

156

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

**Distribución de Arbutus spp. y su relación con
Abies religiosa, Alnus firmifolia y Pinus spp.
en la Estación Experimental Zoquiapan.**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

P r e s e n t a:

María del Carmen Rojas Canales

México, D. F.

Septiembre 1983



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.

INDICE

	pág
Resumen	1
Advertencia	2
Introducción	3
Area de estudio	6
Localización	6
Geología	6
Topografía	8
Hidrología	8
Clima	9
Suelos	9
Vegetación	12
Asociaciones vegetales	15
Fauna	18
Influencia humana	21
Distribución espacial	23
Distribución al azar	24
Distribución agregada	24
Distribución regular o uniforme	25
Métodos para determinar el patrón de distribución de las especies	25
Competencia	28
El género <u>Arbutus</u>	30
Metodología	32
Resultados	36
Análisis y discusión	58
Conclusiones	65
Apéndices	66

Bibliografia

79

Anexo

84

RESUMEN

El presente estudio se considera como una pequeña aportación al conocimiento de la vegetación de la Estación Experimental Zoquiapan, en el Estado de México, que es una zona representativa de bosque templado.

La zona se describe detalladamente para que los datos puedan ser utilizados en estudios posteriores. Se escogieron cinco sitios con características ambientales diferentes y donde Arbutus spp. estuviera presente, para determinar su distribución y la relación de éste con Alnus firmifolia, Abies religiosa y Pinus spp.

Por el método Clark - Evans del vecino más cercano y la relación varianza/media de las distancias de los individuos se estudió la distribución de Arbutus spp. en los cinco sitios, donde los individuos mostraron estar distribuidos al azar y en grupos también al azar.

La relación competitiva entre Arbutus spp. con Alnus firmifolia, Abies religiosa y Pinus spp. se detecta por el método de Pielou de la distancia al vecino más cercano, donde la relación de la distancia y la sumatoria de los diámetros de las especies pareadas da un coeficiente r , que indica competencia. Los resultados indican que Arbutus spp. no presenta una relación competitiva significativa con estos géneros.

ADVERTENCIA

Este ensayo constituye tan solo un avance para el análisis de la vegetación de la Estación Experimental Zoquiapan, cuyos objetivos son:

- i) Estudiar la distribución de Arbutus spp., y
- ii) Detectar la relación de Arbutus spp. con Abies religiosa, Alnus firmifolia y Pinus spp..

Cabe aclarar que para obtener un estudio completo de este género en la Estación, debieran considerarse en estudios posteriores lo siguiente:

- 1.- Describir características del sitio en términos de asociaciones de Arbutus spp.
- 2.- Cuantificar el papel de Arbutus en la comunidad:
 - a) Dónde se establecen las semillas y renuevos,
 - b) Reemplazan especies o son parte del sotobosque de Abies religiosa,
 - c) Qué factores tanto físicos como biológicos determinan su abundancia y distribución.

Lo anterior permitiría además de un estudio más completo del género un mayor conocimiento de la comunidad, de tal forma que además de evaluar esta comunidad se pudiese incluso, predecir su comportamiento.

INTRODUCCIÓN

El análisis ecológico de la vegetación se enfrenta a dos factores primordiales:

- 1.- La clasificación de las comunidades vegetales, y
- 2.- La distribución de las especies individuales dentro de esa comunidad.

En cuanto a la clasificación de las comunidades vegetales, aún antes de que la Ecología se consolidara como una disciplina, era posible distinguir con precisión una pradera, de un bosque o un matorral espinoso. Los tipos de comunidades que pueden ser reconocidas, agrupan un número variable de asociaciones particulares que comparten ciertas características. Estas características, que se utilizan como criterios de clasificación son principalmente la dominancia de forma de crecimiento y la fenología, la dominancia de especies, la estructura y la composición de las especies.

El arreglo espacial de los individuos dentro de una comunidad vegetal constituye la otra característica fundamental de la misma. En las estrategias de las poblaciones vegetales, el significado de la dispersión (entendiéndose como tal a la distribución o localización física de los individuos dentro de una población en un tiempo particular), incluye un balance evolutivo de muchos procesos fisiológicos y patrones de reproducción (Emmel, 1976).

La estructura que resulta de las distribuciones de los organismos en - o por sus interacciones con - sus medios, se conoce como patrón. Para Hutchinson (1953), el patrón es esencialmente un estado estable.

El reconocimiento de la existencia de poblaciones distribuidas no al azar, llevó al desarrollo de modelos matemáticos basados en supuestos acerca de los factores que actúan en la formación de estos patrones particulares. Algunos modelos (Ashby, 1935) lo atribuyen a variaciones en los factores ambientales, otros, por ejemplo Neyman (1939), a las características del comportamiento de las especies concernientes (cit. Clark y Evans, 1954).

Una medida útil para establecer el patrón espacial, que obvia el uso de cuadrantes y por lo mismo elimina el efecto de tamaño, es la distancia que separa a un individuo de su vecino más cercano; Viktorov (1947, cit. por Clark y Evans, 1954), midió la distancia de un individuo de una planta dada a cualquier otro que estuviera cercano, sin cruzar otra planta y utilizó esta información para estimar la variabilidad de las distancias. Dice en 1952, fue el primero (aparentemente) en usar la distancia al vecino más cercano como una medida para una distribución no al azar (Clark y Evans, 1954). Skellam (1952, cit por Clark y Evans, 1954), calculó la distribución, basándose en la suposición que los agrupamientos de las plantas ocurren al azar, pero que dentro de este agrupamiento los individuos exhiben una distribución positiva binomial debido a los efectos de competencia (Clark y Evans, 1954; Pielou, 1959).

Pielou en su artículo sobre "un mecanismo simple para determinar poblaciones regulares, al azar y agregadas" (1959), probando medidas de distancia, asevera que la distancia de un individuo a su vecino más cercano está positivamente correlacionada con la suma de los diámetros de los individuos y su vecino más cercano. De tal forma, que además de establecer la distribución de las especies individuales, las relaciona. La evidencia para tal correlación se efectuó en una población natural de Pinus ponderosa Laws.

Estudios más recientes, en poblaciones naturales, utilizando el método de Pielou de la distancia al vecino más cercano son los realizados por Cooper (1961), Laessle (1965), Yeaton y Cody (1975) y Yeaton (1978).

El factor competencia es determinante en el éxito y sobrevivencia de una especie dentro de su comunidad y obviamente influye en el patrón de distribución de las especies individuales. Yeaton (1978) ha estudiado lo anterior para una población de Pinus strobus L.

Con el presente trabajo, se pretende estudiar la distribución de Ar-

butus spp y la relación que existe entre esta especie y Alnus fir-
mifolia, Abies religiosa y Pinus spp, en la Estación Experimental
Zoquiapan. Se aplican los métodos descritos por Clark y Evans y Pie
lou.

Se considera como una aportación al conocimiento y análisis de la -
vegetación de la Estación, que es una zona representativa de Bosques
templados.

El análisis del arreglo espacial de las especies individuales en su
medio, así como la relación que guarden con otras especies de su co-
munidad permite llegar a conocer de una forma más integral esa comu-
nidad, e incluso evaluar y predecir la dinámica de la misma.

La estadística y los modelos matemáticos constituyen una herramienta
de gran ayuda en el análisis ecológico. Los métodos utilizados en es-
te estudio pueden considerarse apropiados para este tipo de análisis
tanto por la facilidad del muestreo para registrar las variables, co-
mo por la computación de los datos. La evidencia se encuentra en o-
tros escritos, ya mencionados.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio, La Estación Experimental Zoquiapan, se seleccionó por el fácil acceso a ésta, por las ventajas en cuanto a la obtención de material bibliográfico y por colaborar en alguna medida al conocimiento de la vegetación de esta zona.

Se describe detalladamente la zona para tener en un solo escrito las características de ésta, de tal forma que puedan ser consultados para estudios posteriores.

LOCALIZACION:

La "Estación Experimental Zoquiapan" cuenta con 2638.5 hectáreas y fue concesionada al Departamento de Bosques de la Universidad Autónoma Chapingo desde 1971, para fines de enseñanza e investigación.

Se ubica entre el Estado de México y el Estado de Puebla, dentro de los municipios de Tlahuapan (Puebla) y Tlalmanalco (Estado de México), dentro del área comprendida por el Parque Nacional Zoquiapan y la Unidad de Explotación Forestal de San Rafael (Rey, 1975). (Mapa 1)

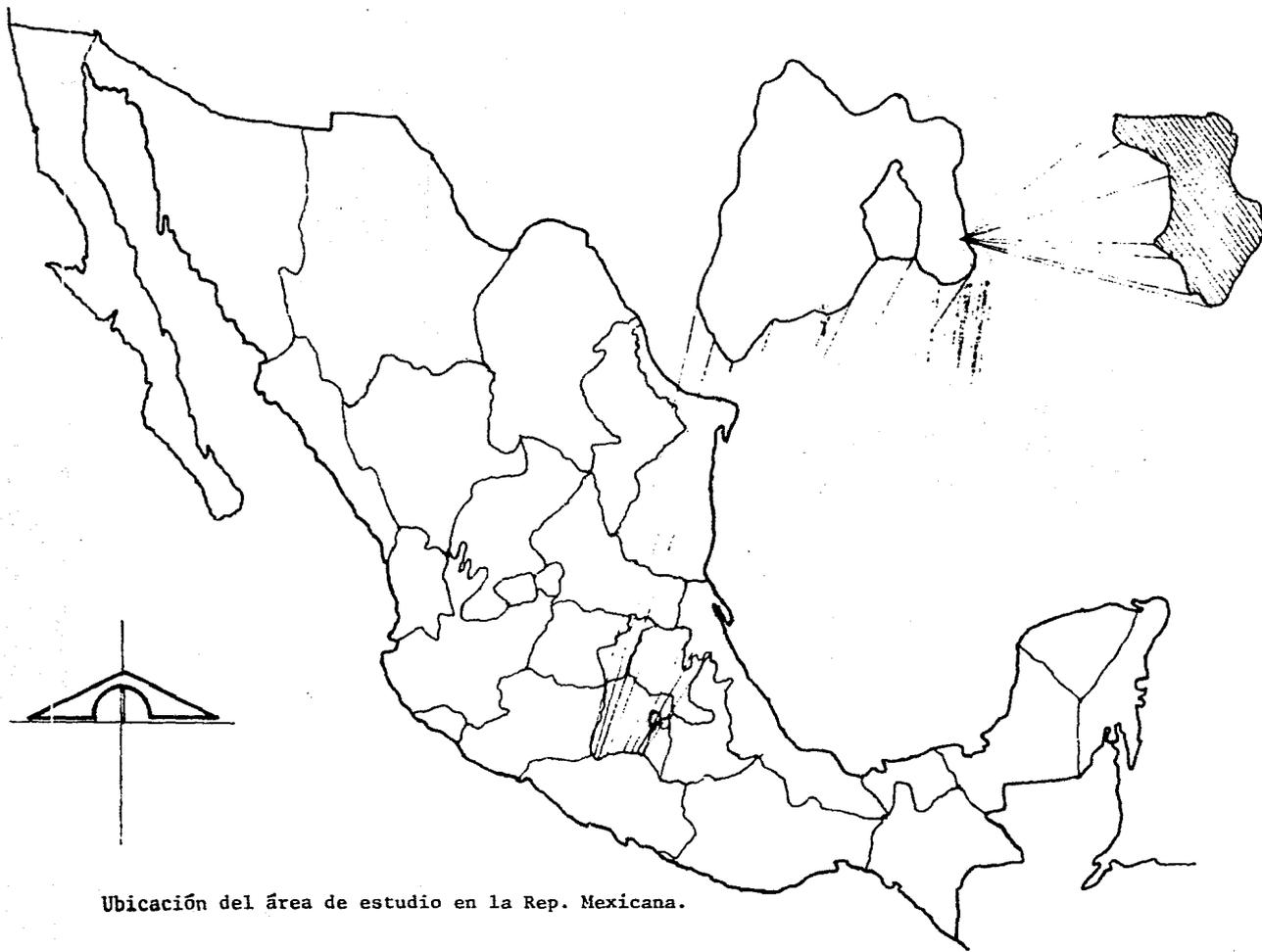
Se localiza en la zona de la Cordillera Neovolcánica al NW del volcán Iztaccíhuatl en la parte sur-este del Parque Nacional con las siguientes coordenadas geográficas (Rey, 1975):

19°12'30'' y 19°20'00'' Norte
98°42'30'' y 98°30'00'' Oeste

GEOLOGIA:

La zona está compuesta, como toda la Sierra Nevada, de conos volcánicos, flujos de lavas, conos aluviales, taludes, cauces creados por glaciación, mesetas volcánicas y conos cineríticos (Rodríguez, 1976; Franco y Búrquez, 1961).

Los tipos de rocas que se encuentran en la zona son en su mayor par



Ubicación del área de estudio en la Rep. Mexicana.

te andesíticas, particularmente rocas ígneas extrusivas e intrusivas, rocas resultantes de diferentes condiciones de solidificación, rocas de aspecto vítreo y otras muy porosas y de baja densidad. Además existen en buena proporción las cenizas consolidadas en tobas primitivas y en ocasiones calcáreas que han llegado a cubrir algunos macizos y a rellenar depresiones (Zavala, 1983).

En la región existen varios llanos producto de lagos de glaciación, como el Llano de Aculco y el Llano Grande del Volcán. El sustrato geológico ha sido afectado por la acción de cuña del agua y las raíces que producen resquebrajamiento cuyos fragmentos se acumulan al pie de los cerros formando depósitos de talud (Franco y Búrquez, 1981). La región tiene su origen en el Terciario Superior Tardío, durante la formación de la Fractura de Humboldt (Blanco et al., 1981; Zavala, - 1983).

En cuanto al drenaje, éste es parcialmente circular y enrejado, controlado más que todo por fracturas (Rodríguez, 1976).

TOPOGRAFIA:

La zona de estudio comprende un área de 2638.5 hectáreas; es de forma más o menos rectangular, con pendientes que varían de 2 a 50% y altitudes que van desde los 3080 m a 3690 msnm. La cota más baja corresponde al Llano Tlalpuente (3080m), localizado en la porción NE; la más alta se localiza en el Cerro Tres Cruces con 3690 m, al sur de la Estación. Otros cerros importantes en cuanto a su altitud sobre el nivel del mar son: El Papayo con 3620 m, en la parte Noreste, el Tenenepa con 3650 m y el Cerro Del León con 3500 m (Rey, 1975; Franco y Búrquez, 1981).

HIDROLOGIA:

Existen muy pocas corrientes superficiales, las cuales se abastecen de lluvias y de algunos escurrimientos. Sobresale el Arroyo de Aculco que nace en las estribaciones del Iztaccihuatl, corriendo en direc

ción Sur - Noroeste (Rodríguez, 1976), atravesando gran parte del área hasta salir de ella por la parte Noroeste, cerca del Llano de Tlalpuente. El arroyo Temascatitla, que se ubica en la cañada del _ mismo nombre se origina al Oeste del Cerro Tres Cruces y corre en dirección Sur - Oeste, uniéndosele al arroyo Tlacuapaso en la parte Oeste (Zavala, 1983).

CLIMA:

Los datos promedio de 20 años de la Estación Meteorológica de Rio _ Frio, unos ocho kilómetros al NNW de la Estación Zoquiapan, revelan que la temperatura media anual es de 11.1° C y la precipitación total promedio anual de 1169.3 mm con canícula en el mes de agosto y temporada de lluvias similar a Zoquiapan (concentrada en los meses de junio a septiembre) (Franco y Búrquez, 1981; Zavala, 1983). Según Garcia (1973), el clima del área corresponde al tipo C ($w'_{\frac{1}{2}}$) (w) (b') ig, que es el más húmedo de los climas templados subhúmedos con lluvias en verano. La humedad es relativamente alta durante todo el año. En algunas ocasiones nieva.

Los vientos dominantes sobre la Estación ocurren en dirección N, quizá como consecuencia de que la cañada sobre la cual se encuentran es tá orientada en dirección S - N. No obstante observaciones visuales continuas, a lo largo de varios años de trabajo en la zona de la dirección que las nubes siguen normalmente indican que a mayor altitud los vientos dominantes corren de Este a Oeste, lo cual es de suponer si se toma en cuenta la importancia a esta latitud de los vientos - alisios (Franco y Búrquez, 1981).

SUELOS:

Rey (1975), en su estudio sobre suelos de la zona los clasifica como andosoles mólicos (Según FAO - UNESCO), con incipiente desarrollo pe dogenético.

