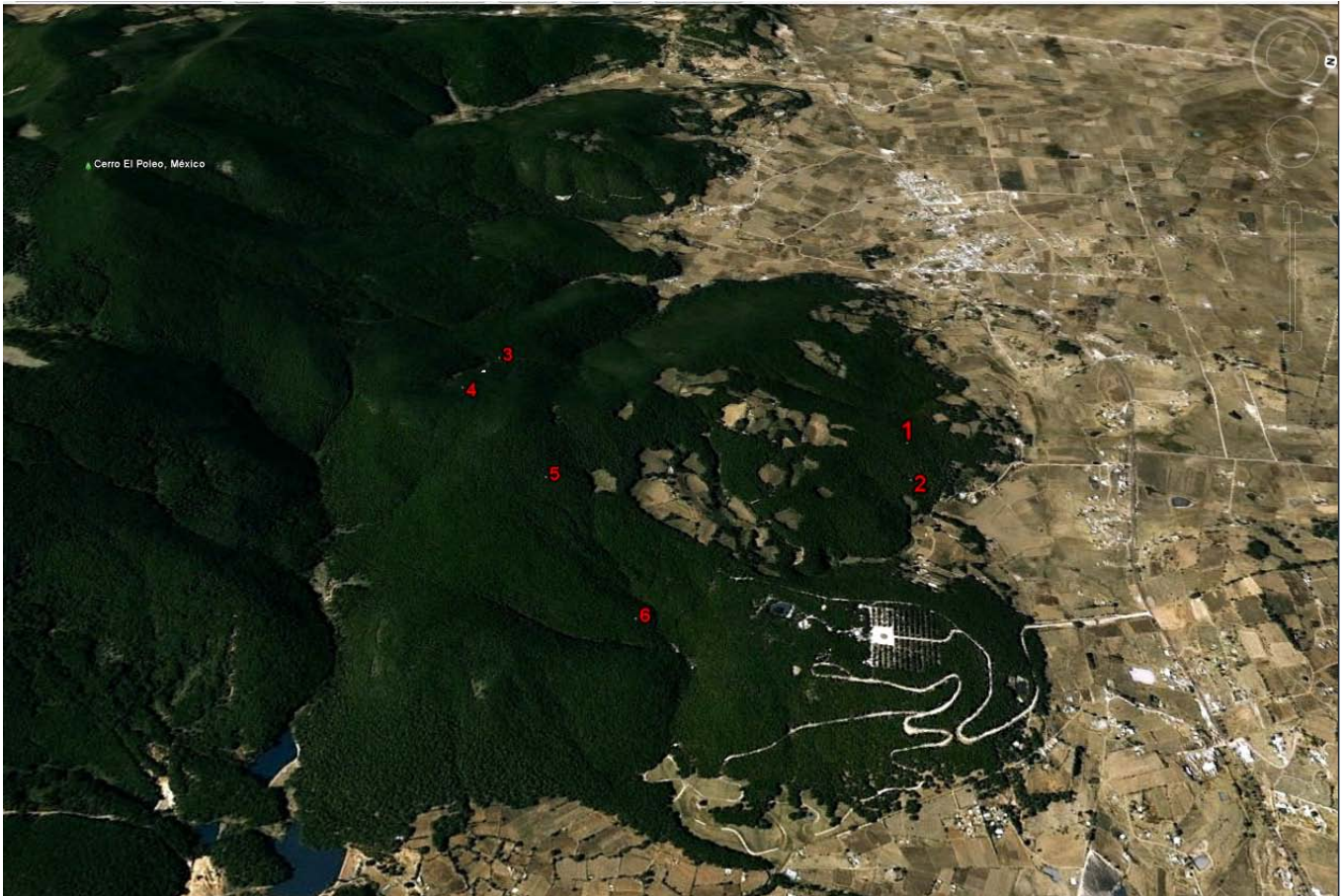


Figura 17. Ubicación de los 6 sitios de de nuestro, al norte de la Sierra San Andrés, se observa que las unidades cercanas coinciden con la presencia de especies.

Por otra parte, no se observa relación de similitud entre las características ambientales de los sitios 3, 4, 5 y 6 y las especies encontradas. Sin embargo para poder evaluar si existen o no relación significativa entre un parámetro ambiental y la presencia de las especies se llevó a cabo el siguiente análisis de correlación.

7.4 Relación entre las especies y las propiedades físicas y químicas del suelo, de acuerdo al análisis de correlación de Sperman

Par evaluar la correlación (la asociación o interdependencia) entre las variables, se llevó a cabo el análisis de *Correlación de Sperman*. Se compararon las características poblaciones de las diferentes especies respecto a los factores edáficos estudiados. Solo *Q. rugosa* y *G. longifolia* mostraron relación estadísticamente significativa (directa o inversamente proporcional) respecto a algún factor ambiental.

Los factores que presentaron relación estadísticamente significativas son aquellos que presentaron un valor de $F = p < .05$. Los cuadros de todos los valores obtenidos al someter los datos al análisis de Correlación de Sperman se muestran en el anexo 3.

De acuerdo al resultado de este análisis se desprende lo siguiente:

La especie *Q. rugosa* presenta individuos de mayor altura, cobertura, DAP, abundancia, densidad y cobertura (índice), en sitios con las siguientes características:

- Alta densidad real
- pH moderadamente ácido
- Baja concentración de Na
- Baja concentración de Ca
- Alta concentración de K.
- Baja CICT.

El análisis indica sugiere *G. longifolia* presenta individuos de mayor altura, cobertura, DAP, abundancia, densidad y cobertura (índice), en sitios con las siguientes características:

- Pendiente menos pronunciada
- Alta porosidad del suelo
- Baja densidad aparente y real del suelo
- Alta concentración de Mg
- Baja concentración Na.
- Baja concentración de K
- Alta concentración de materia orgánica
- pH fuertemente ácido
- Alta CICT

Finalmente para las dos especies que tuvieron relación con las propiedades físicas y químicas del suelo, se presentan los siguientes dendogramas, que muestran como se agrupan los 6 sitios de acuerdo a todas las variables de vegetación medidas para cada una de las especies (altura, cobertura, DAP, abundancia, cobertura, densidad y cobertura), y de este modo muestran el comportamiento de *Q. rugosa* y *G. longifolia* en los 6 sitios de muestreo. Dicho de otra manera, estas gráficas agrupan los sitios que más se parecen en cuanto a las variables de vegetación valoradas.

