

5. Materiales y Métodos

5.1 Área de Estudio

Este trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Manejo Ambiental “Rancho San Gabriel”. Este rancho pertenece al Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). Este sistema es un nuevo esquema de gestión y de administración que tiene como fin la promoción del desarrollo de alternativas de producción compatibles con el cuidado de la diversidad biológica y el medio ambiente por medio del uso ordenado, racional y planificado de recursos naturales, y en específico, de la vida silvestre. El sistema se integra de acuerdo al establecimiento de Unidades de Manejo, que pueden ser predios, ranchos, ejidos o criaderos que fomenten la conservación de flora y fauna silvestre, así como también centros de investigación, reproducción o de exhibición, que incluye cualquier otra forma viable de propagación de ejemplares y generación de servicios, productos, o subproductos que puedan ser incorporados a un mercado legal y certificado.

Estas unidades están registradas en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y cada proyecto llevado a cabo dentro de ella es revisado por la Dirección General de Medio Ambiente para asegurar la viabilidad del proyecto y de cada zona. Bajo estas condiciones, cada UMA recibe parte de los beneficios económicos derivados de la producción, para solventar sus gastos de operación, que por su lado la UMA lo reinvierte en programas de conservación, monitoreo e investigación. Uno de los fines de este estudio es proporcionar la información necesaria para poder llevar a cabo este tipo de programas. Es importante conocer las especies que se encuentran dentro del

área protegida, por lo que se integra un listado de las especies vegetales presentes en el Rancho.

El Rancho San Gabriel se ubica en las faldas del volcán Iztaccíhuatl, o comúnmente conocido como La Mujer Dormida. El Iztaccíhuatl tiene 5,286 metros de altitud y se encuentra a 19.2 grados latitud norte y 98.6 grados latitud oeste. El Rancho San Gabriel ocupa una superficie de 840 hectáreas pertenecientes a 41 ejidatarios, que van desde los 2,900 metros sobre el nivel del mar, hasta 3,600 metros sobre el nivel del mar. La topografía consiste de una cubierta vegetal heterogénea, laderas con pendientes pronunciadas y presenta cambios contrastantes de exposición a los rayos del sol. El clima de la zona se caracteriza por ser semi-frío sub-húmedo con lluvias de verano y una temperatura anual promedio de entre 12°C y 18°C, cuya precipitación promedio es de 1,207.5 mm al año. Todas estas condiciones permiten la presencia de un bosque templado compuesto principalmente de pino, encino, aile, oyamel y madroño.

Las áreas estudiadas dentro de este trabajo, han sido afectadas por diferentes factores antropogénicos, como la deforestación, incendios, la contaminación atmosférica, etc.

UMA SAN GABRIEL, TLAHUAPAN, PUE.