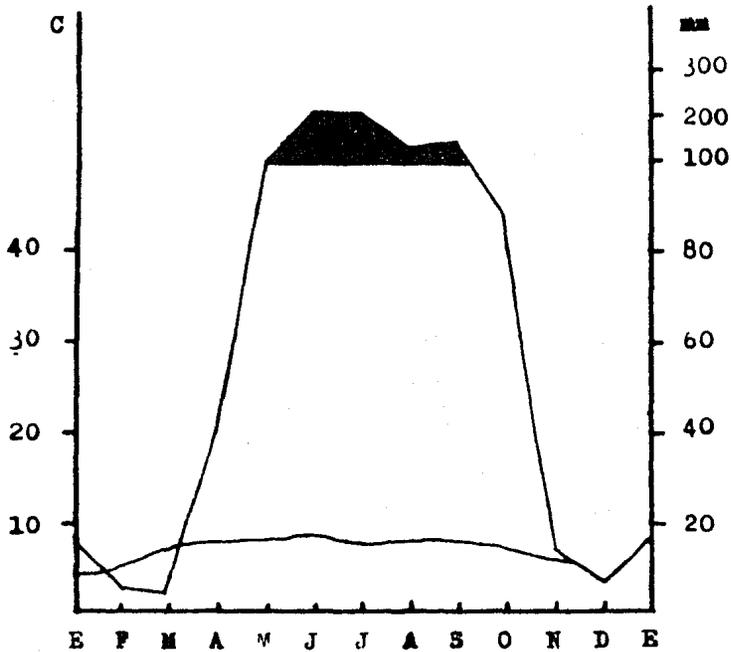
La fracción menor de dos micras la integran minerales feldespáticos,

Zoquiapan

3,260.0 msnm

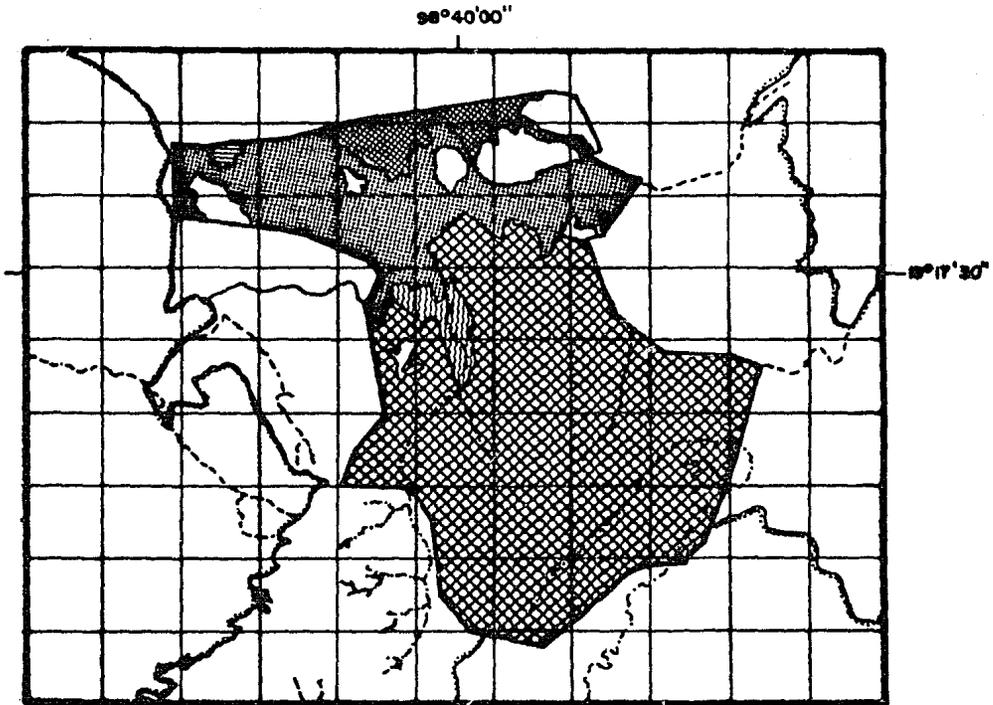
Temperatura promedio: 7.4 C

Precipitación promedio: 694.1mm



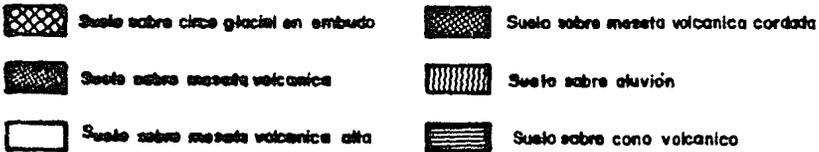
Climograma ombrotérmico de la Estación Meteorológica de Río Frío (promedio de 20 años).

Datos obtenidos de García (1973).



(tomado de Zavala 1983)

**Mapa edafológico del Campo Experimental Zoquiapan
basado en términos geomorfológicos**



caoliníticos y metahaloisíticos; la mineralogía de la fracción arena y limo grueso está compuesta por cuarzo, ortoclasa, hornblenda, piroxeno, anfíbola y fragmentos de andesita.

El pH de estos suelos oscila entre 5.5. y 7.1. Son suelos profundos (más de 90 cm), sin impedimento físico para el desarrollo radical, ya que tienen buen drenaje y aireación y reportan una baja cohesión. Poseen en disponibilidad los elementos nitrógeno, calcio, magnesio, potasio, pero carecen de suficiente fósforo.

Las texturas predominantes son francas y franco-arenosas. (Mapa 2).

VEGETACION:

En el Campo Experimental Zoquiapan, las especies arbóreas principales en cuanto a su número son: Pinus hartwegii, P. montezumae, P. leiophylla, P. ayacahuite, P. pseudostrobus, P. patula, Abies religiosa, Quercus spp., Alnus spp. (Rodríguez, 1976).

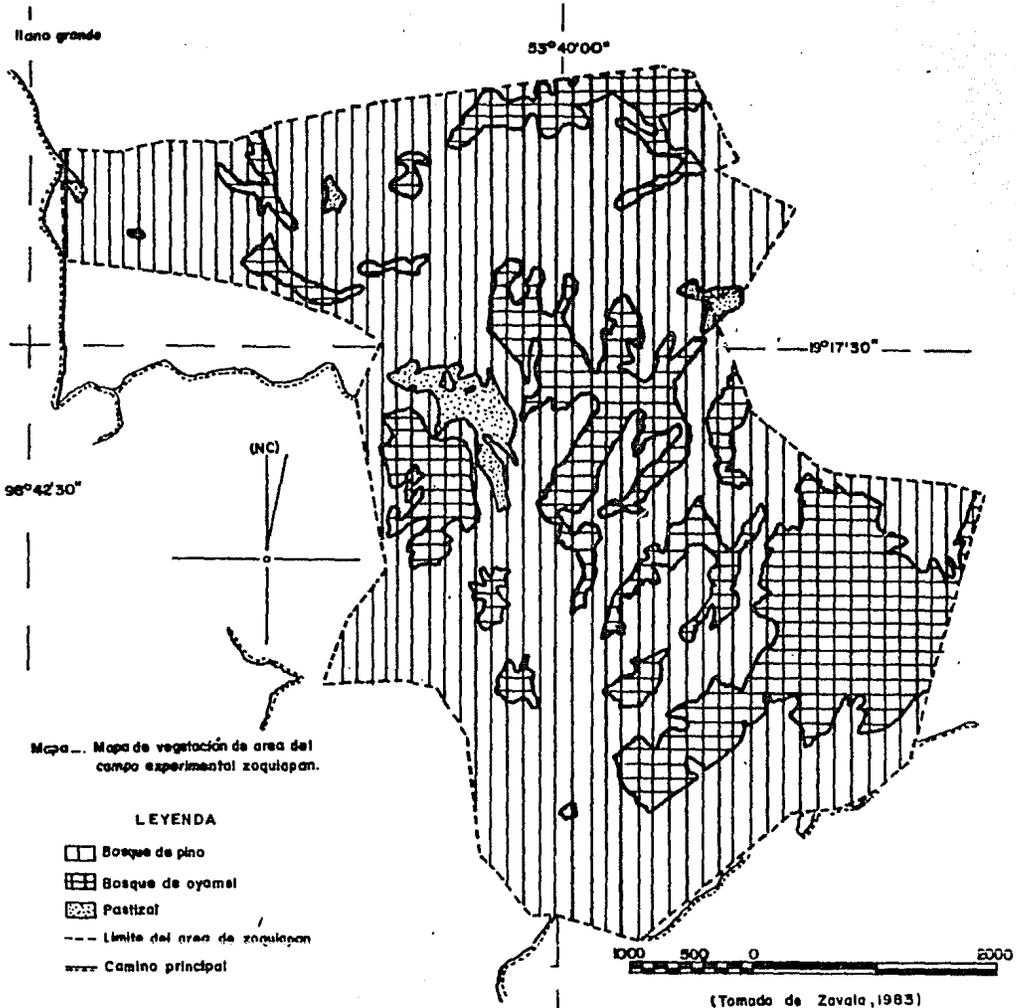
Los principales tipos de vegetación en la estación experimental Zoquiapan son los siguientes: (Mapa 3)

Bosque de Pino:

El bosque de pino comprende aproximadamente un 60% de la superficie del área y se distribuye de los 3000m hasta cerca de los 3700msnm, sobre terrenos con poca pendiente, principalmente sobre suelos de circo glacial en embudo.

Bosque de Oyamel:

El bosque de Abies religiosa se distribuye en los lugares cuya altitud varía de 3150 a 3500msnm, aunque es más abundante entre los 3300msnm; cubre aproximadamente un 30% de la superficie del área. Se presenta en suelos sobre meseta volcánica y circo glacial en embudo, con un desarrollo pedogenético incipiente.



PASTIZAL:

Este tipo de vegetación se presenta en los llanos del área, que se han formado por lagos de glaciación, cubren aproximadamente un 7% de la superficie del área y se localizan en las menores altitudes (entre los 3000 m). Se le encuentra en suelos profundos sobre aluvión y meseta volcánica alta.

ASOCIACIONES VEGETALES:

Dentro de la zona existe una buena variedad de asociaciones vegetales, cuya presencia es debida en gran medida a la heterogeneidad ambiental de la zona (Franco y Búrquez, 1981).

Zavala (1983), con base en la observación de características ambientales (altitud, topografía y exposición) y composición florística distingue las siguientes asociaciones vegetales:

Abies religiosa

Alnus firmifolia

Pinus hartwegii

Pinus montezumae

Pinus hartwegii - Alnus firmifolia

Pinus montezumae - Alnus firmifolia

Asociación Pinus hartwegii:

Ocupa la mayor extensión de la superficie del área de estudio (60%). Se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 3000 hasta cerca de los 3700 msnm; principalmente en terrenos abiertos, poco inclinados o casi planos. Suelos sobre meseta volcánica cordada, sobre meseta volcánica y sobre circo glacial en embudo (Zavala, 1983).

Esta asociación se encuentra limitada generalmente por la Asociación de Pinus hartwegii - Alnus firmifolia, en las zonas con terrenos medianamente inclinados, más o menos abiertos y con exposiciones de Sur a Oeste, donde las altitudes oscilan alrededor de los 3400 msnm. Hacia lugares con terrenos protegidos y mayores pendientes se limita por

por la Asociación de Abies religiosa, principalmente donde las laderas presentan exposiciones de Norte a Este. Hacia las zonas con las menores altitudes, donde el drenaje del suelo se hace menos eficiente, esta asociación siempre se encuentra limitada por el pastizal (Zavala, 1983).

La estructura de la Asociación Pinus hartwegii está conformada en el estrato arbóreo por Pinus hartwegii, Arbutus xalapensis y Alnus firmifolia. El estrato arbustivo lo constituyen: Pinus hartwegii, Baccharis conferta, Penstemon spp, Senecio spp, Pluclea spp; y el herbáceo, Geranium potentillaefolium, Alchemilla procumbens, Muhlenbergia quadridentata, Viola painteri, Oxylobus adscendens, Trifolium spp, Salvia spp, Eupatorium spp, Gnaphalium spp, Festuca spp y Lupinus spp. (Zavala, 1983).

Asociación Abies religiosa:

Se encuentra principalmente distribuida en altitudes que varían de - 3250 m a 3350 msnm, en cañadas con terrenos cuya pendiente varía de 35 a más de 50%, con exposiciones de Norte a Este. Se presenta en suelos sobre meseta volcánica y circo glacial en embudo. Ocupa el segundo lugar en extensión de las seis asociaciones encontradas (30%) (ibid).

Su limitación depende del grado de pendiente del terreno, de la exposición o del grado de protección que presenten las cañadas donde se distribuye. Se limita más frecuentemente por la Asociación de Pinus hartwegii en menores altitudes donde el terreno es casi plano. Cuando el terreno presenta pendientes entre 20 y 30% la asociación que limita es la de Pinus hartwegii - Alnus firmifolia (ibid).

La composición del estrato arbóreo está dada por individuos de Abies religiosa, Alnus firmifolia, Salix oxylepsis, Pinus hartwegii; el estrato arbustivo lo integran Senecio angulifolius, Abies religiosa, - Senecio barbajohannis, Simphoricarpus microphyllus, y otras especies menos frecuentes como Pernettya ciliata, Fuchsia cylindracea, Budd -

leia parviflora, Eupatorium glabratum; en el estrato herbáceo se encuentran Didymaea alsinoides, Alchemilla procumbens, Eupatorium pazcuarensis, Galium aeschenbornii, Salvia cardinalis, Geranium spp, Stevia spp, y Sibthorpia spp. (ibid).

Asociación Pinus hartwegii - Alnus firmifolia:

Esta asociación comprende una extensión de 7%. Se distribuye en un rango altitudinal que va desde cerca de los 3000 m hasta los 3500 msnm., en varias direcciones; en terrenos medianamente inclinados con pendientes que varían de 10 a 40%, en laderas con exposición de Noroeste a Noreste. En la mayor parte de los tipos de suelos que se encuentran en el área, pero más abundantes en las regiones con suelo sobre meseta volcánica y circo glacial en embudo (Zavala, 1983).

Limita principalmente con la Asociación de Abies religiosa, en las zonas con terrenos más protegidos y entre 30 y más de 50% de pendiente. Hacia los terrenos con menores altitudes y casi planos, o hacia las mayores altitudes con terrenos más abiertos, la asociación llega a estar limitada por la Asociación de Pinus hartwegii (Zavala, 1983).

En cuanto a su estructura está constituida por Pinus hartwegii, Alnus firmifolia, Salix oxylepis, Arbutus glandulosa, Abies religiosa y Pinus montezumae en el estrato arbóreo; en el estrato arbustivo se presentan Alnus firmifolia, Senecio cinerarioides, Penstemon gentianoides, Pinus hartwegii, Senecio angulifolius, Castilleja spp, Eupatorium spp, Salix spp, Simphoricarpus spp; el estrato herbáceo lo forman Alchemilla procumbens, Eupatorium pazcuarensis, Geranium potentillaefolium, Archibaccharis glandulosa, Festuca amplissima, Festuca hephaestophila, Solasum spp, Stevia spp, Muhlenbergia spp, Brachypodium spp. (ibid).

Asociación Pinus montezumae - Alnus firmifolia:

Abarca una extensión de 1.5%. Se distribuye en altitudes que varían de 3200 a 3280 msnm, principalmente hacia la zona Este del área, en

terrenos ligeramente inclinados con exposiciones que varían de Noroeste a Noreste y pendientes de alrededor de 20%. Se presenta en suelos sobre circo glacial en embudo (Zavala, 1983).

Limitada principalmente por la Asociación de Abies religiosa, hacia los terrenos más protegidos y con mayor pendiente, donde los suelos tienen un desarrollo más incipiente. Hacia mayores o menores altitudes, pero donde el terreno es más abierto o con pendientes menos pronunciadas esta asociación se encuentra limitada por la Asociación de Pinus hartwegii (ibid).

En el estrato arbóreo se encuentran individuos de Pinus montezumae, Alnus firmifolia, Pinus hartwegii; en el estrato arbustivo, Senecio cinerarioides, Penstemon gentianoides, Pernettya ciliata; y en el herbáceo Alchemilla procumbens, Brachypodium mexicanum, Festuca hephaestophila, Eupatorium pazcuarensis, Dydimaea alsinoides, Eupatorium prunellaefolium, Muhlenbergia macroura, Senecio sinuatus, Salvia spp, Solanum spp, Stellaria spp, Festuca spp. (ibid).

Asociación Pinus montezumae:

Ocupa una pequeña porción del área de estudio, comparable con la extensión que ocupa la asociación de Alnus firmifolia (1.0%). Distribuida en un rango altitudinal de 3050 a 3250 msnm, en terrenos poco inclinados de cañadas protegidas, sobre laderas con exposición Noroeste a suroeste, principalmente en suelos sobre circo glacial en embudo (Zavala, 1983).

Está limitada por la Asociación de Abies religiosa, en los terrenos con mayores pendientes o mayor grado de protección y mayor altitud. Hacia las zonas con terrenos más abiertos se encuentra limitada por la Asociación de Pinus hartwegii o por la Asociación de Pinus montezumae - Alnus firmifolia, con esta última en terrenos menos protegidos y ligeramente inclinados (ibid).