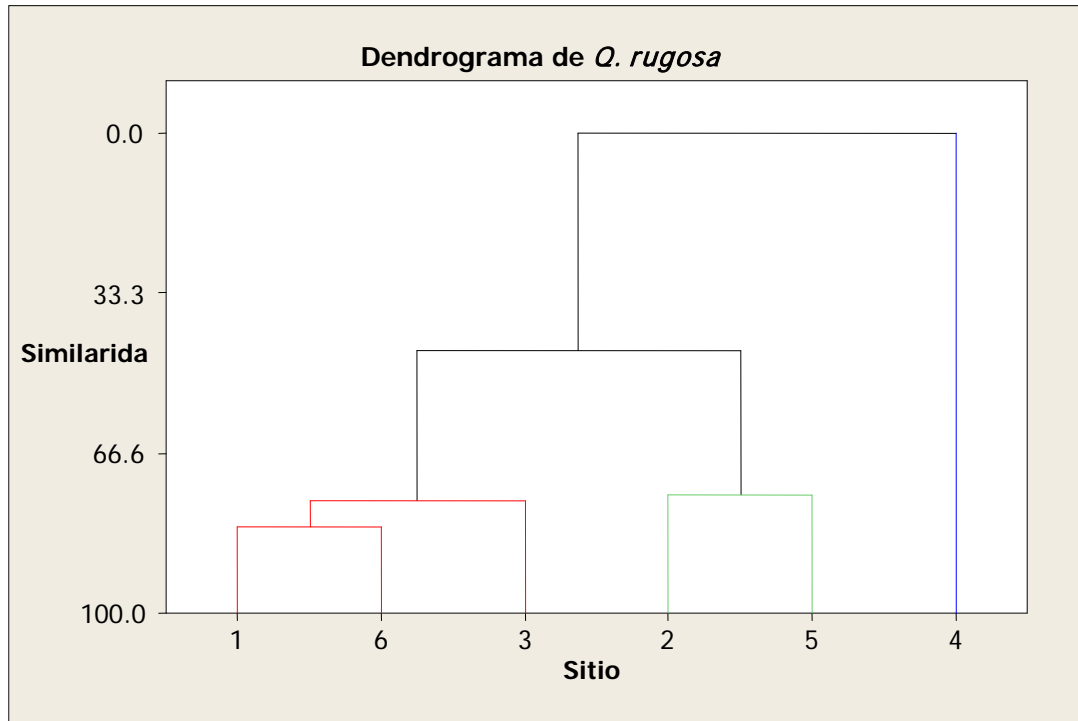


Figura 18. Análisis de conglomerados que agrupan los sitios que más se parecen en cuanto las variables de vegetación valoradas para *Q. rugosa*.

Cuadro 16. Resultados del análisis de conglomerados, se muestra el valor (media) de cada una de las variables en los diferentes clusters.

<i>Quercus rugosa</i>				
Variable (media)	Cluster 1 (sitios 1,6,3)	Cluster 2 (sitios 2, 5)	Cluster 3 (sitio 4)	Grand centroid
Altura (m)	9.47	11.32	4.50	9.26
Cobertura (m)	4.33	3.95	2.36	3.87
DAP (cm)	18.77	15.24	6.83	15.60
Abundancia (núm. de individuos)	5	20	3	9.66
Densidad	0.02	0.10	0.02	0.05
Densidad Relativa	10.0	27.13	4.69	14.82
Cobertura	92.22	76.59	26.34	76.03
Cobertura Relativa	0.13	0.27	0.03	0.16

El dendograma indica que de acuerdo a la similitud entre las características de los individuos y estructura poblacional de *Quercus rugosa*, las características poblacionales de la especie es similar en los sitios 1, 3 y 6; un segundo cluster lo forman los sitios 2 y 5, y finalmente el cluster con el sitio 4. Analizando el cuadro de resultados se observa que en el cluster 2 se agrupan los individuos con mejores características y en el cluster 3 los menos favorecidos. Lo anterior sugiere, que al comparar los grupos obtenidos de acuerdo al conjunto de parámetros ambientales medidos, no existe relación entre los factores ambientales que caracterizaron a cada estación con la distribución y comportamiento de *Quercus rugosa*, sin embargo el *Análisis de Correlación de Spearman*, arroja que determinadas características edafológicas (alta densidad real, pH moderadamente ácido, baja concentración de Na y Ca, baja CICT, alta concentración de K), favorecen a esta especie, en términos de que, sus individuos son más altos, presentan mayor cobertura, DAP, abundancia, densidad, etc.

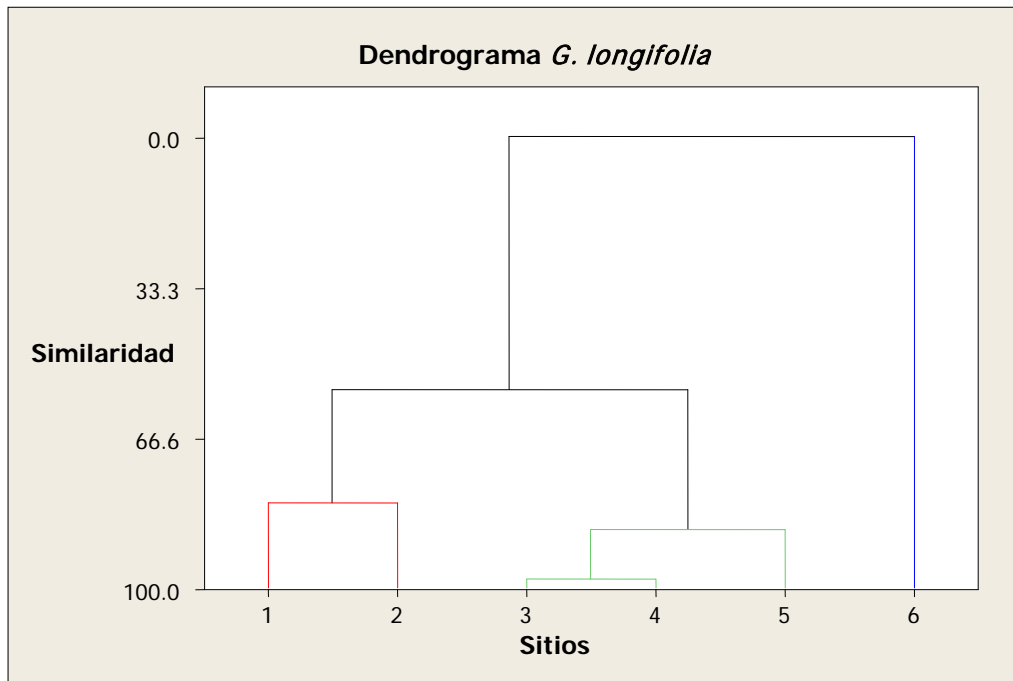


Figura 19. Análisis de conglomerados que agrupan los sitios que más se parecen en cuanto las variables de vegetación valoradas para *G. longifolia*.

Cuadro 17. Resultados del análisis de conglomerados, se muestra el valor (media) de cada una de las variables en los diferentes clusters.

<i>Garrya longifolia</i>				
Variable (promedio)	Cluster 1 (sitios 1,2)	Cluster 2 (sitios 3,4,5)	Cluster 3 (sitio 6)	Grand centroid
Altura	3.70	6.90	3.51	5.27
Cobertura	2.91	3.86	6.23	3.94
DAP	6.71	7.78	4.21	6.83
Abundancia	25.50	51	17	36.83
Densidad	0.13	0.25	0.09	0.18
Densidad Relativa	43.64	75.60	31.48	57.59
Cobertura	44.65	73.26	190.52	83.26
Cobertura Relativa	0.14	0.11	0.21	0.14

De acuerdo al análisis, los individuos de *Garrya longifolia*, se encuentran favorecidos por determinadas características edafológicas, observadas principalmente en el sitio 3 y 4. En este caso, se observa mayor similitud entre la agrupación de sitios de acuerdo a la características de la especie y el dendrograma de los parámetros ambientales evaluados. Lo que sugiere, que los individuos de *G. longifolia* pueden verse favorecidos por determinadas características edafológicas, como lo son sitios con pendiente menos pronunciada, con densidades bajas, alta porosidad, alta concentración de Mg y MO, baja concentración de Na, pH moderadamente ácido, así como alta CICT. Aunque para ambos casos, tanto *Q. rugosa* como *G. longifolia*, son de amplia distribución y especies dominantes, lo que a su vez nos dice que son especies de mayor tolerancia a las condiciones ambientales.

En función de lo anterior, no se encontró una clara relación entre las diferencias edáficas presentadas en los sitios y el establecimiento de la vegetación que sostienen. Toda vez

que el análisis edafológico muestra que todos los sitios son de tipo Andosol y con variaciones de los parámetros físicos y químicos del suelo poco significativas. Por su parte, los *Dendogramas de similitud* muestran que el sitio 1 y 2 presentan características edáficas y de vegetación similares, pero al someter los datos al análisis de correlación, no se encontró una relación entre factores, es decir los parámetros edáficos evaluados no están influenciando la distribución y características de la vegetación. Sin embargo, el análisis de Correlación de Spermán indica que algunas características del suelo pueden favorecer el crecimiento y desarrollo de *Q. rugosa* y *G. longifolia*, sin embargo al ser dos especies de amplia distribución en la región, no se puede decir que los factores edáficos estén determinando su presencia, en todo caso se sigue que estén favoreciendo su establecimiento y desarrollo.