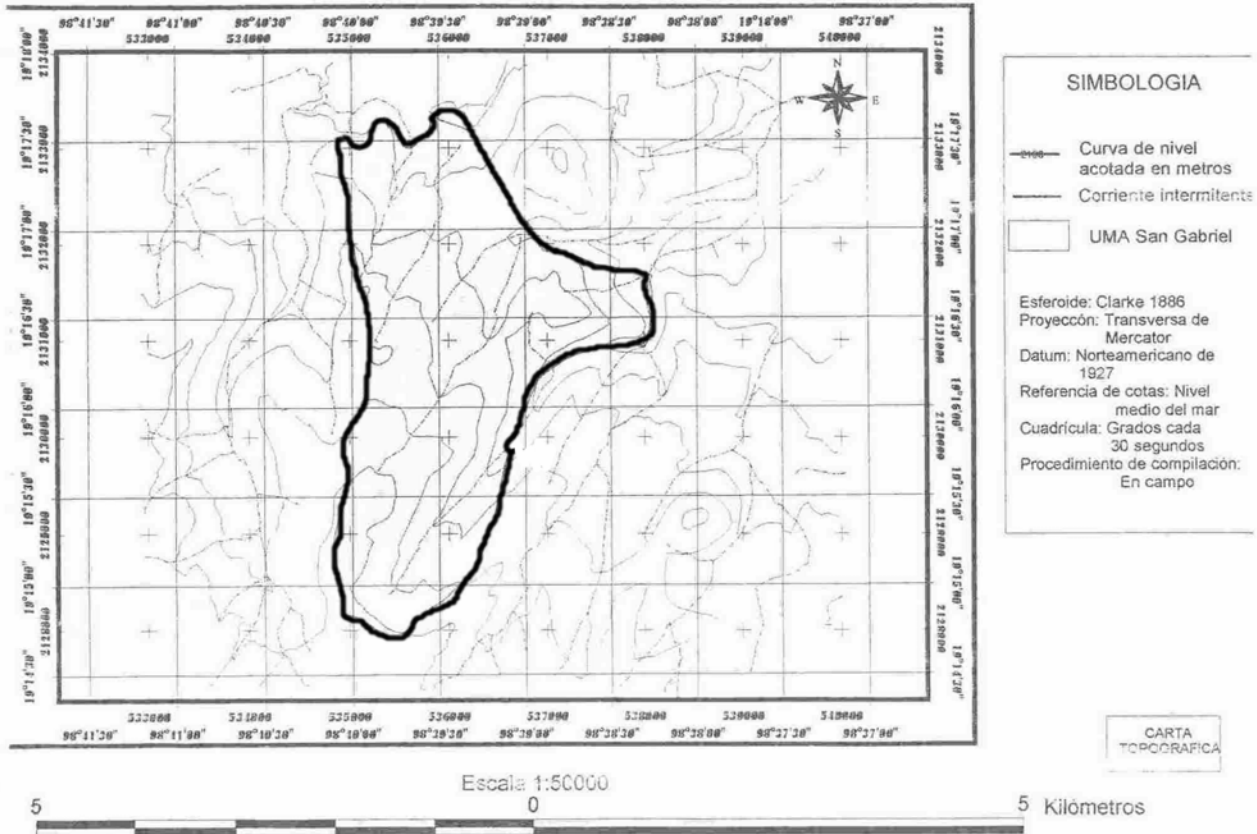


Figura 5.1.1 Mapa del área de estudio

5.2 Muestreo

El trabajo de campo se realizó durante el verano de 2002 y el verano de 2003, dentro del curso de Evaluación de Recursos en Campo, que ofrece la Universidad de las Américas-Puebla.

Se comenzó por ubicar cinco tipos de hábitat distintos dentro de las 840 hectáreas que componen la UMA. Estos hábitats fueron seleccionados por recorridos a pie, y son:

bosque de pino, bosque de oyamel, bosque de pino, aile y oyamel (abreviado en el presente estudio como PAA), bosque de encino y bosque de madroño.

A continuación se muestra la ubicación latitudinal y la altitud de los cinco hábitats muestreados.

Tabla 5.2.1 Ubicación de cada hábitat

HABITAT	COORDENADAS	ALTITUD
Bosque de Pino	N19°15.099/W 98°39.597'	3500 msnm
Bosque de Oyamel	N19°15.415/W98°39. 120'	3440 msnm
Bosque de Madroño	N 19°16.662 / W 98°38.948'	3310 msnm
Bosque de Pino, Aile y Oyamel	N19°15.490/W 98°39.324'	3380 msnm
Bosque de Encino	N 19°17.025 / W 98°38.549'	3160 msnm

Dentro de cada hábitat se marcó un mínimo de tres parcelas, en cada año, de 20X20m (área total de 400m²) colocando cada cinco metros, banderillas para marcarlos. Se identificaron las especies arbóreas presentes y se midió el diámetro a nivel del pecho (DAP), aproximadamente, a un metro y medio del nivel del suelo en individuos con DAP>5cm. Estos datos nos proporcionaron una estimación del área basal.



Foto 5.2.1 Marcado de parcelas



Foto 5.2.2 Medición de DAP

Para cada hábitat se recolectaron los ejemplares de angiospermas y gimnospermas presentes en el área de estudio, que posteriormente fueron identificados, con las claves de Rzedowski 1985 y 1990; y de Sánchez 1980, e incluidos en el Herbario del Departamento de Química y Biología de la Universidad de las Américas-Puebla.



Foto 5.2.3 Colecta de ejemplares

5.3 Modelos Estadísticos y Probabilísticos

La estructura de la vegetación se analizó con base en los valores relativos de área basal (para árboles), densidad, frecuencia. Los valores relativos se combinaron en el valor de importancia, IV.