El estrato arbóreo de esta asociación está constituido por indivi -

duos de Pinus montezumae, Alnus firmifolia y Abies religiosa; el estrato arbustivo por Pernettya ciliata, Castilleja tenuiflora, Salvia elegans, Senecio angulifolius; el estrato herbáceo lo forman Alchemilla procumbens, Brachypodium mexicanum, Eupatorium pazcuarensis, - Didymaea alsinoides, Muhlenbergia macroura, Archibaccharis glandulosa, Oenothera spp, Geranium spp y Festuca spp. (ibid).

Asociación Alnus firmifolia:

Se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 3100 m a 3300 m snm, principalmente en terrenos inclinados sobre laderas de pequeñas elevaciones con exposición variable; en zonas de la región Sur y Norte del área; en suelos sobre circo glacial en embudo y sobre meseta volcánica (Zavala,1983).

Está limitada generalmente por la Asociación de Pinus hartwegii hacia las mayores altitudes, donde el terreno está más expuesto y por la Asociación de Abies religiosa hacia las zonas cuyos terrenos están más protegidos. Hacia las menores altitudes, también llega a estar limitada por la Asociación de Pinus hartwegii, donde el terreno es casi plano (ibid).

El estrato arbóreo está constituido en orden descendiente de valor de importancia por Alnus firmifolia, Salix oxylepis, Pinus hartwegii, Abies religiosa; el estrato arbustivo por Senecio angulifolius, Simphoricarpus microphyllus, Senecio cinerarioides y algunas veces por Ribes ciliatum; el estrato herbáceo lo forman Eupatorium pazcuarensis, Alchemilla procumbens, Cinnapoeformis spp, Geranium seemannii, Solanum demissum, Senecio platanifolius, Festuca spp, Brachypodium spp, Salvia spp. (ibid).

FAUNA:

El Eje Neovolcánico o Cadena Transversal Volcánica, al que corresponde el área de estudio, es un factor importante para la fauna, ya que éste separa a la región Neártica de la Neotropical, ambas forman la

la zona donde convergen flora y fauna del mismo origen (Blanco et al, 1981).

A continuación se nombran algunas de las especies de vertebrados registrados para la zona.

CLASE: AMPHIBIA

ORDEN: ANURA: Hyla plicata, Hyla eximia.

ORDEN: URODELA: Rhyacosiredon leorae, Chiropterotriton chiroptera, Pseudoerycea leprosa, P. cephalica cephalica.

CLASE: REPTILIA

ORDEN: SQUAMATA: Sceloporus aeneus aeneus, S. mucronatus mucronatus, Barisia imbricata imbricata, Eumeces cpei, Storeria storerioides, Thamnophis eques eques, Crotalus triseriatus triseriatus.

CLASE: AVES

ORDEN: FALCONIFORMES: Catharthes aura, Buteo jamaicensis, Falco sparverius sparverius.

ORDEN: GALLIFORMES: Dendrortyx macroura macroura, Cyrtonyx montezumae montezumae.

ORDEN: STRIGIFORMES: Aegolius acadicus acadicus, Glaucidium sp.

ORDEN: APODIFORMES: Streptoprocne sp., Selasphorus platycercus, Lampornis clemenciae, Dendrocopos stricklandi aztecus.

ORDEN: PICIFORMES: Dolaptes auratus mexicanus, Sphyrapicus varius varius.

ORDEN: PASSERIFORMES: Certhia americana alticola, Vireo sp., Cyanocitta stelleri azteca, Aphelcomu ultramarina ultramarina, Troglodytes bruneicollis culequita, Turdus migratorius phyllipsi, Catharus sp., Sialia mexicana mexicana, Vermivora superciliosa mexicana, Peusedramus taeniatus taeniatus,

Dendroica coronata, Parus sclateri sclateri,
Myioborus miniatus miniatus, Ergaticus ruber
ruber, Oriturus superciliosus superciliosus,
Junco phaeonotus phaeonotus, Spinus pinus -
macropterus.

CLASE: MAMMALIA:

ORDEN: MARSUPIALIA: Didelphis virginiana californica.

ORDEN: INSECTIVORA: Criptotis goldmani alticola, Sorex saussurei -
saussurei, S. vagrans orizabae, S. oreopolus ven-
tralis.

ORDEN: CHIROPTERA: Eptesicus fuscus miradorensis, Lasiurus cinereus
cinereus, Myotis volans amotus, M. californicus
mexicanus, M. thizanodes aztecus, M. velifer ve-
lifer, Plecotus mexicanus.

ORDEN: EDENTATA: Dasypus novemcintus mexicanus.

ORDEN: LAGOMORPHA: Romerolagus diazi, Sylvilagus floridanus orizabae,
S. cunicularis cunicularis.

ORDEN: RODENTIA: Spermophilus mexicanus mexicanus, Sciurus aureogas -
ter socialis, Thomomys umbrinus, Pappogeomys merri-
ami merriami, Reithrodontomys melanotis saturatus, R.
chrysopsis chrysopsis, R. sumichrasti sumichrasti,
Peromyscus maniculatus labecula, P. melanotis, P.
hylocetes hylocetes, P. difficilis felipensis, Sig-
modon leucotis leucotis, Neotomodon alstoni alstoni,
Neotoma mexicana torquata, Microtus mexicanus mexi-
canus.

ORDEN: CARNIVORA: Canis latrans cagotis, Urocyon cinereoargenteus ni-
grirostis, Mustela frenata perotae, Mephitis macro
ura macroura, Conepatus mesoleucus mesoleucus,
Lynx rufus scuinapae.

ORDEN: ARTIODACTYLA: Oedocoileus virginianus mexicanus (Blanco et
 al, 1981).

INFLUENCIA HUMANA:

En general: toda la zona que comprende el Parque Nacional Zoquiapan ha sido fuertemente explotada en el pasado, principalmente para la obtención de madera, además de que estos bosques se utilizaron alguna vez para la obtención de resina (Franco y Búrquez, 1981; Zavala, 1983).

Actualmente los incendios forestales son frecuentes y su efecto sobre la estructura y composición del bosque se desconoce en gran parte. Los fuegos esporádicos del estrato herbáceo se practican comúnmente para estimular el crecimiento de renuevos tiernos de pasto para el ganado. Cuando estos fuegos alcanzan las copas de los árboles no afectan perceptiblemente a los árboles adultos con corteza gruesa, pero sí destruyen la parte aérea de los individuos jóvenes y provocan la muerte de plántulas (ibid).

Este tipo de perturbaciones da lugar a una sucesión secundaria dominada por especies arbustivas como Senecio cinerarioides, Baccharis conferta y Penstemon gentianoides, en los lugares más fuertemente alterados, que actúan como especies pioneras en la regeneración de la vegetación del área. Entre las etapas de sucesión secundaria, se llegan a encontrar grandes manchones de individuos de Alnus firmifolia, dominando a las especies arbustivas (Zavala, 1983).

Otro tipo de alteración, a que está sometido tanto el Campo Experimental como el Parque, es el constante pastoreo de ganado vacuno y ovino. Esta actividad ejerce una considerable presión a la vegetación, pues, además de causar daños intensos a la cubierta herbácea del bosque, principalmente gramíneas, afecta el establecimiento de plántulas de las especies arbóreas del área, propiciando que se establezcan especies no apetecibles para el ganado, por ejemplo: Erinidium spp, Eupatorium prunellaefolium, Salvia prunelloides y Taraxacum officinale (Franco y Búrquez, 1981).

Cabe señalar la influencia que ha tenido la cantidad de caminos de

acceso y extracción en la zona, pues son lugares sometidos a perturbación continua, lo que favorece el establecimiento de especies herbáceas y arbustivas que son características de este tipo de alteración y que además suelen ser extrañas a la zona. Entre las especies que son abundantes en estas condiciones se encuentran Castilleja spp, Verbena recta, Senecio salignus, Senecio cinerarioides y Baccharis conferta, entre otras (Zavala,1983).

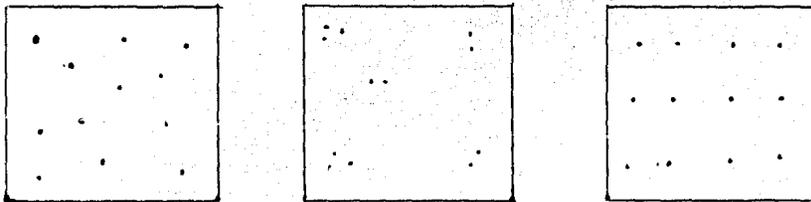
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La estructura que resulta de las distribuciones de los organismos en su ambiente, se conoce como "patrón". En la naturaleza, pueden existir cinco tipos de patrones, que dependen de ciertos factores externos o internos a la población. Así se distinguen "patrones vectoriales", que son producto de factores externos a la población, tales como luz, temperatura, humedad, dirección del viento, etc.; la continuidad genética, en cuyo caso los renuevos permanecen cerca de los organismos padres, da como resultado un "patrón reproductivo"; la agregación o un gran espaciamiento entre los individuos, debido a la acción de varios factores se conoce como "patrón social"; la interacción entre especies en competencia determina un "patrón coactivo"; cuando la distribución depende de fuerzas al azar, puede hablarse de un "patrón estocástico" (Hutchinson, 1953).

La conformación de los patrones de distribución en el terreno puede resumirse en tres tipos principales:

- 1.- Distribución al azar
 - 2.- Distribución agregada
 - 3.- Distribución regular o uniforme
- (Pielou, 1959; Odum, 1972; Whittaker, 1975).

El siguiente esquema muestra lo anterior:



Además existen dos subtipos más dentro de la distribución agregada a saber:

- 1.- agregación al azar y
- 2.- agregación uniforme.

DISTRIBUCION AL AZAR:

Se dice que los individuos de una especie están al azar, si la posición de cada individuo es independiente de los otros individuos (Pielou, 1959).

No es muy común en la naturaleza, pero puede ocurrir allí donde el medio es homogéneo. Ocurre entre plantas superiores en las cuales - las semillas son dispersadas por el viento (Whittaker, 1975).

Este patrón de distribución corresponde a lo que los matemáticos denominan distribución de Poisson, según la expresión (Dajoz, 1979).

$$y = \frac{m^x}{x!} e^{-m}$$

Según lo anterior, la probabilidad de encontrar un individuo en un punto en el área espacial es igual para todos los puntos (Emmel, 1976). Esto es, cada punto ha tenido la misma oportunidad de ocurrir en cualquier otro punto; cualquier subárea de tamaño específico ha tenido la misma oportunidad de recibir un punto como cualquier subárea de ese tamaño y la localización de cada punto no ha sido influenciada por otro punto (Clark y Evans, 1954). La distribución al azar forma una curva normal.

DISTRIBUCION AGREGADA:

La distribución agregada es aquella en la cual existe una tendencia de los individuos de ocurrir en grupos. En la naturaleza este tipo es el más común. Pielou (1959), sugiere dos causas principales para que este tipo de distribución ocurra:

- a) Las semillas caen al azar en un área, pero si el habitat no es - uniforme, la proporción que germina variará de sitio a sitio, de tal forma que la densidad de la población será alta en algunos - lugares y baja en otros.

b) El habitat puede ser uniforme, pero los individuos pueden ocurrir en grupos familiares, ya sea porque se reproducen vegetativamente o por que las semillas tienen un radio pequeño de dispersión.

En las plantas, en general, constituye un principio ecológico relativamente estricto el de que la agregación es inversamente proporcional a la movilidad de los elementos de diseminación (Odum, 1972).

DISTRIBUCION REGULAR O UNIFORME:

Los individuos tienden a estar tan separados como sea posible entre ellos. Las plantas exhiben este tipo de distribución en áreas donde existe alta competición por agua u otros recursos que sean escasos (Emmel, 1976).

En este tipo de distribución los organismos se encuentran espaciados más regularmente que si lo estuvieran de acuerdo a la oportunidad. Puede decirse que en la naturaleza este patrón no es tan común.

De acuerdo a Greig y Smith, se esperaría que ocurriera un patrón regular si los miembros de una población fueran tan abundantes que competirían uno con otro por el espacio disponible (Pielou, 1959).

METODOS PARA DETERMINAR EL PATRON DE DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES:

Se han sugerido varios métodos para averiguar el tipo de dispersión y el grado de agrupamiento entre los individuos de una población.

Un método comúnmente usado es la relación entre la varianza y la media de los individuos de una población, considerando para este estudio la distancia al vecino más cercano.

Siendo una propiedad general de las distribuciones fortuitas que la varianza (V) sea igual a la Media (\bar{m}), entonces si

$V/\bar{m} = 1$ se tendrá una distribución al azar;

si la razón varianza/media es significativamente mayor que uno, la distribución será del tipo agregado; si la relación varianza/media es significativamente menor que uno la distribución es uniforme.

Otro método que provee las bases para estimar el patrón espacial de los individuos es el desarrollado por Clark y Evans (1954), quienes toman la distancia de un individuo a su vecino más cercano, para posteriormente calcular la distancia media y compararla con aquella que se esperaría si los individuos estuviesen distribuidos al azar. La relación entre estas dos distancias medias sirve como una medida de desviación del azar.

Si en una población de N individuos que tengan una densidad específica ρ se mide la distancia r de cada individuo a su vecino más cercano, la distancia media observada puede representarse como

$$\bar{r}_A = \frac{\sum r}{N}$$

Puede demostrarse que la distancia media que se esperaría si la población estuviera distribuida al azar, \bar{r}_E tiene un valor igual a

$$\frac{1}{2\sqrt{\rho}} \quad (\text{ver apéndice}).$$

La relación $R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$ puede ser usada como una medida del grado al cual la distribución observada se acerca o desvía del azar.

En una distribución al azar, $R = 1$. Bajo condiciones de máxima agregación $R = 0$, ya que todos los individuos ocupan el mismo sitio y la distancia al vecino más cercano es por lo mismo 0. Bajo condiciones de máximo espaciamiento los individuos estarían distribuidos en un patrón hexagonal y todos los individuos (excepto los de la periferia de la población), estarían equidistantes de otros seis individuos. En tal distribución, la distancia media al vecino más cercano estaría

maximizada y tendría el valor $\frac{1.0746}{\sqrt{0}}$ (ver apéndice); cuando este es el caso, $R = 2.1491$.

De esta forma, R tiene un rango limitado, con valores indicativos de patrones de distribución uniformes, al azar o agregados. En cualquier distribución dada, la distancia media observada al vecino más cercano es R veces la que se esperaría en una distribución al azar de la misma densidad. Entonces, un valor R de 0.5, indicaría que los vecinos más cercanos están, en promedio, desviados la mitad de lo que se esperaría bajo condiciones al azar. Esta medida puede interpretarse en términos simples y debido a la facilidad para obtener los cálculos, puede ser de utilidad práctica en describir relaciones espaciales.

Como ya se ha mencionado, existen otros métodos para estimar la distribución espacial de los organismos; los anteriormente descritos son los utilizados para determinar el patrón de distribución de Arbutus spp. en la Estación Experimental Zoquiapan.

COMPETENCIA

La competencia y la depredación son los procesos bióticos más importantes que afectan la dinámica de las poblaciones. Todas las especies que se enfrentan a recursos limitados competirán entre ellas o entre individuos de otras especies (Hassell, 1976).

El factor competencia afecta negativamente el éxito y la sobrevivencia de una población. Según Birch (1957, cit. Andrewartha y Birch, 1974), existen dos tipos de competencia definidos como sigue:

- 1.- Competencia por recursos: Ocurre cuando un número de organismos (de la misma o de diferente especie) utilizan el mismo recurso que se encuentra en baja cantidad.
- 2.- Competencia por interferencia: Ocurre cuando los organismos buscando un recurso, se lastiman unos a otros, aún cuando el recurso sea abundante.

Entre vegetales, la competencia puede ocurrir sobre una gran variedad de fuentes o recursos, tales como luz, nutrientes, agua, polinizadores, sitios de establecimiento, etc.

Se han usado extensivamente modelos matemáticos para construir hipótesis acerca de lo que sucede cuando dos especies viven juntas, ya sea compartiendo el mismo alimento, ocupando el mismo espacio o depredando o parasitando a la otra. Los modelos más conocidos son las ecuaciones de Lotka-Volterra, que son modificaciones de la ecuación logística de Verhulst-Pearl.

La medida de la distancia al vecino más cercano es otro modelo, desarrollado por Pielou en 1959, que provee las bases para detectar competencia entre especies. En éste, que se detalla en el Apéndice II, calculando el coeficiente de correlación de la sumatoria de los diámetros o de cualquier otra variable (como área fotosintética), al relacionarla con la distancia que separa a los vecinos más cercanos,

se obtiene un valor r , que puede definir la competencia.

El modelo de la medida de la distancia al vecino más cercano, desarrollado por Pielou, ha sido utilizado por diversos autores (Cooper, 1961; Laessle, 1965; Yeaton y Cody, 1975; Yeaton, 1978). Según Pielou, la evidencia de competencia puede darse por la distancia que separa a los individuos, ya que éstas serán mayores para individuos más grandes que para individuos más pequeños. De esta forma es de suponerse que esta medida de separación influye la tasa de crecimiento y el tamaño del vecino más cercano (Cooper, 1961).