En ese sentido, es importante recordar que existe una serie de factores no analizados en este trabajo y que igualmente tienen influencia en la vegetación y que además, en la realidad muchos de ellos están correlacionados, entre estos: factores ambientales, factores bióticos, históricos, el azar, etc.

Cabe decir que dada la escasa literatura que existe de estudios que en específico evalúen las relaciones entre factores edáficos y la presencia de la especie de encino, es difícil poder comparar los presentes resultados con los de otros autores y considerando que el objetivo de este trabajo no es la comparación de datos si no la obtención de los mismos. Los pocos estudios relacionados con este trabajo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 18. Análisis comparativo de los resultados obtenidos en estudios previos con alguna relación con el presente trabajo.]

Estudios previos	Este trabajo
Encina y Villareal (2002). Encontraron que las características físicas del suelo como son la profundidad, textura y pedregosidad, así como las condiciones de humedad, son factores determinantes en la definición del hábito de crecimiento de los encinos. Condiciones de humedad, es donde a menudo se presentan especies de hábito de crecimiento arbóreo; algunos de estas mismas especies al crecer en laderas con condiciones climáticas xéricas, con suelos pocos profundos y pedregosos, se presentan como arbustos o árboles bajos.	No se encontró relación entre la textura del suelo y la presencia de la vegetación, cabe decir que en este estudio no se evaluaron los hábitos de crecimientos de las especies. La textura del suelo resultó franco arenoso a excepción del sitio 1 con textura de tipo franco arcillo arenoso, por lo que evidentemente al ser prácticamente el mismo tipo textural en todos los sitios, no se puede considerar que sea un factor que este influenciando a la vegetación.

Bachem y Rojas (1994), realizaron un estudio ecológico de la vegetación en la región de *Fraylesca*, Chiapas, observando que el bosque de *Quercus* se desarrollaba en tipo de suelo: Fluvisol eutrítico, Cambisol húmico y Alisol húmico de colores oscuro, café o café grisáceo, con textura franca arenosa, franca o arena franca y altos valores de materia orgánica. El pH variaba entre 4.4 y 4.9 para las asociaciones codominantes con el género *Pinus* y entre 5.6 y 7.05 para las restantes.

A diferencia de estos autores, el suelo predominante es de tipo Andosol, el cual presentó un pH ácido (5.04 a 5.73), pobres en bases, rico en materia orgánica, con densidades bajas (<1) y muy porosos. Obviamente la región estudiada presenta clima, historial geológico y edáfico diferente al analizado por dichos autores.

Figueroa *et al.* (1995), hicieron una caracterización de la variación del medio donde se distribuyen los bosques de encino y encino-pino; usando como referencia cuatro especies de amplia distribución (*Q. rugosa*, *Q. crassifolia*, *Q. castanea* y *Q. candicans*). Encontrando que la variación en profundidad, drenaje, textura, retención de humedad y permeabilidad son determinantes en la distribución de los encinos, así como en la variación anatómica de la madera.

Los suelos estudiados presentaron abundante espacio poroso y texturas dominantes franco arenoso, lo que favorece la infiltración del agua, un buen drenaje interno y asegura una relativa resistencia a la erosión. Se observó una buena penetración de raíces, ya que estos suelos poseen una estructura adecuada, un buen balance entre aire y agua. Como se indicó, en este estudio no se encontró una relación clara en la determinación de la distribución de las especies.

Encina y Villareal (2002), estudian la distribución y los aspectos ecológicos del género *Quercus* en el estado de Coahuila, encontrando que se distribuyen en un intervalo altitudinal de 1,500 a 2,700 m. El mayor número de especies se presenta en las sierras del noreste y sureste, donde la Sierra del Carmen es el macizo montañoso con más riqueza de encinos.

En este trabajo no se encontró que la altitud este limitando el crecimiento de las especies. Los sitios se ubicaron en un rango altitudinal de 2691 a 2880 m. De acuerdo a Rzedowski (1988), los bosques de *Quercus* se encuentran desde el nivel del mar hasta los 3100 m de altitud, aunque la mayoría se encuentran entre los 1500 y 3000 m.

Flores y Márquez (2004) realizaron un estudio poblacional de *Quercus oleoides* en un gradiente altitudinal del centro de Veracruz; concluyendo que la altitud es un factor que puede afectar tanto favorable como desfavorable a las poblaciones de encino.

Esta especie no se distribuye en la zona muestreada, en este estudio no se encontró que la altitud este limitando el desarrollo de las especies.

VIII. CONCLUSIONES.

Este estudio permitió conocer la estructura de la vegetación de la unidad orográfica Sierra de San Andrés, específicamente en su porción norte, la cual se incluye en una unidad ecológica que corresponde a lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos. Se identificaron un total de 12 especies arbóreas, de las cuales 7 pertenecen al género *Quercus* y 4 especies asociadas a los bosques de encino, de diferentes géneros: *Prunus serotina* (Rosaceae), *Arbutus xalapensis* (Ericaceae), *Garrya longifolia* (Garryaceae) y *Pinus radiata* (Pinaceae).

Q. candicans, *Q. crassifolia*, *Q. dysophylla*, *Q. obtusata*, *P. radiata* y *A. xalapensis*, son especies con baja distribución y además con baja abundancia, no llegando a ser especies dominantes en ningún caso; por otra parte *Q. laurina* y *Q. crassipes* se observan bien representadas en la zona de estudio pero con baja abundancia; finalmente *Q. rugosa*, *G. longifolia*, *C. mexicana* y *P. serotina* son especies ampliamente distribuidas y además presentan alta abundancia. *Q. rugosa* y *G. longifolia* son las especies dominantes en todos los casos.

Mediante el análisis edafológico en laboratorio, se corroboró que el suelo predominante de la región es un Andosol, de manera general presenta características del suelo adecuadas para el desarrollo y establecimiento de los bosques de encino. Los sitios estudiados presentaron características físicas y químicas del suelo muy similares.

Como resultado del análisis estadístico solo *Q. rugosa* y *G. longifolia* mostraron relación significativa respecto a algún factor ambiental. En ese sentido, *Q. rugosa* se encuentra influenciada por un pH moderadamente ácido, baja CICT, baja concentración de Na y Ca, así como mayor concentración de K y alta densidad real. Por su parte *G. longifolia* se encuentra favorecida en sitios con pendiente menos pronunciada, densidades bajas, pH moderadamente ácido, alta porosidad, alta concentración de Mg, MO y CICT y baja concentración Na. Sin embargo dado que estas especies están ampliamente distribuidas en la región de estudio, no se puede considerar que los factores arrojados por el análisis estadístico estén determinando su distribución, más bien nos sugiere que están favoreciendo su establecimiento y desarrollo. Esto abre la puerta a estudios comparativos en sitios de distribución de especies como *Q. rugosa* y *G. longifolia*, en diferentes zonas del país o en diferentes tipos edáficos.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, la distribución y estructura de las especies no se encuentra determinada por los factores edáficos evaluados. La poca variabilidad y baja correlación de los factores edáficos con las especies, puede ser consecuencia de que las unidades muestrales se ubicaron en un mismo tipo de suelo, pero además estas unidades resultaron muy homogéneas en cuanto a sus características físicas y químicas valoradas en laboratorio. Por lo anterior no fue

posible definir algún parámetro ambiental o un conjunto de factores como determinante de la presencia o ausencia de las diferentes especies.

Se reconoce que, en términos generales, el entorno de los factores edáficos investigados en este estudio fue muy restringido, y que un estudio posterior que considere las recomendaciones que se desprenden del presente trabajo, podría encontrar que varias especies muestran una distribución no aleatoria a lo largo de pequeños gradientes edáficos.