La densidad se refiere al número de individuos dentro del área total muestreada,

$$D_i = n_i / A$$

y la densidad relativa,

$$RD_i = n_i / \sum n$$

La frecuencia fue estimada como el número de subunidades de muestreo (parcelas) en que apareció cada especie

$$f_i = j_i / k$$

y la frecuencia relativa,

$$Rf_i = f_i / \sum f$$

Para la proporción de suelo ocupado por una proyección vertical hacia el suelo desde partes aéreas de la planta, conocido como cobertura, se utilizó,

$$C_i = a_i / A$$

En donde a_i se estimó sumando el área de cada tronco, a partir de las medidas de DAP, utilizando la fórmula de área del círculo, $\pi \times r^2$.

Posteriormente se estimó la cobertura relativa,

$$RC_i = C_i / \sum C$$

y por último, el valor de importancia se adquirió al sumar las tres medidas relativas,

$$IV_i = RD_i + Rf_i + RC_i$$

Posteriormente se realizaron histogramas de frecuencia para cada especie con $n > 20$ con respecto a sus DAP, los cuales describen la estructura de tamaños de los individuos de cada población. Esto permite inferir sobre la edad de los individuos y la función que está llevando a cabo la población dentro de los hábitats.

Para conocer las diferencias entre los hábitats, se realizó un análisis de varianza con el programa ANOVA, se utilizaron como variables el área basal y la densidad. Si en este análisis se encontraban diferencias significativas ($p > .05$), se prosiguió a realizar una comparación entre los diferentes hábitats para observar el grado de similitud entre ellos.

Los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades, conocido como diversidad alfa (Moreno 2001).

En general, los índices de diversidad toman en cuenta dos factores: la riqueza específica, que toma en cuenta el número de especies presentes, y equidad, es decir, cuan iguales son las abundancias de las especies, que se traduce en alta diversidad.

Las medidas de diversidad se pueden dividir en tres categorías, los índices de riqueza de especies, los modelos de abundancia y los índices basados en la abundancia proporcional de especies. Los índices de riqueza miden básicamente el número de especies por unidad de muestreo; los modelos de abundancia incluyen los que representan alta equidad de especies a los que llegan a demostrar una total inequidad. Los índices basados en la abundancia proporcional, son aquellos como los de Shannon y Simpson, que buscan englobar riqueza y equidad en una sola cifra.

La medición de la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que solamente se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia. Los dos índices que se utilizaron para medir la riqueza específica fueron el Índice de diversidad de Margalef y el Índice de diversidad de Mehinick.

El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra.

$$D_{mg} = S - 1 / \log N \quad (\text{Margalef, 1957 citado por Brower et al., 1998})$$

donde S es el número de especies y N el número total de individuos

El índice de Mehinick también se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados en la muestra, que aumenta al aumentar la muestra.

$$D_{mn} = S / \sqrt{N} \quad (\text{Mehinick, 1964 citado por Brower et al., 1998})$$

Pasando a los modelos de abundancia utilizados, primeramente se realizaron curvas de abundancia relativa para cada hábitat a partir del logaritmo base 10 de su abundancia relativa y lo mismo para la cobertura basal relativa. Estas curvas permiten predecir a qué modelo de abundancia se van a ajustar.

Los modelos de abundancia incluyen los datos que contienen la información sobre el número de especies y de su abundancia relativa, y se consideran la forma más completa

de descripción matemática de datos. La diversidad se examinó por medio de cuatro modelos: distribución geométrica, serie logarítmica, distribución log-normal y el modelo de vara quebrada propuesto por McArthur (Magurran, 1994). Cada modelo tiene su forma característica dentro de una gráfica de rango contra abundancia.