Para detectar competencia entre Arbutus spp. con Abies religiosa, Alnus firmifolia y Pinus spp. en la Estación Experimental Zoquiapan, se sigue el modelo propuesto por Pielou. (La formulación matemática de éste se detalla en el Apéndice II).

EL GÉNERO ARBUTUS

Arbutus L. "Madroño"

Arboles con la cáscara amarillenta rojiza, las hojas grandes, coriáceas. Flores en panículas; cáliz corto 5 partido; corola en forma de cántaro, con el limbo 5 dentado; estambres 10, insertos en la base de la corola, las anteras con dos apéndices dorsales dirigidos hacia abajo; ovario 5 - locular. El fruto es una baya carnosa, epicarpio granuloso, con varias semillas (Reiche, 1963).

El género Arbutus de la familia Ericaceae, es un elemento holártico que forma parte de bosques de pino y oyamel (Rzedowski, 1978). Zavala (1983), reporta dos especies del género en la Estación Experimental Zoquiapan: Arbutus glandulosa y Arbutus xalapensis.

Arbutus glandulosa Mart et Gal. "Madroño".

Arbol de talla baja que mide 3 a 8 metros de altura, con el tronco y las ramas de color rojizo. Hojas oblongas, ovadas u ovaladas, de 4 a 13 cm de longitud, con el ápice agudo u obtuso, agudas o cordadas en la base, finamente aserradas, las hojas y el extremo de las ramas presentan abundantes pelillos glandulosos. Panículas de 5 a 10 cm hirsuto glandulosas, corolas de 7 a 8 mm, de color blanco. (Sánchez, 1980).

Arbutus xalapensis H.B.K. "Madroño".

Arbol que llega a medir unos 15 m. de altura, con el tronco y las ramas rojizas. Hojas alternas, cortamente pecioladas, persistentes, coriáceas, oblongas u oblongo-ovales, de 3 a 10 cm de largo, agudas o redondeadas en el ápice, enteras o aserradas, generalmente venado-tomentosas cuando son jóvenes, pero glabras cuando adultas. Corolas blancas, de unos 7 cm. Fruto rojo oscuro, de unos 8 a 10 mm de diámetro (Sánchez, 1980).

Según Madrigal (cit. por Rzedowski, 1978) después de la destrucción

de un bosque clímax de Abies, a una fase inicial de gramíneas amacolladas (Festuca, Stipa y Muhlenbergia), le sigue una de arbustos en la cual dominan Baccharis conferta, Juniperus monticola o Senecio cinerarioides, o bien Quercus spp., Arbutus spp., Actostaphylos arguta y Salix cana; a continuación se presenta un bosque de Quercus spp. seguido por uno de Pinus y Alnus para restablecer finalmente el bosque de Abies.

METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

Los sitios de muestreo para determinar la distribución de Arbutus spp. y detectar la competencia o relación de éste con Abies religiosa, Alnus firmifolia y las diferentes especies de Pinus que se encuentran en la Estación Experimental Zoquiapan, se escogieron por observaciones previas de los lugares donde se encuentra presente Arbutus spp.

Se escogieron un total de 5 sitios, los cuales presentan características diferentes en cuanto a tamaño de superficie, altitud, exposición, pendiente y grado de perturbación.

La superficie se estima arbitrariamente desde el primer "madroño" medido hasta el último, en línea recta, formando un cuadro.

El grado de perturbación (considerando que la zona se encuentra expuesta a una gran variedad de actividades humanas para diversos fines), se estima arbitrariamente de más a menos perturbada, de acuerdo a la localización de los sitios, a las características florísticas de éstos, por ejemplo, a la presencia de Senecio cinerarioides, S. salignus, Baccharis conferta y Castilleja spp, que son especies características de estas zonas alteradas; se considera así mismo, la presencia de ganado vacuno u ovino y si el sitio fue recientemente talado o hubo fuego.

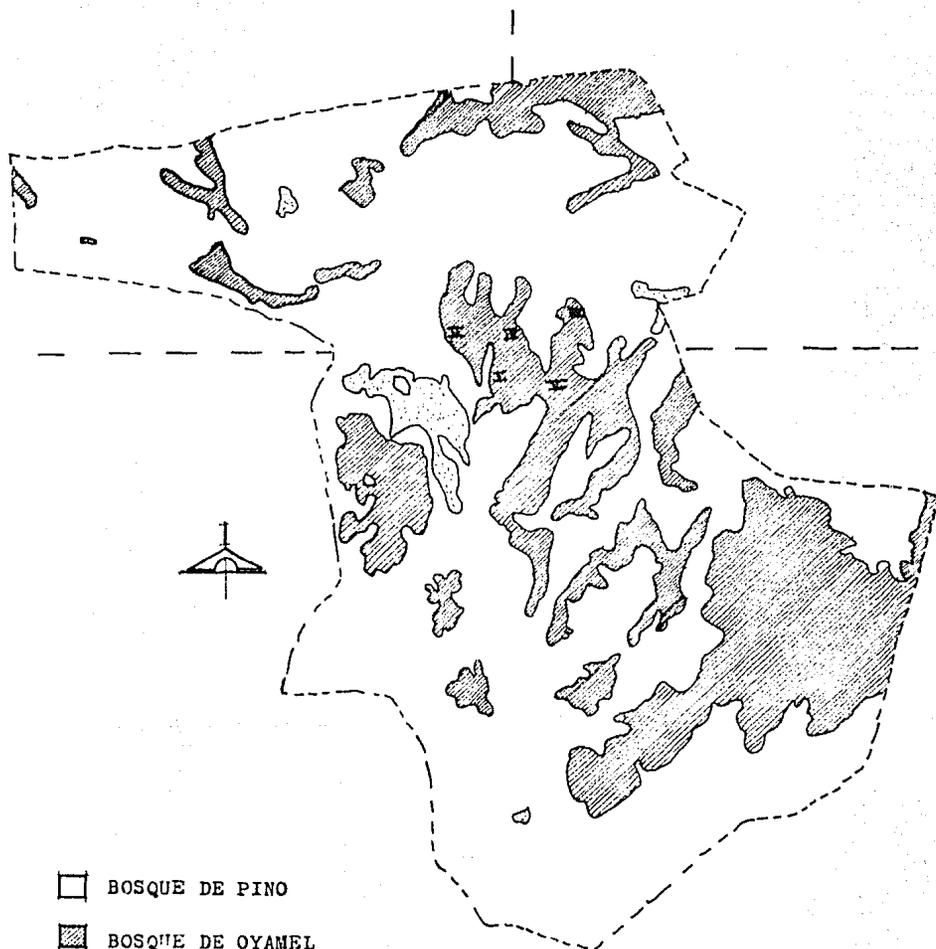
Para determinar la distribución de Arbutus spp. en estos cinco sitios, se toma la distancia que separa a un individuo de Arbutus spp. de aquel de la misma especie que se encuentre más cercano.

La distribución se obtiene a partir de la relación varianza - media del número de individuos registrados y las distancias medias que los separan y por el método Clark - Evans, del vecino más cercano.

Para establecer la relación de Arbutus spp. con Abies religiosa, Alnus firmifolia y Pinus spp, se registra el diámetro de Arbutus y su vecino más cercano, a 20 cm de la superficie, además de la distancia

que separa a Arbutus de su vecino, considerando que los vecinos sean Abies, Alnus o Pinus.

La relación entre estas especies se obtiene por el método desarrollado por Pielou de la distancia al vecino más cercano y utilizado por diversos autores, donde la correlación entre la suma de los diámetros de las especies pareadas y la distancia que las separa da un valor r , que indicará competencia.



Ubicación aproximada de los cinco sitios de muestreo en el mapa de vegetación de la Estación Experimental Zoquiapan.

Resumen de las características de los cinco sitios de muestreo.

Sitio I:

Asociación: Pinus montezumae - Alnus firmifolia

Altitud: 3118 msnm.

Exposición: E

Pendiente: 40%

Grado de perturbación: ++

Sitio II:

Asociación: Pinus montezumae - Alnus firmifolia

Altitud: 3102 msnm.

Exposición: E

Pendiente: 35%

Grado de perturbación: +

Sitio III:

Asociación: Pinus teocote - Quercus spp. - Alnus firmifolia

Altitud: 2950 msnm.

Exposición: SE

Pendiente: 50%

Grado de perturbación: ++

Sitio IV:

Asociación: Pinus montezumae - Alnus firmifolia

Altitud 3180 msnm.

Exposición: NE

Pendiente: 45%

Grado de perturbación: -

Sitio V:

Asociación: Pinus montezumae - Alnus firmifolia

Altitud 3160 msnm.

Exposición: E

Pendiente: 45%

Grado de perturbación: +

RESULTADOS

Cuadro 1.- Relación de Varianza (S^2) y Media para determinar la distribución de Arbutus sp en los 5 sitios.

SITIO	N	\bar{x}	S	S^2	S^2/\bar{x}
I	149	3.54	2.20	4.85	1.37
II	156	3.25	1.99	3.96	1.22
III	57	4.04	2.05	4.20	1.04
IV	58	4.05	2.06	4.23	1.04
V	60	4.57	2.06	6.76	1.48

Cuadro 2.- Valores estadísticos obtenidos mediante la aplicación del método Clark-Evans del vecino más cercano para estimar la distribución de Arbutus sp. en los 5 sitios

Valores Estadísticos	SITIOS				
	I	II	III	IV	V
Tamaño de los sitios (m)	2500	2500	2500	6000	2000
N	149	156	57	58	60
ρ	0,0596	0,0624	0,0228	0,0097	0.03
$\sqrt{\rho}$	0.2441	0.2498	0.1510	0.0985	0,17
Σr	527.37	507.45	230.05	230.05	272.78
Σr^2	278119.12	257505.5	52923.00	55286.12	74408.93
\bar{r}_A	3.54	3.25	4,04	4.05	4.55
\bar{r}_{FE}	2.0483	2.0016	3.3113	5.0761	2.8868
R	1.7283	1.6237	1,2201	0.7979	1.5761

Cuadro 2'. Valores del Coeficiente de Variación (S) de la relación Varianza/Media y del Método Clark - Evans, para determinar la distribución de Arbutus sp. en la Estación Experimental Zoquiápan.

Sitio	I	II	III	IV	V
S(V/M)	0.6215 (gpos al azar)	0.9907 (gpos al azar)	0.5074 (indivi- duos al azar)	0.5086 (indivi- duos al azar)	0.4527 (indivi- duos al azar)
S(R)	0.6987 (gpos al azar)	0.7068 (gpos al azar)	0.5495 (indivi- duos al azar)	0.4435 (indivi- duos al azar)	0.5886 (indivi- duos al azar)

SITIO I

Abies religiosa - Arbutus sp.

Σ d (cm)

150

100

50

0

5

10

d (m)

$$y = 10,14 + 17,5x$$

$$r = 0,16$$

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Abies religiosa y Arbutus sp.

SITIO II

Abies religiosa - Arbutus spE_d (cm)

150

100

50

0

$$y = 29.03 + 0.63x$$

$$r = 0.02$$

d (m)

5

10

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Abies religiosa y Arbutus sp.

STPO IV

Abies religiosa - Arbutus sp

E (cm)

150

100

50

0

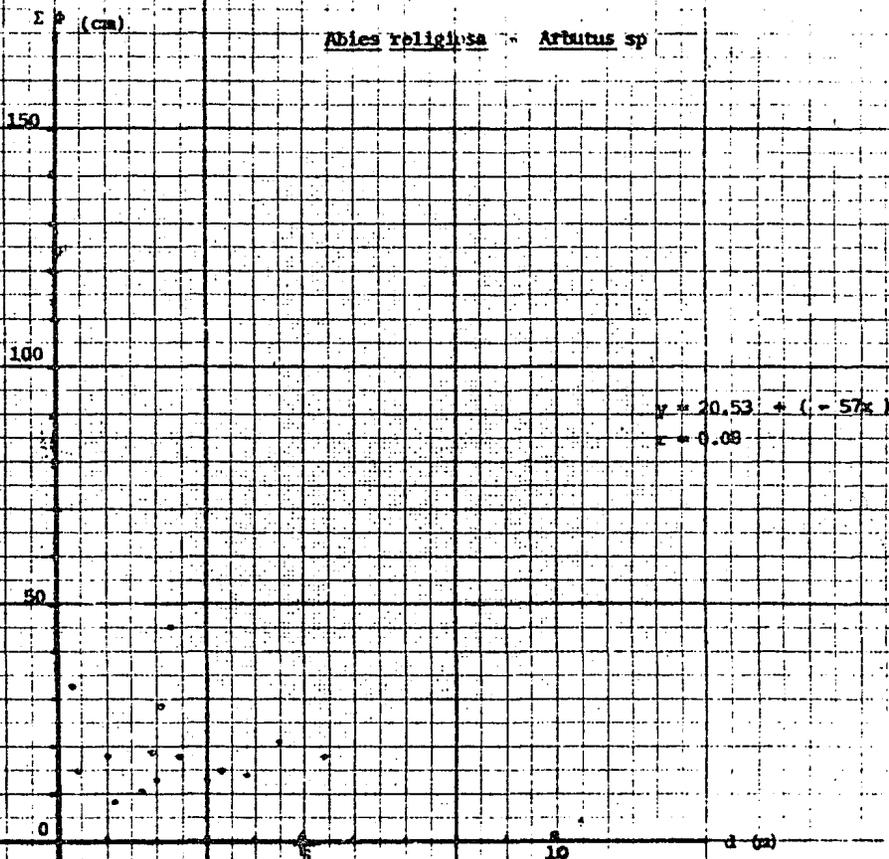
$$y = 29.78 + 6.09x$$

$$r = 0.18$$

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los
distancias de las especies parceda Abies religiosa y Arbutus sp.

SITIO V



relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies cercadas Abies religiosa y Arbutus sp.

SETO I

 Σd (cm)Alnus firmifolia ~ Arbutus sp.

150

100

$$y = 28.5 + 2.8x$$

$$r = 0.17$$

50

0

5

10

d(m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Alnus firmifolia y Arbutus sp.

SITIO II

 $\Sigma \phi$ (cm)Alnus firmifoliaArbutus sp.

150

100

$$y = 15.46 + 7.29x$$

$$r = 0.42$$

50

0

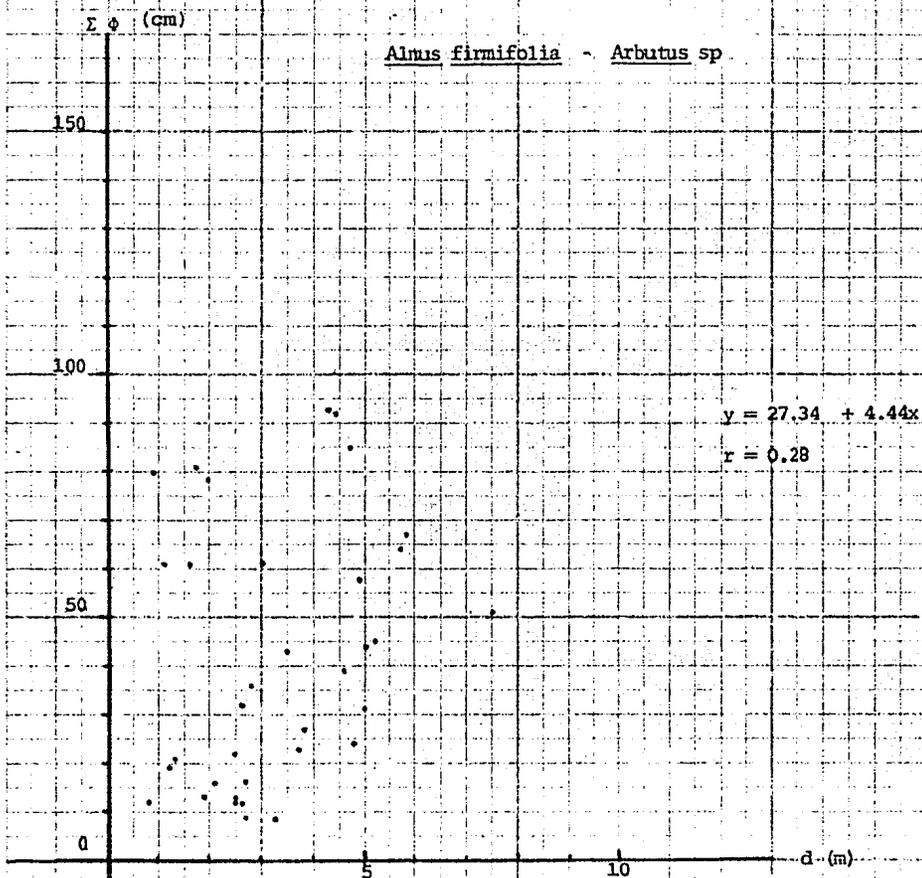
5

10

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies cercanas Alnus firmifolia y Arbutus sp.