Se observa claramente que el arreglo de la vegetación en cada unidad muestral fue diferente, lo que sugiere que pudiera relacionarse con algún factor ambiental no analizado en este estudio. Concluyendo que los efectos edáficos son muy complejos y que varios de los factores medidos así como los no estudiados afectan la distribución de las diferentes especies. Cabe recordar, que existen una serie de factores "no asociados al suelo" y que igualmente ejercen su influencia en la distribución de la plantas: otros factores ambientales, factores bióticos, históricos, el azar, etc.

Se recomienda que para futuros estudios dirigidos a establecer posibles efectos del suelo en la estructura y composición de los bosques de encino, la mejor estrategia es trabajar áreas homogéneas en cuanto a clima e historial de perturbaciones, pero heterogéneas en cuanto a los tipos de suelos que presenta.

Finalmente es importante decir, que la zona estudiada presenta una alta presión derivada de las actividades productivas y la expansión urbana, que ganan terreno a los suelos forestales. Dada la problemática ambiental de la región, es una necesidad conservar y aprovechar de forma racional los recursos naturales, para lo cual se requiere desarrollar estrategias de conservación que intenten reducir la pérdida de la biodiversidad. Sin embargo, para poder manejar los recursos vegetales es necesario continuar con estudios que evalúen a fondo la influencia de los factores ambientales en la distribución y fisiología de las especies.

Los encinos se han sugerido como especies clave en la rehabilitación y restauración de bosques, pues aunque no se consideran especies pioneras, pueden reclutarse en etapas tempranas de la sucesión secundaria. Por otra parte, los encinos son árboles idóneos para las reforestaciones urbanas, ya que su lento crecimiento evita las interferencias con el cableado aéreo de las calles, por lo que sigue siendo de importancia conocer el sustrato más adecuado para su óptimo desarrollo. A ambos aspectos que se les ha dado muy poca importancia en nuestro país.

En cuanto al recurso suelo, cabe señalar que la calidad del mismo, puede verse amenazada por el cambio que actualmente se está dando en el uso del suelo de muchas áreas rurales del Estado de México, tales como, el abandono de campos de cultivos y tala

de bosques, como fuente alternativa de ingresos a la agricultura, de tal forma que la deforestación provoca una disminución de la cobertura vegetal y un aumento de la superficie del suelo afectada por fenómenos erosivos. Particularmente cuando se producen cambios en el uso y manejo de Andosoles, se desencadenan importantes eventos erosivos que pueden incluso afectar a la totalidad del suelo, dejando numerosos afloramientos rocosos en superficie. En ese sentido, conservar las comunidades vegetales a su vez permite conservar la calidad de los suelos.

XI. LITERATURA CITADA

- Bachem, C. U. y Rojas, C. R. 1994. Contribución al estudio ecológico de la vegetación de la "Fraylesca" Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología. FESI. UNAM. México. 184 pp.
- Begon, M.; H. Harper y C. Townsend. 1995. Ecología de Individuos, Poblaciones y Comunidades. Ed. Omega. España.
- Braun Blanquet, J. 1979. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume Edic. Madrid.
- Cortés-Castelán, José C.; Islebe, Gerald A. 2005. Influencia de factores ambientales en la distribución de especies arbóreas en las selvas del sureste de México. Revista de Biología Tropical. 01-MAR-05.
- Daubenmire, R. T. 1990. Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de Plantas. 3ra edición de la tercera reimpresión. Ed. Limusa. México. 496 pp.
- Encina, D. J. A. y Villareal, Q. J. A. 2002. Distribución y Aspectos ecológicos del género *Quercus* (FAGACEAE), en el Estado de Coahuila, México. Polibotánica. Num. 13:1-23, 2002.
- FAO. 1991. World soil resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Italy, 58 pp. (World Soil Resources Report No. 66).
- Figueroa R., B.L; S. Moreno-Gómez y M. Olvera-Vargas. 1995. Fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra e Manantlán, Jalisco. *Memorias del III Seminario sobre utilización de encinos*. Fac. Cienc. For; Univ. Aut. Nvo. León. Reporte científico especial No. 15, Tomo I. p 137-147.
- Flores, R. C. I. y Márquez, R. J. 2004. Estudio Poblacional de *Quercus oleoides* Schl. et Cham. En un gradiente altitudinal del centro de Veracruz, México. Forestal Veracruzana, año/vol. 6, número 001. pp 9-14.
- Gaucher, G. 1971. El suelo y sus características agronómicas. Omega. Barcelona 646 pp.
- Granados-Sánchez, D.; G. L. López-Ríos y J. L. Gama-Flores, 1999. Fragmentación del hábitat y fragmentación de áreas naturales protegidas. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 5(1): 5-14.

- Greulach, A. V. y Adams, E. J. 1980. Las plantas. Introducción a la botánica moderna. Segunda reimpresión de la primera edición. Ed. Limusa. México. 679 pp.
- Guariguata, R. M. y Kattan, H. G. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Ed. LUR. Costa Rica. 691pp.
- Hammer, R. D. 1998. Space and time in the soil landscape: the ill-defined universe. Pp. 105-140 en D. L. Peterson y V. T. Parker, editors. Ecological Scale: Theory and Applications. Columbia University Press, USA.
- Hernández, C. M. E. y García, E. 1997. Condiciones Climáticas de las zonas áridas de México. Geografía y Desarrollo. Revista del Colegio Mexicano de Geografía, A.C. 15:5-16,1997.
- Hernández-Vargas, G; L.R. Sánchez-Velásquez, Th. Carmona-Valdovinos, M. R. Pineda-López y R. Cuevas-Guzmán. 2000. Efecto de la ganadería extensiva sobre la regeneración arbórea de los bosques de la Sierra de Manantlán. *Madera y Bosques*. 6(2):13-28.
- Jones, J. H. 1986. Evolution of the Fagaceae: the implications the foliar features. Ann. Missouri Bot. Gard. 73: 228-275.
- Lamprecht, E. W. 1962. Ensayo sobre métodos para análisis estructural de los bosques tropicales. Acta Científica Venezolana 12 (2).65.
- Latham, R. E. y Ricklefs, R. E. 1993. Continental comparisons of temperate-zone species diversity. - In: Ricklefs, R. E. and Schluter, D. (eds), Species diversity in ecological communities. Univ. of Chicago Press, Chicago, pp. 294-314.
- León, A. R. 1991. Nueva Edafología. Regiones tropicales y áreas templadas de México. 2da. Edición. Ed. Fontamara. México. 366 pp.
- Luna-José, A. de L; L. Montalvo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 72:107-117.
- Malleux, O. J. 1982. Estudio de la Relación Tipo de Bosque-Especie, en los Bosques de la Colonización de Jerano Herrera. Revista Forestal del Perú. v.5 (1-2) 1-6.
- Manos, P. S., J. J. Doyle y K. C. Nixon. 1999. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution 12: 333-349.