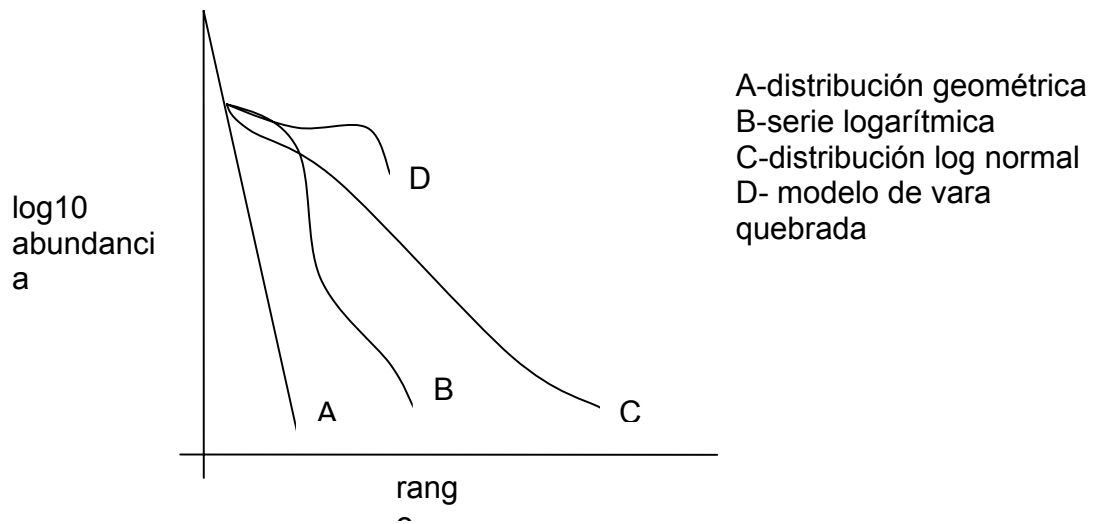


Fig.5.3.1 Figura hipotética de los modelos de abundancia (Op cit.).

En la serie geométrica, las abundancias de las especies se ordenaron en secuencia y donde cada una será una fracción al azar de la especie previa (Moreno, 2001).

$N_{min}/N = [k(1-k)](1-k)^S / 1-(1-k)^S$ (Magurran, 1983, citado por Brower et al., 1998) donde N_{min} es el número de individuos de la especie menos abundante,

$C_k = [1-(1-k)^S]^{-1}$ k es una constante estimada y S es el número de especies.

$N(e) = N C_k k (1-k)^{i-1}$

Finalizamos con un ajuste de los datos, y ver si es significativo usando la prueba de X^2 .

La serie logarítmica predice un número pequeño de especies abundantes y una gran proporción de especies raras (Moreno, 2001), se calculó a partir de las siguientes fórmulas,

$$S/N = (1-x)/x * [-\ln(1-x)] \quad (\text{Fisher, et al., 1943 citado por Magurran, 1983})$$

$$\alpha = [N(1-x)]/x$$

posteriormente se utilizó la prueba de X^2 .

De acuerdo a la distribución log-normal, cuando un número grande de factores determina el número de individuos y especies, la variación al azar de estos factores dará como resultado una distribución normal del número de individuos por especie (Magurran, 1988 citado por Moreno, 2001).

$$x = \log_{ni} \quad (\text{Pielou, 1975 citado por Magurran, 1983})$$

$$\gamma = s^2(x-x_0)$$

$$Z_0 = x_0 - \mu_x / -\sqrt{V_x}$$

Se ajustó a una prueba de bondad de X^2 .

Finalmente el modelo de vara quebrada, propuesto por MacArthur, va a asumir que los límites de los nichos ecológicos de las especies se establecen al azar. Este modelo refleja un estado mucho más equitativo que los sugeridos en los modelos anteriores.

$$S(n) = [S(S-1)/n] [1-(n/N)]^{s-2}$$

Los datos obtenidos se compararon con los observados y se ajustaron a una prueba de χ^2 .

Los índices de abundancia relativa, también proporcionan una descripción completa sobre los datos de diversidad y se han referido como índices heterogéneos (Magurran, 1994), ya que toman en cuenta equidad y riqueza de especies.

Para estimar la equidad de cada hábitat, utilizamos el Índice de Shannon-Wiener que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, y como se menciona en el párrafo anterior, mide la diversidad total.

$$H' = -\sum p_i \log p_i \text{ (Shannon, 1948 citado por Brower et al., 1998)}$$

Otro índice heterogéneo se refiere a medidas de dominancia. Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad, puesto que toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución de las demás especies (Moreno, 2001). El índice utilizado para medir la dominancia fue el Índice de Simpson.

$$l = \sum n_i (n_i - 1) / N(N - 1) \quad (\text{Simpson 1949, citado por Brower et al., 1998})$$

$$D_s = 1 - l \quad (\text{Simpson 1949, citado por Brower et al., 1998})$$

Entre más aumente el valor de l , la diversidad disminuye, por esto se mide la diversidad como $1-l$.