SITE III

Alnus firmifolia - Arbutus sp.

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Alnus firmifolia y Arbutus sp.

SITIO IV

Alnus firmifolia - Arbutus sp ΣD (cm)

150

100

50

0

$$y = 36,6 + (-0,51x)$$

$$r = -0,23$$

5

10

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Alnus firmifolia y Arbutus sp.

S.T.O.V.

Alnus firmifolia - Arbutus sp. $\Sigma \phi$ (cm)

150

100

50

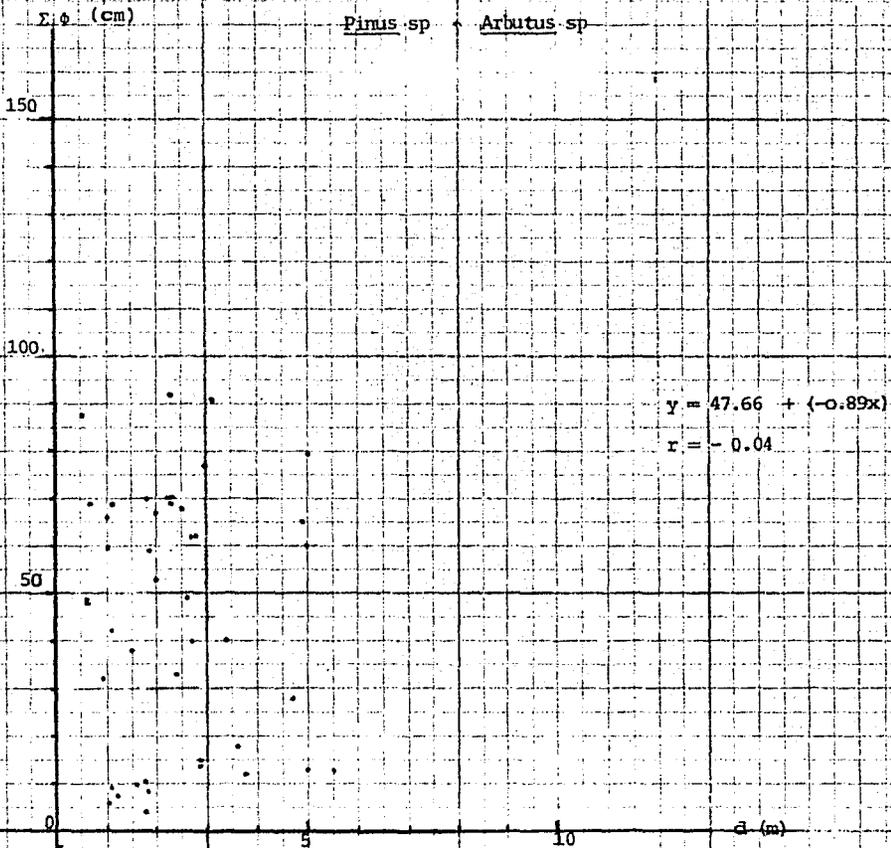
$$y = 19.08 + 5.84x$$

$$r = 0.45$$

d' (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies paradas Alnus firmifolia y Arbutus sp.

SITIO I



Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Pinus sp y Arbutus sp.

STIQ. II

Pinus sp. n. Arbutus sp.

 $\Sigma \phi$ (cm)

150

100

50

0

$$y = 49,45 + 7,88x$$

$$r = 0,34$$

d (m)

Relacion entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Pinus sp y Arbutus sp.

SITIO III

r₀ (cm)

Pinus sp.

A. butus sp.

150

100

50

0

$$y = 54.55 + 3.65x$$

$$r = 0.42$$

d (m)

Relación entre la distancia y la suma de los diámetros de vecinos más cercanos, Pinus sp. y A. butus sp.

50

SITIO IV

 $\Sigma \phi$ (cm)Pinus sp.Arbutus sp.

150

100

$$y = +8.26 + 25x$$

$$r = 0.85$$

50

0

5

10

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Pinus sp. y Arbutus sp.

S.T.C. - y

 $\Sigma \phi$ (cm)Pinus sp n Arbutus sp

150

100

$$y = 60.28 + 7.30x$$

$$r = 0.32$$

50

0

5

10

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Pinus sp y Arbutus sp.

Σd (cm)

ALNUS FIRMI-FOLIA

ARBUTUS SP

150

100

50

0

$$y = 21,86 + 5,20x$$

$$r = 0,52$$

10

d(m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros para las especies pareadas Alnus firmifolia y Arbutus sp, para los 5 sitios.

$\Sigma \phi$ (cm)

ALNUS FIRMI-FOLIA

ARBUTUS SP.

150

100

50

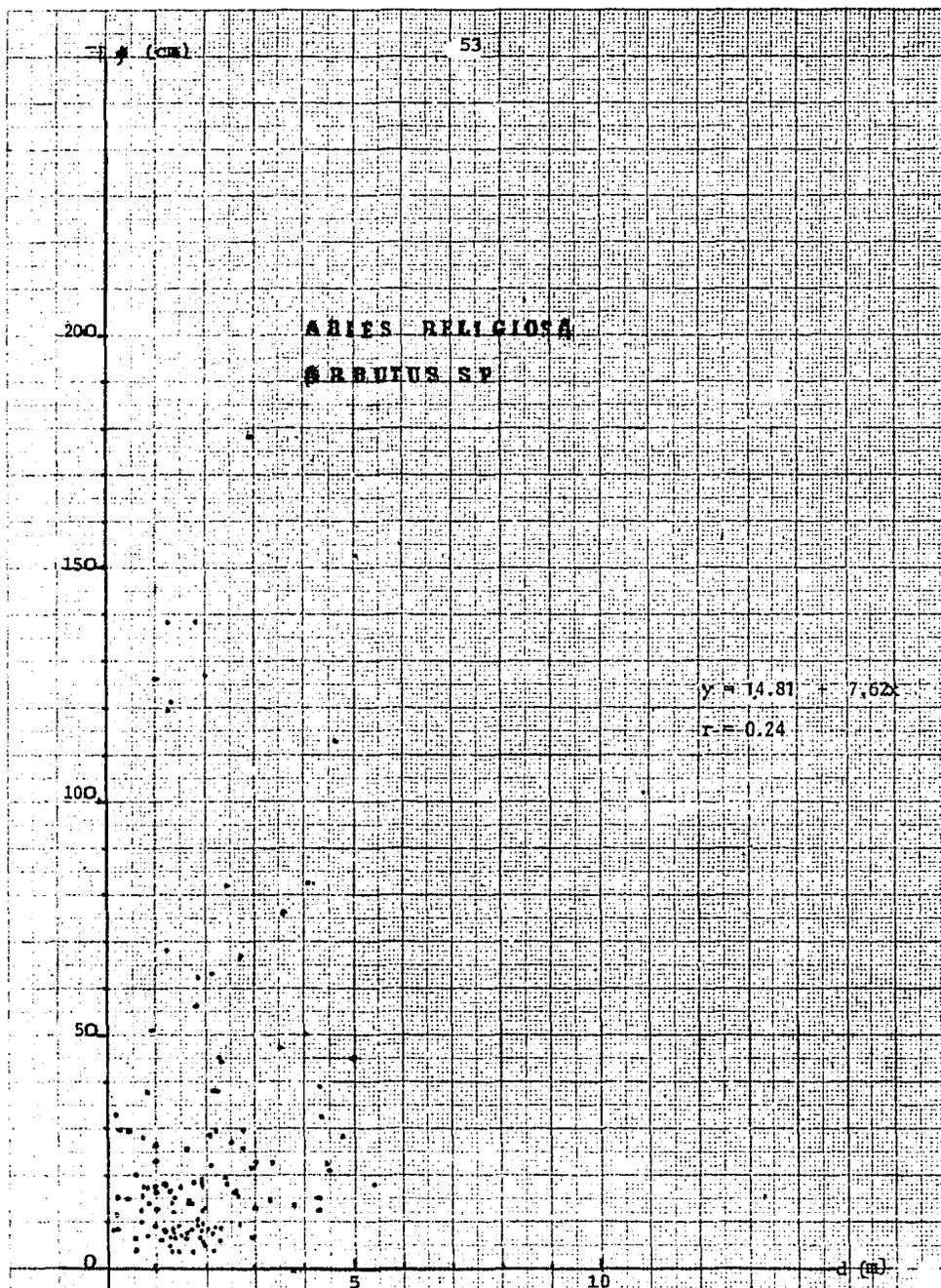
0

$$y = 21.86 + 5.20x$$

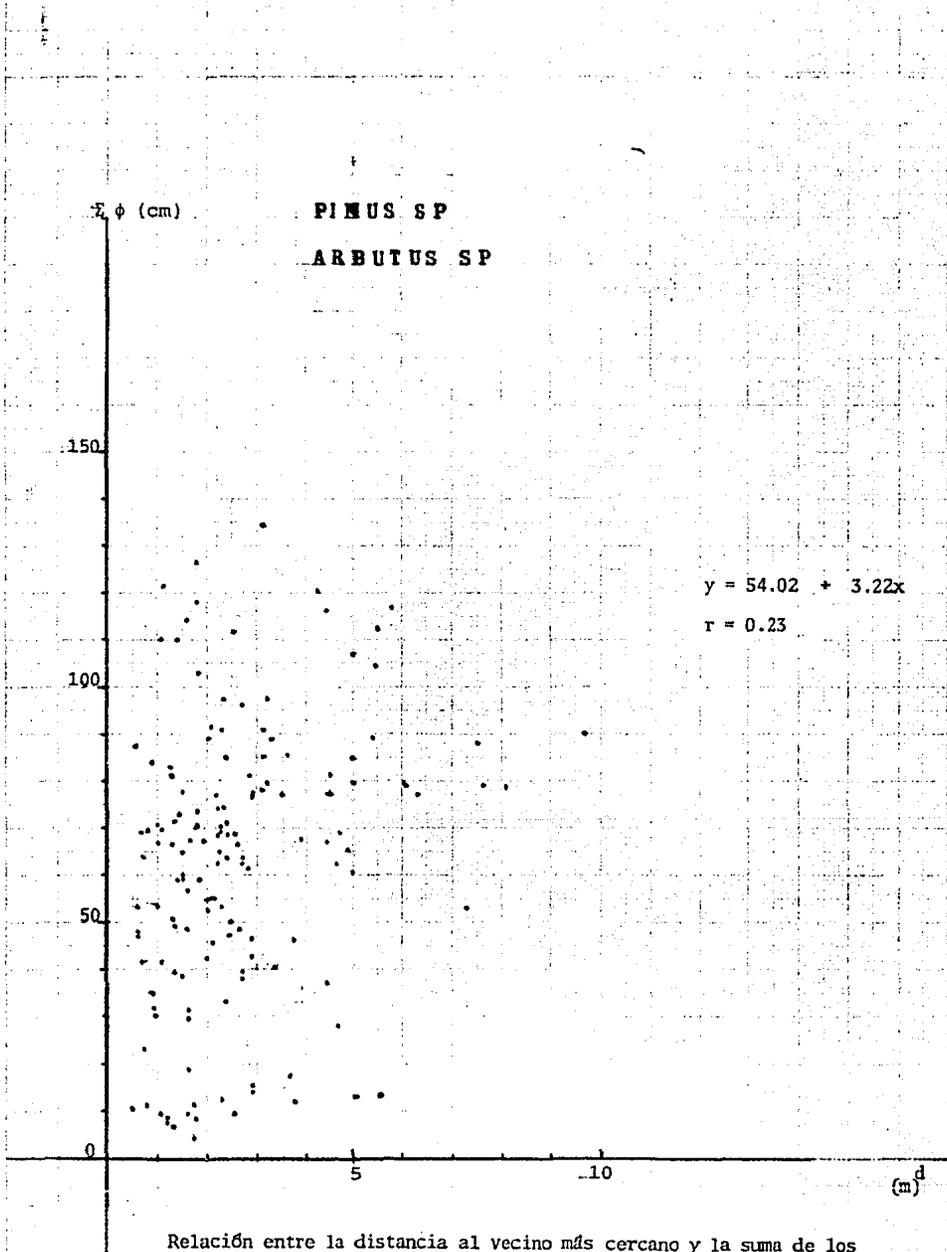
$$r = 0.32$$

d (m)

Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros para las especies pareadas ALNUS FIRMI-FOLIA y ARBUTUS SP. para los 5 sitios.



Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Abies religiosa y Arbutus sp. para los 5 sitios.



Relación entre la distancia al vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas Pinus sp y Arbutus sp. para los 5 sitios.

Cuadro 3.- Relación entre la distancia del vecino más cercano y la suma de los diámetros de las especies pareadas.

	Alnus firmifolia Arbutus sp	Abies religiosa Arbutus sp	Pinus sp Arbutus sp
SITIO I	$y = 28.5 + 2.8x$ $r = 0.17 \quad p < 0.17$	$y = 10.14 + 1.75x$ $r = 0.16 \quad p < 0.39$	$y = 47.66 + (-0.89x)$ $r = -0.04 \quad p < 0.77$
SITIO II	$y = 15.46 + 7.29x$ $r = 0.42 \quad p < 0.0001$	$y = 29.03 + 0.63x$ $r = 0.02 \quad p < 0.41$	$y = 49.45 + 7.88x$ $r = 0.34 \quad p < 0.03$
SITIO III	$y = 27.34 + 4.44x$ $r = 0.28 \quad p < 0.09$	No hay Abies	$y = 54.55 + 3.65x$ $r = 0.42 \quad p < 0.01$
SITIO IV	$y = 36.6 + (-0.51x)$ $r = -0.23 \quad p < 0.30$	$y = 29.78 + 6.09x$ $r = 0.18 \quad p \quad 0.32$	$y = -8.26 + 25x$ $r = 0.85 \quad p < 0.03$
SITIO V	$y = 19.8 + 5.8x$ $r = 0.45 \quad p < 0.004$	$y = 20.53 + (-.57x)$ $r = -0.08 \quad p \quad 0.76$	$y = 60.28 + 7.30x$ $r = 0.32 \quad p < 0.11$
Todos los sitios	$y = 21.86 + 5.20x$ $r = 0.32$	$y = 14.81 + 7.62x$ $r = 0.24$	$y = 54.02 + 3.22x$ $r = 0.23$

Cuadro 4.- Media de diámetros y distancias al vecino más cercano de Arbutus sp. con Alnus firmifolia, Abies religiosa y Pinus sp. en los 5 sitios.

SITIO	Alnus - Arbutus			Abies - Arbutus			Pinus - Arbutus		
	∅ (cm)	∅ (cm)	d (m)	∅ (cm)	∅ (cm)	d (m)	∅ (cm)	∅ (cm)	d (m)
I	24.92	10.28	2.39	4.58	8.07	1.43	36.8	8.72	2.39
II	20.90	10.43	2.18	20.34	11.93	1.64	57.7	7.78	2.04
III	27.52	14.46	3.29	-	-	-	48.14	20.16	3.76
IV	16.19	18.45	3.88	27.60	16.20	2.30	29.25	17.40	2.19
V	19.97	13.37	2.32	5.18	14.03	2.34	75.19	5.43	2.78
Todos	22.21	12.04	2.37	16.47	12.36	1.84	51.13	11.52	2.68

Cuadro 5.- Valores de importancia de Abies religiosa, Alnus firmifolia y Pinus sp. para los 5 sitios.

	Valor de densidad relativa (%)	Valor de dominancia relativa (%)	Valor de frecuencia relativa (%)	Valor de Importancia
SITIO I				
Abies	0.19	0.46	16.67	17.32
Alnus	0.53	47.38	20.83	68.74
Pinus	0.28	54.40	20.83	75.51
SITIO II				
Abies	0.24	23.61	16.67	40.52
Alnus	0.56	25.40	20.83	46.79
Pinus	0.21	50.99	20.83	72.03
SITIO III				
Abies	0	0	0	0
Alnus	0.51	32.42	20.83	53.76
Pinus	0.49	67.58	20.83	88.90
SITIO IV				
Abies	0.46	70.34	16.67	87.47
Alnus	0.45	18.10	20.83	39.83
Pinus	0.09	11.56	20.83	32.48
SITIO V				
Abies	0.19	0.22	16.67	17.08
Alnus	0.49	13.54	20.83	34.86
Pinus	0.32	85.83	20.83	106.98

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La discusión de los resultados se centra en los datos obtenidos de variables como medida de distancia al vecino más cercano y diámetro de las especies en

- 1.- Distribución de Arbutus spp. y
- 2.- Relación de Arbutus spp con Alnus firmifolia,
Abies religiosa y Pinus spp.

1.- DISTRIBUCION DE ARBUTUS SPP:

En la Estación Experimental Zoquiapan, el "madroño" se encuentra más frecuentemente en laderas pronunciadas y en exposiciones E, NE y SE, en altitudes que varían de 2870 m a 3180 msnm, y en sitios muy cerca de caminos de paso o de extracción, expuestos al pastoreo y al fuego. Por lo anterior puede resumirse que se encuentran en zonas perturbadas, donde anteriormente existió un bosque clímax de Abies.