- Matteucci D. S. y Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Unidos Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D. C.
- Muñoz, I. D. J., Mendoza, C. A., López, G. F., Soler, A. A. y Hernández, M.M. 2006. Edafología, Manual de métodos de análisis de suelo. Segunda reimpresión de la primera edición. FES-UNAM. 82 pp.
- Narro, F. E. 1994. Física de Suelos. Trillas. México. 195 pp.
- Nixon, K. C. 1993. The genus *Quercus* in Mexico: In Biological Diversity of Mexico Origins and Distribution. New York, Oxford University Press. 447-458 p.
- Rohlf, F. 1997. Numerical taxonomy and multivariate análisis system. Version 2.0. New York.
- Oliveros, G. O. 2000. Descripción estructural de las comunidades vegetales en las terrazas fluviales del río Salado, en el Valle de Zapotitlán de las Salinas. Puebla. Tesis Licenciatura en Biología. FESI. UNAM. México. 104pp.
- Porta, C. J., López, A. R.M. y Roquero, D. L.C. 2003. Edafología para la Agricultura y el medio ambiente. 3ra. Edición. Ediciones Munti. Prensa. México. 929 pp.
- Rodríguez, I. y Romero, S. 2007. Arquitectura Foliar de Diez Especies de Encino (*Quercus*, FAGACEAE) de México. *Acta Botánica Mexicana* , 81, 9-34.
- Romero, R. S., Rojas, Z. C. E. y Aguilar, E. M. L. 2002. El género *Quercus* (FAGACEAE) en el estado de México. ANN. MISSOURI BOT. GARD. 89: 551–593. 2002.
- Romero, R. S. 1993. El género *Quercus* (FAGACEAE) en el estado de México. Tesis de Maestría en Biología. FESI. UNAM. México. 158 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Cuarta reimpresión de la primera edición. Ed. Limusa. México. 432 pp.
- Shoji, S., J.M. Nanzyo y R. Dahlgren. 1993. Volcanic ash soils, génesis, properties and utilization. *Developments in Soils Sciencie* 21:228.

- Sommer, C. I., Flores, D. L. y Gutiérrez, R. M. 2003. Caracterización de los suelos de la Estación Biológica Tropical Los Tuxtlas. Instituto de Biología y facultas de Ciencias. UNAM. Xalapa, México. Páginas 17-67.
- Valencia, A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Bol. Soc. Bot. México 75:33-53.
- Valencia, Ávalos. S., Gómez, C. M. y Becerra, L. F. 2002. Catálogo de encinos del estado de Guerrero, México. División Forestal. INIFAP. 180 pp.
- Zavala, Ch. F. 1990. Los encinos de México: un recurso desaprovechado. Ciencia y desarrollo. Vol. XVI (95): 43-51.
- Zavala, C., F. 1995. Algunos efectos de los aprovechamientos forestales sobre la vegetación en el sureste de Durango, con énfasis en encinos. In: Marroquín de la F., J (ed). Memorias del III Seminario Nacional sobre utilización de encinos. Tomo I. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L., México.

Páginas Web

- Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. CONABIO 2008. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/catalogo_autoridades/doctos/quercus.html> [Consulta: Dic. 2008].
- Enciclopedia de los municipios de México. Estado de México. <http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico> [Consulta: Dic. 2008].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. <<http://inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=15>> <<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/edomex/fisio.cfm?c=444>> [Consulta: Sep. 2008].
- Secretaría de Desarrollo Urbano. Planes de desarrollo Urbano. Gobierno del Estado de México. <<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/chapa-de-mota>> [Consulta: Feb. 2009].
- Secretaría de Desarrollo Urbano. Planes de desarrollo Urbano. Gobierno del Estado de México. <<http://www.edomex.gob.mx/sedur/planes-de-desarrollo/municipales/timilpan>> [Consulta: Feb. 2009].
- Sistema Nacional de Información Forestal. CONAFOR, 2007. <<http://www.conafor.gob.mx/>> [Consulta: Septiembre 2009].

X. ANEXOS

1. Fotografías Terrestres



Vista panorámica de la zona de estudio



Sitio 1



Sitio 2



Sitio 3



Sitio 4



Sitio 5



Sitio 6



Q. laurina



Q. dysophylla



Q. candicans



Q. crassifolia



Q. candicans



Q. cressipes





Q. rugosa



Garrya longifolia





Prunus serotina (capulín)



Crataegus mexicana (tejocote)



Arbutus xalapensis (madroño)

2. Registro de la altura, cobertura y DAP de todos los individuos por especie.

Registro de altura, cobertura y DAP por individuo de la especie *Q. crassipes*, en los 4 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	10	7.84	27.5
1	2	4.7	3.2	0.5
1	3	2.54	1.68	6.8
1	4	1.5	8.4	3.5
1	5	3.7	3	8.9
1	6	12	8.11	19.5
1	7	0.96	0.8	12
1	8	19	12.87	37.5
3	1	22	4.2	30.5
3	2	22	4.3	23.5
4	1	22	9	40
5	1	15	6.54	13
5	2	15.5	5.42	27.5

Registro de la altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. rugosa* en los 6 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	5.46	2.98	7.25
1	2	3.6	2.12	9.6
1	3	13	6.7	41.5
1	4	12	5.9	45.5
2	1	12.3	7.63	27
2	2	12.3	7.47	29.5
2	3	5.6	3.57	8
2	4	15	6.7	2.9
2	5	12	2.84	11.5
2	6	15	6.9	29
2	7	2.7	2.18	6.5
2	8	13	2.28	13
2	9	12	4.37	21
2	10	13	8	21
2	11	2.64	2.3	6
2	12	14	5.83	20.5

2	13	15	4.5	26.5
2	14	17	7.16	31
2	15	1.92	2.3	2.5
2	16	1.9	1.2	2.5
2	17	14	3	13.5
2	18	7	1.5	8.5
2	19	11	2.12	13.5
2	20	10	3.26	13.5
2	21	14	4.23	11.5
2	22	6.5	3.12	9
2	23	3.5	2.57	5
2	24	3.74	1.81	6.5
2	25	4.5	2.3	8.5
3	1	16	7.6	24
3	2	3.5	0.8	4.5
4	1	8	3.63	12.5
4	2	2.5	1.15	3
4	3	3	2.29	5
5	1	15	7.06	26.5
5	2	16.5	4.22	16
5	3	16	5.26	19
5	4	14	2.83	16
5	5	15	4.25	13
5	6	14.5	5.6	17
5	7	15	2.1	12
5	8	16.5	7.5	27
5	9	14.5	4.23	18
5	10	6	1.9	6
5	11	6	1.33	5
5	12	5.5	3.1	12
5	13	13	3.5	20
5	14	14	3.8	21
5	15	14.5	2.2	20
6	1	15.7	5.2	20.5
6	2	2.1	2.5	6
6	3	6.5	4.03	11
6	4	12.5	2.58	14.5
6	5	12	4.87	20.5
6	6	15.5	8.12	30
6	7	10.5	3.62	13
6	8	10	5.25	21
6	9	6.5	3.14	8.5

Registro de la altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. candicans* en los 2 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	21	10.85	51.1
1	2	8	3.3	13.6
6	1	16	7.1	31
6	2	12	7.54	17
6	3	12	3.93	17
6	4	12	6.8	27
6	5	15.5	6.85	29.5
6	6	15.4	6.13	27
6	7	16	7.4	30
6	8	15	6.4	24
6	9	13	4.78	14.5

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. crassifolia* en los 3 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	2.3	2.26	3.9
4	1	20.5	4.32	17.5
4	2	18.5	4.46	28.5
4	3	13.3	2.54	14
6	1	15	6.31	21
6	2	5.6	2.23	9.5
6	3	13	6.16	23

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. dysophylla* en los 2 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (m)
5	1	17.3	8.36	30
6	1	15	6.7	31

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. obtusata* en el sitio 6.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
6	1	10	5.12	10
6	2	9	3.02	11
6	3	1.2	1.46	1.5

6	4	10	2.66	10
6	5	16	5.98	22
6	6	14.5	4.5	25.5

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *Q. laurina* en el sitio 6.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (m)
3	1	20	5.49	33
3	2	21	4.8	17
3	3	20	5.6	29.5
3	4	6	3.2	8
3	5	8.5	4.6	7.5
3	6	19	7.2	23.5
3	7	7	2.2	3
3	8	20	4.5	20.5
4	1	24	7.2	37
4	2	13	5.25	14
5	1	17.5	6.07	18.5
5	2	6.5	3.1	16
5	3	16	5.15	21
5	4	14	6.9	14

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *P. serotina* en los 3 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	3.5	3.97	5.5
1	2	3.9	2.12	5.5
1	3	6.22	1.37	3.1
1	4	0.9	1.95	4
1	5	4.65	3.98	5.4
1	6	1.54	1.76	2
2	1	3.1	1.48	2.5
2	2	1.75	6	1
2	3	1.82	0.57	1.5
2	4	2.7	0.5	2.5
2	5	3	0.93	2
2	6	1.7	0.67	1.5
2	7	2.5	1.1	2
5	1	4.5	1.5	2

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de la especie *A. xalapensis* en los 3 sitios en los que se ubico.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	4.8	4.23	7
1	2	3.28	2.17	8
5	1	14	5.81	27
5	2	16	6.43	18
5	3	12	8.4	16
5	4	4.5	2.23	5
6	1	2.5	1.57	6
6	2	3.5	2.25	5.5
6	3	2.5	1.71	3
6	4	1.55	1.9	2.5
6	5	4	2.69	9
6	6	12	4.49	18
6	7	3.2	1.87	11
6	8	6	2.48	9
6	9	11	5.1	26

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de *G. longifolia* en las 6 unidades de muestreo.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	4.3	4.2	9
1	2	1.49	0.69	2.9
1	3	2.6	2.05	4
1	4	2	3.09	6.5
1	5	5	5.8	21
1	6	3.8	3.9	8
1	7	4.95	3.43	8.2
1	8	2.61	1.3	1.8
1	9	2.71	1.88	3.2
1	10	5.5	4.2	12.1
1	11	2.05	1	1.5
1	12	1.95	1.34	2
1	13	4.9	5.53	15
1	14	14.5	2.2	20
2	1	1.95	2.55	4
2	2	2.67	1.23	2.5
2	3	2.28	3.68	4.5
2	4	3.12	2.93	4
2	5	2.18	2.95	2.5

2	6	1.65	1.3	2.5
2	7	3.26	3.4	5
2	8	6	5.17	10
2	9	3.5	2.92	6
2	10	2.8	2.15	2.5
2	11	4	2.47	7
2	12	4	3.3	6.5
2	13	2.23	3	4
2	14	3	3.31	2
2	15	4.5	3.85	9.5
2	16	2.4	2.35	4
2	17	1.9	1.85	3
2	18	1.7	2.86	8
2	19	2.8	3.18	4
2	20	3.5	4.8	7
2	21	1	2.95	4
2	22	3.5	2	3
2	23	4.3	4.23	7
2	24	3.5	3.9	9
2	25	3.3	2.37	5.5
2	26	3.8	4.56	10
2	27	3.3	3.15	6
2	28	2.83	5.8	8
2	29	4.3	2.82	5
2	30	4.5	2.5	9
2	31	2.56	1.69	2
2	32	3.5	2.57	4.5
2	33	3	1.1	2
2	34	9	4.49	11.5
2	35	4	2.55	4
2	36	2	2	2
2	37	2	0.53	1.5
3	1	19	5.66	27
3	2	2.5	3.05	2.5
3	3	2.2	1	2
3	4	6.3	2.9	7
3	5	5.8	3.9	5
3	6	6.5	4.32	6
3	7	6	3.6	7
3	8	8	3.7	10.5
3	9	4	3.18	3
3	10	3.8	2.07	2
3	11	3.6	2.45	6
3	12	3	3.15	2.8
3	13	4.3	5.3	6.5
3	14	4.8	5.7	5

3	15	4.5	3.4	5
3	16	4.3	3.15	6.5
3	17	4.3	4.35	4.5
3	18	6.7	4.2	6.5
3	19	8.3	4.65	17
3	20	6.3	5.82	2.5
3	21	8.3	6.24	16
3	22	11	6.17	16.5
3	23	12	3.55	14
3	24	4	4	2.5
3	25	5.3	3.27	6
3	26	5.5	2.19	6
3	27	1.3	3.1	2.5
3	28	1.1	0.6	1
3	29	22	3.6	25
3	30	21	6.98	32
3	31	12	3.68	9
3	32	14	3.1	12
3	33	2.5	3.6	3
3	34	4.8	4.1	5
3	35	4.3	4.2	2
3	36	4	3	3.5
3	37	4	4.3	4
3	38	4.1	3.7	3.5
3	39	6.3	4.9	11
3	40	6	5.3	8
3	41	7.5	3.85	7.5
3	42	21	5.1	23.5
3	43	15	6.9	23
3	44	14	3.5	11
3	45	7	4.4	6.5
3	46	9.5	4	10
3	47	2.1	2	2.5
3	48	2.5	2.4	2.5
3	49	3	2.2	1.5
3	50	10	4.09	12
3	51	6	4.1	4.5
3	52	3	3.5	3
4	1	21.5	2.53	17.5
4	2	9.2	4.54	14
4	3	21	5.1	23
4	4	4.1	2.59	4.5
4	5	3	3.42	4.5
4	6	2.1	0.9	2.5
4	7	4.3	1.5	6.5
4	8	5	3.1	6

4	9	9.1	5.33	13
4	10	6.1	4.09	8
4	11	15.6	3.76	20
4	12	20	4.1	16
4	13	3.3	3.55	6
4	14	3.6	2.9	5
4	15	5.9	3.75	8.5
4	16	1.85	0.89	1.5
4	17	3.5	2.07	2.5
4	18	6.8	4.52	2.5
4	19	8.1	2.1	7.5
4	20	4.9	3.81	4
4	21	4.1	5.2	5
4	22	3.5	3.86	3
4	23	2.2	1	1.5
4	24	5.2	3.4	7.5
4	25	3.8	3.2	5
4	26	6.1	6.35	11
4	27	8.1	4.57	8
4	28	5.5	4.69	4
4	29	6.3	4.59	7
4	30	7.9	4.75	7
4	31	9.3	3.98	7.5
4	32	4.4	4.15	6
4	33	2.6	3.91	2.5
4	34	2.5	3.55	5
4	35	11.1	2.55	10.5
4	36	12	5.66	10
4	37	3.5	2.89	3
4	38	6	2.19	4.5
4	39	6.5	4.89	9
4	40	7.2	6.6	7
4	41	7	6.2	8
4	42	11	5.3	13
4	43	11	3.59	10
4	44	18.5	4.63	18.5
4	45	13	3.29	11
4	46	18	3.52	18
4	47	4.1	3.29	4
4	48	3.3	3.4	4
4	49	5	4.1	7
4	50	4.8	4.37	5
4	51	5.3	3.68	6
4	52	6.1	3.97	5.5
4	53	18	8.5	39
5	1	15	6.29	16.5

5	2	8.8	3.6	9.5
5	3	3.13	4.27	7
5	4	12	6	12
5	5	9	9.36	7
5	6	3	3.6	3.5
5	7	3.8	2.82	4.5
5	8	3.5	2.29	3.5
5	9	4	2.27	3
5	10	5	4.8	8.5
5	11	4.1	7.76	5.5
5	12	6.1	8.07	12
5	13	3.6	3.48	3.5
5	14	8	2.68	6.5
5	15	14	5.2	19
5	16	7	4.8	9
5	17	7	4.5	9.5
5	18	7.5	4.49	6
5	19	6	2.5	4
5	20	5.5	4.4	10
5	21	5.5	5.1	8
5	22	6.5	3.8	5
5	23	6	3.8	5
5	24	3.5	5.2	7
5	25	7.5	4.07	8
5	26	6	4.2	5
5	27	3.2	1.3	4
5	28	2	1.3	3.5
5	29	1.6	1.4	2
5	30	3.5	2.21	4
5	31	2.5	2	4
5	32	4.06	2.22	3
5	33	4	3.58	4
5	34	3	2.4	5
5	35	3	3.1	4.5
5	36	1.5	2.5	2.5
5	37	4.5	1.72	3
5	38	7.5	5.29	7.5
5	39	7	4.18	6.5
5	40	12	3.6	9
5	41	2.2	3.56	3
5	42	3.5	2.3	4
5	43	13	4.1	13.5
5	44	8	4.4	11
5	45	11	2.9	11
5	46	7	4.1	7
5	47	8	4.2	9.5