Es interesante resaltar que actualmente no es una especie abundante en la zona, si se compara con otras especies arbustivas secundarias como Salix oxylepsis, Castilleja tenuiflora, Senecio cinerarioides o incluso con Alnus firmifolia, entre otras.

Los resultados obtenidos tanto por la relación varianza/media como por el método Clark-Evans del vecino más cercano (Cuadros 1 y 2), muestran que Arbutus spp. presenta una distribución

- a) en grupos al azar (sitio I y II), y
- b) de individuos al azar (sitio III, IV y V).

Lo anterior puede explicarse con base en las características intrínsecas a la especie y en relación a las cualidades del sitio, especialmente en cuanto a su inclinación.

La distribución agregada al azar en los sitios I y II, puede deberse a que las semillas de Arbutus presentan un radio pequeño de dispersión y a que la pendiente en estos sitios no es muy pronunciada

(40 % y 35 %, respectivamente para el sitio I y II), lo que influye para que las semillas permanezcan cerca de los árboles padres. Este patrón puede corresponder a lo que Hutchinson ha llamado "patrón de tipo reproductivo".

Los sitios III, IV y V, son sitios con un mayor grado de inclinación (60 %, 48 % y 45 %, respectivamente); en estos sitios los individuos de Arbutus se encuentran distribuidos al azar, la causa de este tipo de distribución puede deberse a causas externas a la población como el grado de la pendiente y la acción del viento en la dispersión de las semillas.

2.- RELACION DE ARBUTUS SPP CON ALNUS FIRMIFOLIA, ABIES RELIGIOSA Y PINUS SPP.

Considerando que en vegetales la competencia ocurre por recursos tales como luz, agua, nutrientes (entre otros), y que la utilización de cada una de estas fuentes, dependerá del sitio en el que las plantas se establezcan y junto a quien se encuentren, entonces, se puede decir que la competencia en vegetales ocurre por "espacio".

De acuerdo a Pielou (1959), la evidencia de competencia entre especies vegetales puede darse por la distancia que separa a los individuos que será directamente proporcional al tamaño de los mismos, así, a mayor distancia entre los organismos, mayor será el tamaño de éstos. Por lo tanto la distancia que separa a un individuo de otro ejercerá cierta presión en la tasa de crecimiento y el tamaño de su vecino más cercano.

Bajo este supuesto y tomando en cuenta la distribución de Arbutus y las características de los sitios donde se encuentra se discuten los resultados obtenidos para cada par de especies (Arbutus - Alnus, Arbutus - Abies y Arbutus - Pinus) en cada sitio.

Sitio I

En este sitio, la relación que guardan Alnus, Abies y Pinus con Ar-

butus es muy baja, con pino aparentemente no existe relación alguna (Cuadro 3).

La distribución que el madroño presenta en este sitio es agregada al azar, por lo que su vecino más cercano será generalmente otro Arbutus.

El diámetro promedio para los Abies en este sitio (Cuadro 4), indica que éstos son muy jóvenes ($\phi = 4.58$ cm) y que a pesar de que la distancia media que los separa de Arbutus es la más corta entre todas las distancias ($\bar{d} = 1.43$ m; Cuadro 4), no existe relación competitiva con el género a tratar. Los Arbutus en esta zona pueden considerarse jóvenes cuando crecen junto a Abies ($\phi = 8.07$ cm; Cuadro 4) y es probable que en esta etapa de desarrollo de la comunidad los requerimientos de ambas especies no sean los mismos, incluso puede haber una asociación positiva si se considera que Abies es una especie que no necesita mucha luz para su desarrollo y creciendo junto a un Arbutus éste le proporciona la sombra necesaria.

Con respecto a Alnus, la relación es también baja, a pesar de que el diámetro medio de éstos es comparativamente alto, 24.92 cm (el diámetro promedio mayor de Alnus es 27.52 cm en el sitio III; Cuadro 4). El que Arbutus y Alnus no compitan puede evidenciarse también por la distancia que los separa (2.39 m; Cuadro 4) y por el tamaño del madroño.

En cuanto a la relación Pinus - Arbutus, que tiene un valor r negativo (-0.04; Cuadro 3), puede decirse que ambas especies son independientes una de la otra en el sitio donde ocurren, en este sitio Pinus es la especie que tiene un valor de importancia más alto (Cuadro 5), la distancia media que separa a estas 2 especies puede considerarse significativa para no influir en el crecimiento de la otra, es también importante resaltar que los individuos de Pinus son relativamente jóvenes, lo que hace que sus requerimientos nutricionales por ejemplo, no sean abundantes.

Sitio II

En este, el coeficiente de correlación para las especies Alnus - Arbutus es relativamente alto, $r = 0.42$, lo que puede significar cierto grado de competencia entre estas dos especies. En el sitio II, la distancia media que las separa es la menor: 2.18 m, la densidad relativa de Alnus es alta si se compara con las otras dos especies (Abies y Pinus); proporcionalmente Alnus presenta un tamaño mayor; por lo anterior puede inferirse que en cierto grado Alnus y Arbutus compiten en este sitio por espacio.

Abies y Arbutus no presentan relación competitiva, lo que puede deberse al tamaño de ambas especies.

En este sitio, Pinus y Arbutus presentan un valor relativamente alto de r (0.34; Cuadro 3), lo que indica una posible relación competitiva que puede ser causada por el tamaño de las especies, confirmando la premisa que a mayor diámetro de una especie y a menor distancia de separación, menor diámetro de la otra especie; Pinus presenta un tamaño proporcionalmente alto (57.7 cm; Cuadro 4), Arbutus relativamente bajo (7.18 cm; Cuadro 4) y la distancia media que los separa es la menor encontrada para todos los sitios donde Arbutus crece junto a Pinus (2.04 m; Cuadro 4).

Considerando que el madroño es una especie que se presenta en etapas sucesionales tempranas de bosques de Abies y tomando en cuenta las características de este sitio, se puede deducir que Arbutus spp. está de cierta forma siendo reemplazado por Alnus y Pinus, que son especies que se presentan juntas, durante las últimas etapas que conllevan a una comunidad más estable, en este caso un bosque de oyamel.

Sitio III

Este sitio corresponde a una comunidad de Pino - Encino; es evidente una mayor perturbación por trazas de un incendio reciente; no se encuentra presente Abies religiosa.

El coeficiente de correlación para Alnus - Arbutus es de 0.28, lo que indica que actualmente no existe competencia entre estas dos especies, quizá debida al bajo valor de importancia de Alnus en este sitio, es probable que aquí, Arbutus compita con Quercus spp, pero no se registraron las variables para este género.

Con respecto a Pinus spp, el valor de r es relativamente alto (0.42; Cuadro 3), lo que significaría que Arbutus y Pinus están compitiendo si se considera el valor de importancia para pino en este sitio, lo anterior es factible (Cuadro 5). La distribución de los individuos de Arbutus spp, al azar, implica una mayor competencia interespecífica.

Sitio IV

Los resultados indican un valor negativo de r para Arbutus - Alnus. En este sitio, cuando Arbutus se encuentra creciendo cerca de Alnus presenta el mayor diámetro medio (18.45 cm; Cuadro 4), así mismo, la distancia media que separa a Arbutus de cualquier otra especie es la mayor (3.88 m; Cuadro 4), por lo anterior y a pesar de que se esperaría una mayor relación competitiva entre Alnus y Arbutus que entre cualquier otra especie (valor de r para los 5 sitios de Arbutus y Alnus = 0.32; Cuadro 3) no hay competencia. Otro factor que puede considerarse es el tamaño de Alnus, que en este sitio presenta el menor diámetro (16.19 cm; Cuadro 4). Este último hecho puede deberse a la etapa de desarrollo sucesional en que se encuentra el sitio, - que actualmente es uno de los menos perturbados, resaltando que aquí Abies religiosa presenta el valor de importancia más alto, y que los individuos de Abies son los que para todos los sitios presentan el diámetro mayor (27.60 cm; Cuadro 4), lo anterior hace suponer que ésta es una comunidad casi clímax de Abies.

La baja relación entre Arbutus - Abies y la escasez de pinos en este sitio, corroborarían lo anteriormente expuesto.

(La relación Pinus - Arbutus no se considera válida para este sitio

a pesar de ser la más alta - 0.85 - por estimarse ser una muestra no representativa).

Sitio V

En esta localidad, r presenta el valor más alto para la relación Alnus - Arbutus (0.45; Cuadro 3), lo que indica que existe cierto grado de competencia entre estas dos especies. Si se considera la densidad relativa de Alnus (0.49%; Cuadro 5), su tamaño y la distancia media que los separa (Cuadro 4), se puede inferir que la competencia ocurre por espacio, además de que en este sitio los individuos de madroño se encuentran distribuidos al azar, con la distancia media entre ellos de mayor valor (4.55.m; Cuadro4), esto hace que la competencia entre especies diferentes sea mayor.

La relación entre Abies - Arbutus es negativa, por lo que no existe aparentemente, una influencia entre ellos; lo anterior se evidencia considerando el tamaño de Arbutus cuando se encuentra cercano a un Abies (14.03 cm; Cuadro 4) y el tamaño de Abies, que son en su mayoría pequeños (5.18 cm de diámetro; Cuadro 4), además estas especies se encuentran relativamente separadas, si se compara con la distancia media más corta 2.24 m vs 1.43 m, para esta relación.

Pinus y Arbutus presentan un valor de r relativamente alto (0.32; Cuadro 3). En este sitio, los individuos de pino presentan el mayor diámetro (75.19 cm; Cuadro 4), y Arbutus el menor de entre todos los sitios (5.43 cm; Cuadro 4). El pino tiene un valor de importancia muy alto en este sitio; puede inferirse que Arbutus está siendo desplazado tanto por Alnus como por Pinus, debido a la etapa sucesional (avanzada) en que este sitio se encuentra.

Sitios I a V

La relación Alnus - Arbutus es la más alta para todos los sitios (0.32; Cuadro 3); lo anterior puede deberse a la alta densidad relativa de Alnus en todos los sitios; éste es un género característico

de una etapa sucesional tardía en bosques de Abies. Puede concluirse que Arbutus está siendo desplazado por Alnus.

Con Abies y Pinus presenta casi la misma relación (0.24 y 0.23 respectivamente; Cuadro 3), que puede considerarse no significativa, sobre todo si se toma en cuenta la baja densidad relativa de estas especies y el pequeño tamaño que presentan ambas cuando se relacionan con Arbutus.

Para obtener un valor real de relación de Arbutus con otras especies en la Estación Experimental Zoquiapan, debiera considerarse la relación de éste, no solamente con las especies arbóreas dominantes en la zona (Alnus firmifolia, Pinus hartwegii y Abies religiosa), - sino con especies tales como Salix spp, Senecio cinerarioides, Baccharis conferta y Quercus spp, que son especies arbustivas frecuentes y abundantes de la misma etapa sucesional que Arbutus spp. y con las que es posible que exista un mayor grado de relación competitiva.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El Campo Experimental Zoquiapan es una zona característica de Bosque templado, que presenta cierto grado de perturbación debido a la influencia humana.

Arbutus spp, (madroño), una especie característica de bosque de pino y oyamel, se encuentra distribuida al azar y en grupos al azar en esta zona.

No presenta una relación competitiva significativamente alta con las especies arbóreas dominantes del área como Alnus firmifolia, Abies religiosa y Pinus spp, lo que se podría deber al grado de desarrollo de las comunidades donde se muestreo.

El método utilizado se considera apropiado, pero se propone que sea utilizado para otras especies que se encuentran en la misma etapa sucesional que Arbutus spp.

APÉNDICE

A P E N D I C E

METODO CLARK - EVANS:

(Distancia al vecino más cercano como una medida de relación espacial en poblaciones)

Explican el espaciamiento en término de espacio bidimensional, con referencia a poblaciones en superficies planas. Con modificaciones es igualmente aplicable a poblaciones distribuidas a lo largo de una línea o dispersas en un volumen.

La distancia de un individuo a su vecino más cercano, independientemente de la dirección provee las bases para una medida de espaciamiento.

Una serie de tales distancias es medida en una población dada, usando todos los individuos presentes o una muestra seleccionada al azar; el valor de la distancia media al vecino más cercano se obtiene por este conjunto de observaciones. La distancia media al vecino más cercano que se esperaría si los individuos de esa población estuvieran distribuidos al azar también se calcula. La relación de la distancia media observada y de la distancia media esperada sirve como medida de desviación del azar. Los radios que han sido calculados para dos o más poblaciones pueden ser directamente comparados, como la medida esperada de la desviación relativa del azar.

Si en una población de N individuos que tienen una densidad específica ρ , la distancia r de cada individuo a su vecino más cercano es medida, así la distancia media observada puede representarse como

$$\bar{r}_A = \frac{\sum r}{N}$$

La distancia media que se esperaría si la población estuviera distribuida al azar \bar{r}_E tendría un valor igual a

$$\frac{1}{2\sqrt{\rho}}$$

El radio $R = \bar{r}_A / \bar{r}_E$ puede entonces ser usado como una medida del grado al cual la distribución observada se acerca o desvía del azar. En una distribución al azar, $R = 1$. Bajo condiciones de agregación máxima, $R = 0$, ya que todos los individuos ocupan el mismo lugar y la distancia al vecino más cercano es por lo tanto 0. Bajo condiciones de máximo espaciamiento, los individuos estarán distribuidos en un patrón hexagonal regular y todos los individuos, (excepto aquellos de la periferia de la población) estarán equidistantes de otros seis individuos. En tal distribución la distancia media al vecino más cercano estará maximizada y tendrá el valor $\frac{1.0746}{\sqrt{\rho}}$. Cuando es-

te es el caso, $R = 2.1491$. Así, R tiene un rango limitado con valores indicativos de patrones de distribución perfectamente uniformes, al azar o completamente agregados. En cualquier distribución dada, la distancia media observada al vecino más cercano es R veces la que se esperaría en una distribución al azar de la misma densidad. De tal forma que un valor de R de 0.5 indicaría que los vecinos más cercanos, son en promedio, la mitad más separados, de lo que se esperaría bajo condiciones al azar.

Prueba de significancia:

La utilidad de cualquier medida de espaciamiento se incrementará si ésta puede ser asegurada. Si el valor de R indica que una población dada no está distribuida al azar, la significancia de la desviación de \bar{r}_A por \bar{r}_E puede ser probada por la curva normal. La fórmula usada en esta prueba de significancia es

$$c = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_E}{\sigma_{\bar{r}_E}}$$

donde c es la variante estándar de la curva normal y $\sigma_{\bar{r}_E}$ es el error estándar de la distancia media al vecino más cercano en una población distribuida al azar, de la misma densidad que aquella de la población observada. El valor de $\sigma_{\bar{r}_E}$ para una población de densidad $\rho = \frac{0.26136}{\sqrt{N}}$ donde N es el número de -

mediciones de distancias hechas. Los valores de c 1.96 y 2.58 representan respectivamente el 5 por ciento y el 1 por ciento de niveles de significancia.

Quando dos poblaciones están siendo comparadas no es suficiente asegurar si alguna de ellas se desvía significativamente del azar. Así, la significancia de la diferencia en los valores de R para dos poblaciones puede ser probada por la distribución t de Student - Fisher o por la distribución F.

La prueba de significancia anteriormente propuesta está basada en las diferencias entre \bar{r}_A y \bar{r}_E . Es teóricamente posible, para una población distribuida no al azar existir donde \bar{r}_A y \bar{r}_E sean iguales.