5	48	7	3.5	6
6	1	3.5	2.6	3.5
6	2	8.1	5.04	15
6	3	1.8	2.03	2.5
6	4	1.7	7.7	2
6	5	2.6	1.86	2.5
6	6	1.9	2.04	3.5
6	7	1.8	1	1.5
6	8	1.65	1.33	1.5
6	9	2	1.6	2
6	10	2	60	1
6	11	2.5	1.2	2
6	12	3.5	2.65	4
6	13	6.5	3.43	7.5
6	14	5.5	4.78	10
6	15	4.5	2.88	4.5
6	16	5	2.28	2
6	17	5.2	3.44	6.5

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de *C mexicana* en las 4 unidades de muestreo.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	5.25	2.08	8
2	1	2.1	3.2	4.5
2	2	1.8	1.8	1
2	3	6.5	2.54	5.5
3	1	7	2.93	6
4	1	2.3	2.49	4.5
4	2	14	5.6	8

Registro de altura, cobertura y DAP, por individuo de *Pinus radiata* en el sitio 1.

Sitio	No. de individuo	Altura (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)
1	1	21	12.33	38.8

3. Resultados del análisis de Correlación de Spearman. Cuadros que muestran los Coeficientes de correlación.

Las siguientes cuadros de resultados muestran los valores de los coeficientes, las tablas indica los coeficientes que fueron significativos ($p < .05$) directa o inversamente proporcional, y los marca en rojo.

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U ...

Workbook1*
Nonparametri
Nonparam
Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
MD pairwise deleted
Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var36	Var37	Var38	Var39	Var40	Var41	Var42	Var43
pend	-0.028571	0.657143	0.257143	0.485714	0.376851	0.485714	0.657143	0.600000
alt	0.428571	-0.485714	-0.257143	-0.428571	-0.347863	-0.428571	-0.485714	0.085714
den1	-0.028571	0.657143	0.600000	0.485714	0.376851	0.485714	0.657143	-0.085714
den2	0.057977	0.753702	0.666737	0.463817	0.338235	0.463817	0.753702	0.028989
den3	-0.028571	0.657143	0.028571	0.257143	0.202920	0.257143	0.657143	0.485714
den4	0.371429	0.828571	0.942857	0.085714	-0.057977	0.085714	0.828571	-0.085714
por1	-0.142857	-0.600000	-0.771429	-0.428571	-0.318874	-0.428571	-0.600000	0.257143
por2	0.200000	-0.257143	0.085714	-0.657143	-0.637748	-0.657143	-0.257143	-0.257143
est	-0.061721	0.308607	0.617213	0.493771	0.375735	0.493771	0.308607	-0.061721
Var11	0.676123	-0.676123	-0.169031	0.338062	0.428746	0.338062	-0.676123	0.169031
Var12	0.028571	-0.657143	-0.600000	-0.485714	-0.376851	-0.485714	-0.657143	0.085714
Var13	-0.028989	0.318874	0.666737	-0.492805	-0.588235	-0.492805	0.318874	-0.492805
Var14	-0.200000	-0.885714	-0.485714	-0.257143	-0.144943	-0.257143	-0.885714	-0.371429
Var15	0.257143	-0.657143	-0.142857	-0.142857	-0.086966	-0.142857	-0.657143	-0.028571
Var16	-0.142857	-0.828571	-0.714286	-0.428571	-0.289886	-0.428571	-0.828571	-0.142857
Var17	0.028571	-0.657143	-0.600000	-0.485714	-0.376851	-0.485714	-0.657143	0.085714
Var18	-0.028571	-0.257143	-0.657143	0.028571	0.144943	0.028571	-0.257143	0.142857
Var19	-0.542857	0.142857	-0.314286	-0.942857	-0.927634	-0.942857	0.142857	-0.200000
Var20	0.314286	-0.371429	-0.314286	-0.085714	0.028989	-0.085714	-0.371429	-0.200000
Var21	0.441367	0.088273	0.000000	-0.559065	-0.522446	-0.559065	0.088273	0.000000
Var22	-0.840668	0.318874	-0.028989	-0.666737	-0.705882	-0.666737	0.318874	-0.492805
Var23	-0.600000	-0.142857	0.200000	-0.085714	-0.115954	-0.085714	-0.142857	-0.714286
Var24	0.142857	0.600000	0.485714	0.542857	0.463817	0.542857	0.600000	0.028571

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U ...

Workbook1*
Nonparametri
Nonparam
Spearman
Spearman
Spearman
Spearman
Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
MD pairwise deleted
Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var36	Var37	Var38	Var39	Var40	Var41	Var42	Var43
Var25	0.371429	-0.314286	-0.371429	0.771429	0.840668	0.771429	-0.314286	0.542857
Var26	-0.028571	0.657143	0.600000	0.485714	0.376851	0.485714	0.657143	-0.085714
Var27	-0.428571	0.485714	0.257143	0.428571	0.347863	0.428571	0.485714	-0.085714

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U

Workbook1*

- Nonparametri
 - Nonparam
 - Spearman
 - Spearman
 - Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35
pend	-0.40000	-0.800000	-0.80000	0.948683	0.774597	1.00000	-0.800000	-0.80000
alt	0.80000	-0.400000	0.40000	-0.316228	-0.774597	-0.20000	-0.400000	0.40000
den1	-1.00000	0.200000	-0.80000	0.632456	0.774597	0.40000	0.200000	-0.80000
den2	-0.94868	-0.105409	-0.94868	0.833333	0.816497	0.63246	-0.105409	-0.94868
den3	-0.20000	-0.600000	-0.40000	0.632456	0.774597	0.80000	-0.600000	-0.40000
den4	-0.80000	-0.400000	-1.00000	0.948683	0.774597	0.80000	-0.400000	-1.00000
por1	1.00000	-0.200000	0.80000	-0.632456	-0.774597	-0.40000	-0.200000	0.80000
por2	0.80000	-0.400000	0.40000	-0.316228	-0.774597	-0.20000	-0.400000	0.40000
est	-0.94868	-0.105409	-0.94868	0.833333	0.816497	0.63246	-0.105409	-0.94868
Var11	0.31623	0.316228	0.31623	-0.500000	-0.816497	-0.63246	0.316228	0.31623
Var12	1.00000	-0.200000	0.80000	-0.632456	-0.774597	-0.40000	-0.200000	0.80000
Var13	-0.63246	-0.632456	-0.94868	1.000000	0.816497	0.94868	-0.632456	-0.94868
Var14	0.40000	0.800000	0.80000	-0.948683	-0.774597	-1.00000	0.800000	0.80000
Var15	0.40000	0.000000	0.20000	-0.316228	-0.774597	-0.40000	0.000000	0.20000
Var16	0.80000	0.400000	1.00000	-0.948683	-0.774597	-0.80000	0.400000	1.00000
Var17	1.00000	-0.200000	0.80000	-0.632456	-0.774597	-0.40000	-0.200000	0.80000
Var18	0.80000	0.400000	1.00000	-0.948683	-0.774597	-0.80000	0.400000	1.00000
Var19	0.80000	-0.400000	0.60000	-0.316228	-0.258199	0.00000	-0.400000	0.60000
Var20	0.40000	0.800000	0.80000	-0.948683	-0.774597	-1.00000	0.800000	0.80000
Var21	0.94868	-0.316228	0.63246	-0.500000	-0.816497	-0.31623	-0.316228	0.63246
Var22	-0.40000	0.000000	-0.20000	0.316228	0.774597	0.40000	0.000000	-0.20000
Var23	-0.80000	0.400000	-0.40000	0.316228	0.774597	0.20000	0.400000	-0.40000
Var24	-1.00000	0.200000	-0.80000	0.632456	0.774597	0.40000	0.200000	-0.80000

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U

Workbook1*

- Nonparametri
 - Nonparam
 - Spearman
 - Spearman
 - Spearman
 - Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var28	Var29	Var30	Var31	Var32	Var33	Var34	Var35
Var25	0.20000	0.600000	0.400000	-0.632456	-0.774597	-0.800000	0.600000	0.400000
Var26	-1.00000	0.200000	-0.800000	0.632456	0.774597	0.400000	0.200000	-0.800000
Var27	-0.80000	0.400000	-0.400000	0.316228	0.774597	0.200000	0.400000	-0.400000

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U ...

Workbook1*
 Nonparametri
 Nonparam
 Spearman
 Spearman
 Spearman
 Spearman
 Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var44	Var45	Var46	Var47	Var48	Var49	Var50	Var51
pend	-0.885714	-0.405840	-0.485714	-0.771429	-0.771429	-0.714286	-0.485714	0.371429
alt	0.657143	0.637748	0.085714	0.771429	0.771429	0.657143	0.542857	0.028571
den1	-0.714286	-0.405840	-0.314286	-0.942857	-0.942857	-0.885714	-0.314286	-0.142857
den2	-0.753702	-0.367647	-0.376851	-0.985611	-0.985611	-0.927634	-0.289886	-0.115954
den3	-0.771429	0.115954	-0.600000	-0.657143	-0.657143	-0.771429	0.085714	0.600000
den4	-0.371429	-0.057977	-0.257143	-0.828571	-0.828571	-0.771429	0.085714	-0.428571
por1	0.542857	0.318874	0.257143	0.885714	0.885714	0.828571	0.200000	0.371429
por2	0.828571	0.289886	0.485714	0.600000	0.600000	0.657143	0.371429	-0.485714
est	-0.432049	-0.861058	0.061721	-0.617213	-0.617213	-0.370328	-0.833238	-0.462910
Var11	0.169031	0.428746	-0.338062	0.507093	0.507093	0.338062	0.169031	0.169031
Var12	-0.714286	0.405840	0.314286	0.942857	0.942857	0.885714	0.314286	0.142857
Var13	0.463817	-0.279412	0.579771	-0.115954	-0.115954	0.115954	-0.028989	-0.898645
Var14	0.771429	-0.057977	0.600000	0.885714	0.885714	0.942857	-0.085714	-0.257143
Var15	0.600000	0.028989	0.314286	0.714286	0.714286	0.771429	-0.085714	-0.257143
Var16	0.771429	0.318874	0.428571	1.000000	1.000000	0.942857	0.257143	0.085714
Var17	0.714286	0.405840	0.314286	0.942857	0.942857	0.885714	0.314286	0.142857
Var18	-0.085714	0.637748	-0.371429	0.257143	0.257143	-0.028571	0.542857	0.714286
Var19	0.600000	0.202920	0.600000	0.371429	0.371429	0.428571	0.428571	-0.085714
Var20	0.257143	0.811679	-0.257143	0.371429	0.371429	0.085714	0.771429	0.257143
Var21	0.411943	0.925476	-0.147122	0.294245	0.294245	0.088273	0.971008	0.088273
Var22	0.347863	-0.382353	0.753702	-0.057977	-0.057977	0.144943	-0.057977	-0.405840
Var23	0.314286	-0.811679	0.771429	-0.028571	-0.028571	0.257143	-0.600000	-0.771429
Var24	-0.771429	-0.115954	-0.542857	-0.885714	-0.885714	-0.942857	-0.085714	0.085714

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U ...

Workbook1*
 Nonparametri
 Nonparam
 Spearman
 Spearman
 Spearman
 Spearman
 Spearman

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var44	Var45	Var46	Var47	Var48	Var49	Var50	Var51
Var25	-0.600000	0.231908	-0.771429	-0.028571	-0.028571	-0.257143	-0.085714	0.771429
Var26	-0.714286	-0.405840	-0.314286	-0.942857	-0.942857	-0.885714	-0.314286	-0.142857
Var27	-0.657143	-0.637748	-0.085714	-0.771429	-0.771429	-0.657143	-0.542857	-0.028571

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U

Workbook 1*
 Nonparametri
 Nonparam
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var52	Var53	Var54	Var55	Var56	Var57	Var58	Var59
pend	-1.00000	-0.800000	-0.400000	0.316228	0.774597	1.000000	-0.800000	0.400000
alt	0.600000	0.800000	-0.400000	-0.105409	-0.258199	-0.600000	0.800000	0.400000
den1	-0.600000	-0.800000	0.400000	0.105409	0.258199	0.600000	-0.800000	-0.400000
den2	-0.73786	-0.948683	0.316228	-0.055556	0.272166	0.737865	-0.948683	-0.31623
den3	-1.00000	-0.800000	-0.400000	0.316228	0.774597	1.000000	-0.800000	0.400000
den4	-0.400000	-0.800000	0.400000	-0.737865	-0.258199	0.400000	-0.800000	-0.400000
por1	0.600000	0.800000	-0.400000	-0.105409	-0.258199	-0.600000	0.800000	0.400000
por2	0.800000	0.600000	0.200000	-0.632456	-0.774597	-0.800000	0.600000	-0.200000
est	-0.73786	-0.948683	0.316228	-0.055556	0.272166	0.737865	-0.948683	-0.31623
Var11	0.25820	0.774597	-0.774597	0.544331	0.333333	-0.258199	0.774597	0.77460
Var12	0.600000	0.800000	-0.400000	-0.105409	-0.258199	-0.600000	0.800000	0.400000
Var13	0.200000	-0.400000	0.800000	-0.948683	-0.774597	-0.200000	-0.400000	-0.800000
Var14	0.800000	1.000000	-0.200000	0.210819	-0.258199	-0.800000	1.000000	0.200000
Var15	0.600000	0.800000	-0.400000	-0.105409	-0.258199	-0.600000	0.800000	0.400000
Var16	0.800000	1.000000	-0.200000	0.210819	-0.258199	-0.800000	1.000000	0.200000
Var17	0.600000	0.800000	-0.400000	-0.105409	-0.258199	-0.600000	0.800000	0.400000
Var18	0.400000	0.800000	-0.400000	0.737865	0.258199	-0.400000	0.800000	0.400000
Var19	0.800000	0.600000	0.200000	-0.632456	-0.774597	-0.800000	0.600000	-0.200000
Var20	0.800000	1.000000	-0.200000	0.210819	-0.258199	-0.800000	1.000000	0.200000
Var21	0.800000	0.600000	0.200000	-0.632456	-0.774597	-0.800000	0.600000	-0.200000
Var22	0.400000	-0.200000	1.000000	-0.632456	-0.774597	-0.400000	-0.200000	-1.00000
Var23	0.000000	-0.400000	0.800000	-0.105409	-0.258199	0.000000	-0.400000	-0.800000
Var24	-0.600000	-0.800000	0.400000	0.105409	0.258199	0.600000	-0.800000	-0.400000

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2) Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2) Spearm

STATISTICA - [Workbook1* - Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)]

File Edit View Insert Format Statistics Graphs Tools Data Workbook Window Help

Arial 10 B I U

Workbook 1*
 Nonparametri
 Nonparam
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm
 Spearm

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet2)
 MD pairwise deleted
 Marked correlations are significant at $p < .05000$

Variable	Var52	Var53	Var54	Var55	Var56	Var57	Var58	Var59
Var25	-0.200000	0.400000	-0.800000	0.948683	0.774597	0.200000	0.400000	0.800000
Var26	-0.600000	-0.800000	0.400000	0.105409	0.258199	0.600000	-0.800000	-0.400000
Var27	-0.600000	-0.800000	0.400000	0.105409	0.258199	0.600000	-0.800000	-0.400000