Desviación de las fórmulas para \bar{r}_E y \bar{r}_A :

Para una distribución al azar de puntos en dos dimensiones la probabilidad de que un área escogida al azar, de tamaño específico contendrá exactamente x puntos, se da por la función exponencial de Poisson

$$\frac{m^x e^{-m}}{x!}$$

donde m es el número medio de puntos por área. Siendo el área específica el sector de un círculo de radio r, formado por la división del círculo en k sectores iguales. Si ρ es la distancia media de la distribución, entonces

$m = \rho k^{-1} r^2$ será el número medio de los puntos por área. En este caso

$$\frac{(\rho k^{-1} r^2)^x e^{-\rho k^{-1} r^2}}{x!}$$

es la probabilidad de encontrar exactamente x puntos en un área arbitraria de $\pi k^{-1} r^2$ unidades. Consecuentemente, $e^{-\rho k^{-1} r^2}$ es la probabilidad de que un área escogida al azar de $\pi k^{-1} r^2$ unidades no contendrá puntos. Si nuestra área es un sector de un círculo, donde al azar se escoge un punto, la probabilidad de que un sector no contendrá otro punto dentro de una distancia r del punto escogido es también $e^{-\rho \pi k^{-1} r^2}$. Considerando como una función de r, esta es la proporción de distancias al vecino más cercano (dentro de los sectores) $\geq r$. Consecuentemente $1 - e^{-\rho \pi k^{-1} r^2}$ es la proporción de distancias al vecino más cercano $\leq r$. Diferenciando la última expresión con respecto a r se obtiene

$$2\rho \pi k^{-1} r e^{-\rho \pi k^{-1} r^2} k^{-1} r^2 dr \text{ como la probabilidad de distri-}$$

bución de r . La media de r , llamada \bar{r}_E , puede ser obtenida por la multiplicación de la expresión anterior por r y e , integrando sobre un intervalo de 0 a ∞ .

$$\text{Así, } \bar{r}_E = \int_0^{\infty} 2\rho\pi k^{-1} r^2 e^{-\rho\pi k^{-1} r^2} dr, \text{ que puede ser } \frac{\sqrt{k}}{2\sqrt{\rho}}.$$

El segundo momento de r , $E(r^2)$, se obtiene por la multiplicación de la función de la probabilidad de distribución de r por r^2 e integrando sobre un intervalo de 0 a ∞ .

$$\text{Entonces } E(r^2) = \int_0^{\infty} 2\rho\pi k^{-1} r^3 e^{-\rho\pi k^{-1} r^2} dr.$$

Esta integral tiene el valor $\frac{k}{\rho\pi}$. La varianza de r es $E(r^2) - (\bar{r}_E)^2$, lo -

cual prueba ser $\frac{(4 - \pi)k}{4\pi\rho}$. El error estándar de \bar{r}_E , $\sigma_{\bar{r}_E}$, es $\frac{\sqrt{(4 - \pi)k}}{\sqrt{4\pi\rho N}}$

$$= \frac{0.26136\sqrt{k}}{\sqrt{N\rho}}$$

donde N es el número de medidas hechas.

El límite superior de $\frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$:

La distancia media entre vecinos más cercanos es maximizada en una distribución hexagonal, donde cada punto tiene seis vecinos más cercanos equidistantes. Sea r_u quien denote la constante de la distancia entre vecinos más cercanos en esta distribución. En tal distribución uniforme, cada punto puede ocupar un área de

$$\frac{r_u^2 3^{1/2}}{2}$$

La densidad, ρ , de la población es entonces

$$\rho = \frac{2}{r_u^2 3^{1/2}}$$

Resolviendo para r_u se obtiene

$$r_u = \frac{2^{1/2}}{3^{1/4} \rho^{1/2}}$$

Ya que r_u es el valor mayor posible de \bar{r}_a , el valor máximo del radio

$$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} \text{ es } \frac{r_u}{\bar{r}_E}, \text{ o } \frac{2^{3/2}}{3^{1/4} k^{1/2}}$$

que es aproximadamente igual a

$$\frac{2.1491}{\sqrt{k}}$$

Aplicación del análisis de varianza al radio:

En la aplicación del análisis de varianza se desea probar diferencias en R más que en \bar{r}_A . Ya que

$$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} = 2 \sqrt{\rho} \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$$

es necesario multiplicar cada valor de r por la raíz cuadrada de la densidad de la población a la que pertenece. Tal transformación se efectúa multiplicando cada Σr por su correspondiente $\sqrt{\rho}$ y cada Σr^2 por su ρ . Si las poblaciones de ρ están siendo comparadas se puede usar el siguiente esquema computacional

$$a = \rho_1 \Sigma r_1^2 + \rho_2 \Sigma r_2^2 + \dots + \rho \Sigma r^2$$

$$b = (\sqrt{\rho_1} \Sigma r_1 + \sqrt{\rho_2} \Sigma r_2 + \dots + \sqrt{\rho} \Sigma r)^2$$

$$c = \frac{\rho_1 (\Sigma r_1^2)}{N_1} + \frac{\rho_2 (\Sigma r_2^2)}{N_2} + \dots + \frac{\rho (\Sigma r)^2}{N}$$

donde los suscritos 1, 2, ... que siguen a ρ , r y N representan las poblaciones a las cuales estos datos pertenecen. El radio de varianza, F , para probar la significancia de las diferencias en los valores de R para la población ρ es

$$F = \frac{(c - b) (N_1 + N_2 + \dots + N_p - \rho)}{(a - c) (\rho - 1)}$$

aquí siendo $\rho - 1$ y $N_1 + N_2 + \dots + N_p - \rho$ grados de libertad para el grupo intermedio y varianzas del grupo respectivamente. Si una F significativa es obtenida de este análisis se sabe que no todas las poblaciones son parecidas en sus grados de agrupamiento.

Lista de los símbolos y definiciones de conceptos empleados en una medida de espaciamiento basada en la distancia media entre vecinos más cercanos.

N	El número de medidas de distancias tomadas en la población observada o muestra. Cuando se emplea un solo sector, N es también igual al núm., de individuos usados como centros de medidas.
r	La distancia en cualquier unidad específica de un individuo dado a su vecino más cercano.
ρ	La densidad de la distribución observada expresada como el número de individuos por unidad de área. - La unidad de medida usada en los cálculos de rho - debe ser la misma que la usada en la medición de r).
Σr	La sumatoria de las medidas de distancia al vecino más cercano.
Σr^2	La sumatoria de los cuadrados de las mediciones de distancia.
$\bar{r}_A = \frac{\Sigma r}{N}$	La media de las series de distancias al vecino más cercano.
$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}$	La distancia media al vecino más cercano esperada en una distribución al azar de la densidad de rho.
$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E}$	La medida del grado del cual la distribución observada "sale" de la esperanza al azar con respecto a la distancia al vecino más cercano.
$C = \frac{\bar{r}_A - \bar{r}_E}{\sigma_{\bar{r}_E}}$	La variable estándar de la curva normal.
$\sigma_{\bar{r}_E} = \frac{0.26136}{\sqrt{N\rho}}$	El error estándar de la distancia media al vecino más cercano en una población distribuida azarosamente de una densidad rho.
F	El radio de la varianza entre grupos entre la varianza de los grupos en una prueba de significancia de las diferencias entre dos ó más poblaciones.
P	El número de poblaciones a comparar.
K	El número de sectores en un círculo de radios infinitos rodeando al individuo del cual se toman las medidas de distancia.

APENDICE II

USO DE LA DISTANCIA PLANTA - A VECINO PARA DETECTAR COMPETENCIA

E. C. Pielou, 1962.

Si la competencia intraespecífica está ocurriendo en un lugar dentro de una población vegetal, los competidores sin éxito serán ya sea pequeños, o estarán poco desarrollados, o serán incapaces de establecerse por sí mismos. De igual forma, mientras más cerca estén dos plantas una de otra, competirán con mayor intensidad entre ellas. Este hecho puede manifestarse de dos maneras:

- i) la distancia entre cualquier planta y su vecino más cercano estará positivamente correlacionada con la suma de sus medidas, y
- ii) puede haber un límite más bajo de distancia entre cualquier planta y su vecino más cercano, o en otras palabras, cada planta con éxito tendrá a su alrededor su "propio territorio" dentro del cual ningún colonizador nuevo puede establecerse.

En una población de más o menos baja densidad, la competencia débil puede producir el primer resultado (i); los competidores sin éxito serán detenidos en su desarrollo, pero no suprimidos. En donde la competencia es más intensa como en el caso (ii), se esperará que ocurra lo que en el primero (i).

Si cada planta en una población posee un área apreciable como su propio territorio, no necesariamente tendrá la población un patrón regular; ya que la competencia puede causar que una población esté agregada, debiéndose ésto al acinamiento de pequeñas plantas en los espacios vacantes, dejados entre los territorios de las plantas grandes y bien establecidas. La regularidad que puede esperarse que ocurra en porciones de alta densidad puede disminuir si la población considerada como un todo, es agregada debido a alguna otra causa, como por ejemplo una agregación familiar o heterogeneidad del hábitat. Es por esta razón que las poblaciones regulares son tan raras en la naturaleza.

Será muy rara vez detectable la competencia, a partir de la consideración del patrón, en una población de área extensa. Más que eso, detectar regularidad dentro de agregaciones densas por los métodos usuales para examinar patrones, requerirá que estas agregaciones sean reconocidas y delimitadas; en poblaciones naturales el investigador tendrá que juzgar subjetivamente cuales agregaciones serán tratadas como densas y dónde se establecerán sus límites.

Un método de determinación de patrones de una población consiste en medir una muestra de distancias r , de un promedio de individuos escogidos hacia sus más cercanos vecinos. Tomando como variable el cuadrado de la distancia $\omega (= r^2)$, en una población promedio, ω será la distribución $f(\omega) = \lambda e^{-\lambda\omega}$, en donde λ denota la densidad significativa de la población en términos de número de individuos por círculos de unidades de radio. En una población agregada en la cual la densidad varía de un punto a otro, de tal manera que $f(\omega) = e^{-\rho\lambda} \lambda^{k-1} \rho^k / \Gamma(k)$, ω tendrá la distribución ... $f(\omega) = k^k / (\omega + \rho)^{k+1}$. Esta curva será apropiada si las proporciones de valores de variables altas y bajas excedieran las proporciones que se esperaban en una población al azar, si la proporción de los valores intermedios fuese menor de lo que se esperaba. Si una muestra de valores observada en una población natural estuviera bien descrita por cualquier otra de las distribuciones teóricas, excepto que el número de variables tuviera valores más pequeños que lo esperado, la discrepancia podría considerarse debida al efecto de competencia. Así, una carencia de pequeños valores de ω puede ser tomada como evidencia de que ocurre competencia. Esto no quiere decir, sin embargo, que el no observar esta discrepancia implique que la competencia no esté ocurriendo.

Son muy raros los valores de ω menores que ω_a en una población que se considera agregada, debido a la competencia, así, ω_a es proporcional al área territorial del más pequeño individuo en la población. Se asume que la población consiste de agregaciones densas (dentro de la cual el patrón es regular debido a la competencia), con muchos

individuos aislados que no pertenecen a las agregaciones. De éstos individuos se obtendrán valores altos de ω , mientras los miembros de agregaciones densas contribuirán a la muestra con valores bajos de ω . El rango de valores observados de ω será entonces mayor. Si una distribución teórica es aplicada a observaciones obtenidas de una población tal, que se deban dividir los valores de la muestra de ω en intervalos de clase, de tal manera que la prueba de χ^2 para bondad de aplicación pueda ser utilizada. Puede suceder que la proporción de aplicaciones en el más bajo intervalo de clases sea alto, debido a que el límite superior de su intervalo exceda a ω_a ; los numerosos valores de ω que sean apenas mayores que ω_a denegarán el hecho de que hay muy pocos o ningún valor menor que ω_a . Si se atenta a evitar este efecto, al subdividir los intervalos de clase, las frecuencias esperadas podrían ser muy bajas para la prueba de χ^2 .

Cuando el objetivo de una investigación es determinar si la competencia está ocurriendo entre las plantas en lugares donde su densidad es alta, parece razonable registrar solamente pequeños valores de ω provenientes de toda la población. Se puede dejar de tomar en cuenta los altos valores dados por individuos aislados, que probablemente no están compitiendo y en lugar de esto concentrarse en valores relevantes.

La distribución de los valores de la muestra pueden ser después comparados con los esperados en una muestra similar "cortada" de una población promedio. Pueden detectarse discrepancias que no serían aparentes si se hubiese considerado una muestra no "cortada".

COMPARACION DE DISTRIBUCIONES OBSERVADAS Y ESPERADAS DE MUESTRAS NO "CORTADAS"

La muestra "cortada" de observaciones debe ser comparada con la forma "truncada" de $\lambda e^{-\lambda\omega}$, o sea

$$f(\omega | 0 < \omega < c) = \frac{\lambda e^{-\lambda\omega}}{1 - e^{-\lambda c}} \quad (1)$$

la función de distribución es

$$F(\omega | 0 \leq \omega \leq c) = \frac{1 - e^{-\lambda \omega}}{1 - e^{-\lambda c}} \quad (2)$$

donde c es el límite superior de los valores de ω admitidos en la muestra; por ejemplo, \sqrt{c} es el valor mayor de la distancia de la planta al vecino .

El significado de esta distribución está dado por $e(\omega)$, en donde

$$\frac{E(\omega)}{c} = \frac{1}{c\lambda} - \frac{e^{-c\lambda}}{1 - e^{-c\lambda}} \quad (3)$$

Substituyendo la muestra significativa por $e(\omega)$ en la ecuación (3) se puede encontrar λ y después, usando la ecuación (2), calcular las frecuencias esperadas dentro de los intervalos de clase escogidos en la comprensión que las plantas están en promedio con límites no menores a la posible distancia entre los vecinos más cercanos. Si a menores valores de ω , las frecuencias observadas son significativamente menores que lo esperado, se deduce que los individuos de la población están compitiendo entre ellos. Un límite menor para posibles valores de ω debe existir para cualquier población cuyos miembros no sean puntos sin dimensión.

Este hecho no afectará la distribución observada de ω a menos que la densidad de población sea alta, ya que a c densidades la proporción esperada de valores de ω menores que ω_a sería casi despreciable. De aquí que, en una población en la cual la existencia de un límite menor para ω no está afectando el patrón; por ejemplo, en una población en la cual la competencia no está causando supresión de algunos competidores, uno no esperaría una escasez significativa de valores de ω en los primeros intervalos de clase. Esto sería, sin importar que tan bajo fuese un valor de c y sin importar si la población es regular o agregada. Si está ocurriendo competencia el número de intervalos de clase en los que una escasez de valores de ω es aparente dependerá del ancho de los intervalos de clase usados

y del valor de c . Frecuentemente, a menos que los intervalos de clase sean demasiado angostos, una frecuencia significativamente baja podría ser observada en los intervalos más bajos.

Si se desea probar por significancia la diferencia entre las frecuencias observadas y esperadas de ω en un solo intervalo de clase ya que el parámetro λ , de la distribución teórica ha sido estimado de la muestra significativa, la comparación no puede ser hecha a menos que la variable sea primero transformada de tal manera que su distribución sea independiente del significado. Para este propósito, la probabilidad de transformación integral es adecuada. David y Johnson (1948) han mostrado que la distribución de una variable así transformada es dependiente de la distribución de los padres y del número, n , de valores de muestras de las cuales el parámetro fue estimado. Mientras n aumenta, la distribución de la variable transformada se acerca más y más a la rectangular. Uno de los ejemplos que ellos dieron es el efecto de su transformación en la distribución de muestras no "truncadas" de $\bar{\omega}$, así sí, en lugar de ω se toma como variable

$$y = \int_0^{\omega} \frac{e^{-t/\bar{\omega}}}{\bar{\omega}} dt = 1 - e^{-\omega/\bar{\omega}}$$

donde $1/\bar{\omega}$ es un estimador de λ , entonces y tiene la distribución

$$f(y) = \frac{n-1}{n} \cdot \frac{1}{1-y} \left[1 + \frac{1}{n} \log(1-y) \right]^{n-2}$$

David y Johnson muestran ejemplos de su curva para tres valores de n y es claro que este valor se acerca a la rectangularidad rápidamente con aumentos del valor de n . Si se divide la variable transformada en 10 clases iguales de tal manera que la proporción esperada en cada clase sea de 0.10, en donde la distribución sería verdaderamente rectangular, entonces para la actual distribución dada arriba de la proporción esperada en los primeros 10 intervalos de clase será 0.098. Además de éste y otros ejemplos que ellos dan, parece que las distribuciones de probabilidad integral transformadas,

difieren marcadamente de la rectangularidad solamente al final de sus rangos y entonces solamente si la cola de la curva de los individuos padre hace un alto contacto con la abscisa: así, desviaciones de la forma rectangular se muestran por la variable normal transformada en ambos finales de su rango, y por la curva exponencial en el límite superior de sus rangos. Parece seguro suponer que la distribución de la variable transformada estaría aún más cercana a la verdadera rectangularidad cuando la distribución de padres es una curva exponencial "truncada", ya que de otra forma ninguno de los límites de la curva de frecuencia presenta una "cola".

Aplicar la probabilidad de transformación integral es equivalente a subdividir los valores de ω (cuyo rango es $[0, c]$) en i intervalos de clase tales que la proporción esperada en cada uno sea $1/i$. Los valores limitantes ω_r ($r = 0, 1, \dots, i$) de estos intervalos de clase pueden ser calculados como sigue. Substituyendo la muestra significativa $e(\omega)$ en la ecuación (3) se puede encontrar λ por sucesiva aproximación. En donde, la distribución esperada de ω es dada por la ecuación 1; su probabilidad integral transformada será entonces

$$y = \int_0^{\omega} \frac{\lambda e^{-\lambda t}}{1 - e^{-\lambda c}} \cdot dt = \frac{1 - e^{-\lambda \omega}}{1 - e^{-\lambda c}} \quad (4)$$

Los valores limitantes de i intervalos de clase iguales pueden ser entonces encontrados resolviendo la ecuación para ω_r

$$\frac{1 - e^{-\lambda \omega}}{1 - e^{-\lambda c}} = \frac{r}{i} \quad (r = 0, 1, \dots, i) \quad (5)$$

donde

$$\omega_r = \begin{cases} = 0 & \text{cuando } r = 0 \\ = \frac{-1}{\lambda} \log \left\{ 1 - \frac{r}{i} (1 - e^{-\lambda c}) \right\} & \text{cuando } 0 < r < i \\ = c & \text{cuando } r = i \end{cases}$$

LA ESTIMACION DE ω_a

En una población al azar en la cual no hay límite inferior a la posible distancia entre vecinos más cercanos, la función de frecuencia de ω decrece monótonicamente conforme incrementa ω de un valor finito a $\omega = 0$. Si, sin embargo existe una tendencia de los individuos a estar separados por alguna distancia finita debida a la competencia entre ellos, la curva tendrá una moda en $\omega = \omega_a$; las distancias menores a ω_a serán comparativamente raras.

Si los valores de ω menores que ω_a fueran imposibles, mientras que para $\omega \geq \omega_a$ su distribución fuera exponencial, la función de ω sería

$$f(\omega | \omega_a \leq \omega) = \lambda e^{-\lambda(\omega - \omega_a)} \quad (6)$$

y si la curva estuviera truncada en el extremo en $\omega = c$, la función de frecuencia de ω sería

$$f(\omega | \omega_a \leq \omega \leq c) = \frac{\lambda e^{-\lambda(\omega - \omega_a)}}{1 - e^{-\lambda(c - \omega_a)}} \quad (7)$$

No puede esperarse que los datos de una población natural correspondan exactamente a la ecuación (7), por dos razones:

- i) en una población natural los valores ω menores que ω_a son raros si no es que imposibles; y
- ii) en una población que es agregada en su totalidad la distribución observada para $\omega \geq \omega_a$ tendrá una curva en forma de J más que una curva exponencial, además, parece ser que los resultados de campo pueden ser aproximados; el uso de una distribución truncada puede minimizar la discrepancia que surge de (ii).

El parámetro ω_a de la distribución teórica, proveerá una estimación del valor modal de ω en la población natural. Este valor modal es de interés biológico obvio; es proporcional al área territorial de las plantas más pequeñas en la población.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

- Andrewartha H. G., L.C. Birch; 1974
The distribution and abundance of Animals. (6 Imp)
The Univ. of Chicago Press, USA; pp: 782.
- Ashby E., 1936.
Statistical Ecology.
The Bot. Rev. Vol II, (5): 221 - 235
- Ashby E., 1948.
Statistical Ecology II. A Reassessment.
The Bot. Rev. 14: 222 - 234.
- Blanco Z. X., G. Ceballos; C. Galindo; J. M. Maas; R. Patrón;
A. Pescador; A. J. Suárez, 1981.
Ecología de la Estación Experimental Zoquiapan, UACH, Mé-
xico; pp: 13-22.
- Clark, P. J., F. C. Evans; 1954.
Distance to nearest Neighbour as a measure of spatial re-
lationship in populations.
Ecology (35) 4: 445-453.
- Cottam, G; J.T. Curtis; 1949.
A method for making rapid surveys of woodland by means of
pairs of randomly selected trees.
Ecology 30 (1): 101-104.
- Cooper, Ch. F., 1961.
Pattern in Ponderosa Pine Forests.
Ecology (42) 3: 493 - 499.

Curtis, J.T., R.P. Mc. Instosh; 1950.

The interrelations of certain analytic and synthetic
phytosociological characters.

Ecology (31) 3: 434 - 455.

Dajoz, R., 1979.

Tratado de Ecología, Mundi - Prensa, España; pp. 610

Emmel, C. T., 1976.

Population Biology.

Harper and Row: USA: pp: 371.

Franco M; A. Búrquez; 1981.

Guía Botánico- Ecológica del Parque Nac. Zoquiapan.

Guías Botánicas de Excursiones en México, IV.

Soc. Bot. de México: pp: 21 - 61.

García E, 1973.

Modificaciones al sistema de clasificación climática
de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Rep.
Mexicana).

Instituto de Geografía, U.N.A.M., México.

Hassell, M. P., 1976.

The Dynamics of Competition and Predation.

Edward Arnold, G. Britain; pp: 63.

Hutchinson, E. G., 1953.

The Concept of Pattern in Ecology.

Proc. Acad. Nat. Sciences Phil.; CU: 1 - 12.

Hutchinson E., 1978

An Introduction to Population Ecology.

Yale Univ. Press; U.S.A.: pp: 151.

Laessle A., 1965

Spacing and competition in natural stands of Sand Pine.

Ecology (46) 1 y 2: 65 - 72.

Odum, E., 1972.

Ecología.

Ed. Interamericana, Méx.; pp; 639

Okali, D. U., 1965.

A Comparative Study of the Ecologically related Tree species, Acer pseudoplatanus and Fraxinus excelsior. II. The Analysis of adult tree distribution.

J. Ecol. 54: 419 - 425.

Pielou, E. C., 1959.

A single mechanism to account for regular, random and aggregated populations.

J. Ecol. 48: 575 - 584.

Pielou, E. C., 1959.

The use of point to point distances in the study of the pattern of plant populations.

J. Ecol. 47: 607 - 613

Pielou, E. C., 1962.

The use of plant to neighbour for the detection of competition.

J. Ecol. 50: 357 - 367.

Reiche, C., 1963.

Flora Excursionaria en el Valle Central de México.

I.P.M, comisión del libro de texto.

México; pp: 121 - 122.

Rey, J. A., 1975.

Estudio de suelos de la estación de enseñanza investigación
y servicios forestales de Zoquiapan.

Información técnica de Bosques. U.A.CH. 1(14).
México., pp: 65.

Rodríguez Bejarano, D., 1976.

Descripción general del Campo Zoquiapan.

Información Técnica de Bosques. UACH., 3(6)
México., pp: 17 - 19.

Rzedowski, J., 1978.

Vegetación de México.

Ed. Limusa, México., pp: 432.

Sánchez, O. 1980.

La flora del valle de México.

Ed. Herrero, México., pp: 297.

Thompson, H. R., 1956.

Distribution of distance to Nth neighbour
in a population of randomly distributed individuals.

Ecology 37(2): 391 - 394.

Whittaker, R., 1975.

Communities and Ecosystems.

Mc. Millan Pub., N. York., pp: 67 - 73.

Yeaton, R., M. L. Cody: 1975.

Competition and spacing in plant communities
The Northern Mohave Desert,

J. Ecol. 64: 689 - 696.

Yeaton, R. I.,; 1978,

Competition and spacing in plant communities: differential mortality of the white Pine (Pinus strobus L.) in a New England woodlot. Amer. Midl. Natur. 100: 285 - 193

Yeaton, R. I. 1982.

The altitudinal distribution of the genus Pinus in the Western United States and México.

Boletín de la Soc. Botánica de Méx. No. 42: 55 - 71.

Zavala F, 1983.

Sinecología de la Vegetación de la Estación de Investigación y Enseñanza Zoquiapan.

Tesis profesional, Universidad Michoacana de Sn. Nicolás de Hidalgo;

Escuela de Biología. pp: 178.

ANEXO

Tabla 1, .- Sumatoria de los diámetros y distancia al vecino más cercano Abies religiosa - Arbustus sp.

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
I	1	11.3	1.00
	2	5.8	1.25
	3	7.0	1.50
	4	6.8	0.55
	5	9.9	1.90
	6	8.5	0.20
	7	8.6	2.30
	8	29.7	0.45
	9	8.0	0.65
	10	5.4	0.95
	11	14.6	1.65
	12	6.6	0.85
	13	9.2	0.80
	14	14.0	1.75
	15	7.5	1.60
	16	9.2	1.45
	17	6.5	1.35
	18	8.7	1.70
	19	3.5	1.45
	20	5.0	0.97
	21	4.8	1.25
	22	3.9	2.15
	23	37.7	0.85
	24	37.8	2.15
	25	6.5	2.95
	26	26.3	1.00
	27	17.7	1.90
	28	15.0	1.37
	29	15.5	0.20
	30	28.5	4.80

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d Cm)</u>	<u>Abies - Arbutus</u>
II	1	47.2	3.50	
	2	18.5	1.70	
	3	23.0	1.00	
	4	82.5	4.10	
	5	67.1	2.75	
	6	45.0	5.00	
	7	68.0	1,20	
	8	15,5	0.75	
	9	27.0	2,50	
	10	8,2	0,15	
	11	16.5	0.85	
	12	18.5	1.90	
	13	22.0	2.10	
	14	29.5	2.20	
	15	24,0	0,70	
	16	4,0	0,55	
	17	12.4	4.30	
	18	16.0	2.30	
	19	12,5	1,95	
	20	20.5	0.55	
	21	136,0	1,00	
	22	129.5	1.25	
	23	136.8	2.00	
	24	10.0	0.70	
	25	7.5	2,15	
	26	6,0	0.60	
	27	9,5	1.00	
	28	11.7	1.35	
	29	6.5	1.60	
	30	3,5	1,70	
	31	14.3	0.90	
	32	16,3	1.25	
	33	3,7	1,30	
	34	37.7	2.20	
	35	138.5	1,25	
	36	21.2	2.97	

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
II	37	22.5	3.35
	38	17.7	1.50
	39	25.8	2.35
	40	14.3	1.30
	41	13.7	0.70
	42	8.5	2.20
	43	16.6	1.00
	44	25.4	1.56
IV	1	32.3	4.32
	2	39.0	4.30
	3	22.6	3.00
	4	29.8	0.29
	5	28.0	0.75
	6	19.6	2.40
	7	29.8	2.80
	8	15.6	2.65
	9	11.5	0.20
	10	8.4	2.05
	11	121.0	1.30
	12	138.6	1.80
	13	113.4	4.63
	14	17.9	1.15
	15	9.5	2.70
	16	8.5	1.35
	17	7.0	0.81
	18	7.5	1.33
	19	15.0	4.25
	20	22.5	4.48
	21	8.0	1.90
	22	18.0	1.05
	23	76.0	3.60
	24	63.0	2.14
	25	62.0	1.72
	26	16.0	2.06
	27	56.0	1.80

Abies - Arbutus

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (cm)</u>
IV	28	51.0	0.98
	29	44.0	2.33
	30	82.0	2.44
	31	178.0	2.94
	32	50.0	4.08
V	1	18.9	1.90
	2	14.9	0.40
	3	18.2	2.45
	4	44.9	2.29
	5	14.8	3.30
	6	13.0	1.95
	7	13.0	3.00
	8	18.1	5.40
	9	10.3	1.70
	10	20.8	4.50
	11	17.8	1.00
	12	13.9	3.70
	13	28.5	2.10
	14	8.0	1.15
	15	33.0	0.20

Abies - Arbutus

Tabla 2 . Sumatoria de los diámetros y distancia al vecino más cercano Alnus firmifolia - Arbutus sp.

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (m)
I	1	19.90	1.93
	2	9.7	1.70
	3	15.20	2.30
	4	55.50	2.10
	5	7.50	1.85
	6	18.10	1.25
	7	17.00	5.50
	8	48.80	2.80
	9	15.30	1.47
	10	20.10	3.10
	11	20.90	1.50
	12	39.70	0.65
	13	38.70	2.15
	14	47.50	1.70
	15	11.10	2.60
	16	13.70	3.10
	17	8.40	2.15
	18	20.70	0.75
	19	15.80	1.25
	20	49.70	0.70
	21	31.90	2.10
	22	17.00	2.20
	23	17.10	1.15
	24	36.20	2.50
	25	18.50	2.82
	26	11.00	1.70
	27	14.00	2.75
	28	12.40	1.10
	29	21.70	1.55
	30	45.70	1.80
	31	16.90	4.00
	32	19.40	1.45

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (m)</u>
I	33	24.20	3.40
	34	22.30	2.92
	35	10.50	4.00
	36	100.80	3.10
	37	31.10	2.45
	38	25.30	3.47
	39	19.60	3.92
	40	62.30	2.00
	41	61.60	3.05
	42	44.80	4.45
	43	47.10	3.20
	44	34.20	2.10
	45	16.70	2.20
	46	11.50	1.40
	47	3.80	0.80
	48	3.50	0.70
	49	8.30	0.65
	50	5.80	2.35
	51	61.00	2.30
	52	64.50	1.40
	53	70.70	1.47
	54	62.20	1.45
	55	64.40	1.72
	56	39.50	1.25
	57	40.20	3.30
	58	43.70	1.85
	59	46.00	1.60
	60	38.50	1.70
	61	59.50	1.30
	62	67.00	2.75
	63	61.70	3.90
	64	12.90	2.70
	65	53.00	1.70
	66	35.50	1.90
	67	22.00	2.92
	68	80.00	4.00

Alnus - Arbutus

Sitio #	$\Sigma \phi$ (cm)	d (m)
I 69	56.20	0.85
70	41.00	1.50
71	47.30	0.75
72	14.70	2.20
73	14.50	2.12
74	32.00	3.45
75	17.00	5.70
76	57.00	5.30
77	41.50	7.30
78	63.30	2.00
79	63.00	2.42
80	55.00	3.00
81	41.00	1.55
82	57.40	3.70
83	66.70	4.90
84	65.70	4.90
II 1	88.40	1.55
2	72.40	6.60
3	73.50	6.00
4	77.00	7.40
5	96.50	1.90
6	12.80	0.75
7	27.60	1.60
8	15.50	1.65
9	13.30	2.90
10	69.20	2.20
11	14.80	1.50
12	102.00	2.00
13	21.50	2.19
14	19.40	2.00
15	13.40	1.40
16	11.50	2.70
17	34.00	1.45
18	7.30	0.95
19	9.30	0.50

Alnus - Arbutus

Sitio #	$\Sigma \phi$ (cm)	d (m)
II 20	8.60	1.30
21	3.80	1.15
22	18.00	1.27
23	23.50	0.95
24	11.70	0.40
25	12.80	0.75
26	2.20	0.45
27	19.60	2.35
28	39.90	2.40
29	13.90	3.40
30	24.40	2.26
31	25.00	2.15
32	64.50	2.10
33	21.80	1.60
34	26.40	1.50
35	23.80	2.95
36	24.80	2.00
37	53.50	3.00
38	52.70	3.95
39	18.80	2.10
40	18.50	2.20
41	5.50	1.70
42	5.70	1.65
43	3.30	2.10
44	7.90	1.30
45	22.30	2.95
46	72.80	3.10
47	49.60	4.70
48	6.20	1.85
49	24.00	2.75
50	8.80	2.55
51	30.30	2.90
52	69.50	2.60
53	22.30	2.55
54	69.40	0.40
55	27.50	2.60

Alnus - Arbutus

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
II	56	56.20	1.05
	57	68.6	2.40
	58	43.0	2.00
	59	37.0	2.80
	60	42.0	1.30
	61	34.5	2.07
	62	19.7	0.95
	63	23.7	1.85
	64	37.5	2.30
	65	28.3	2.20
	66	42.3	2.00
	67	63.2	1.45
	68	33.2	1.40
	69	34.5	1.40
	70	20.5	3.32
	71	53.0	2.70
	72	28.4	1.35
	73	34.5	2.52
	74	12.8	1.33
	75	34.0	1.20
	76	31.0	2.40
	77	18.8	0.90
	78	38.0	2.20
	79	29.5	1.46
	80	28.6	2.67
	81	28.1	3.00
	82	14.8	2.90
	83	30.0	1.23
	84	12.5	0.50
	85	4.0	0.40
	86	23.0	0.80
	87	45.0	2.65
	88	39.2	2.60
	89	43.0	2.80
	90	13.0	1.90
	91	19.2	0.80

Alnus - Arbutus

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)	<u>Alnus - Arbutus</u>
II	92	41.6	1.60	
	93	13.5	1.40	
	94	31.0	2.70	
	95	45.0	4.20	
	96	16.0	2.80	
	97	18.6	1.16	
	98	19.5	1.80	
	99	15.5	1.05	
	100	17.2	3.30	
	101	15.0	4.35	
	102	53.2	6.00	
	103	48.2	3.75	
	104	50.7	3.23	
	III	1	7.5	3.30
2		8.8	2.70	
3		11.9	2.56	
4		12.0	0.80	
5		12.0	2.50	
6		27.0	3.80	
7		16.2	2.10	
8		31.3	5.00	
9		23.7	4.80	
10		19.0	1.22	
11		23.5	3.72	
12		21.0	1.30	
13		13.0	2.05	
14		12.5	1.90	
15		16.5	2.70	
16		22.5	2.50	
17		55.7	4.90	
18		45.0	5.20	
19		39.0	4.60	
20		61.0	1.56	
21		61.5	1.15	
22		61.4	3.00	

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
III	23	36.0	2.80
	24	51.2	7.50
	25	32.0	2.60
	26	64.5	5.70
	27	44.0	5.00
	28	67.6	5.80
	29	43.5	3.50
	30	79.5	0.90
	31	80.6	1.75
	32	92.5	4.40
	33	85.5	4.70
	34	93.0	3.80
IV	1	54.7	1.50
	2	46.6	2.62
	3	44.5	2.40
	4	23.8	0.39
	5	31.8	2.43
	6	48.3	2.85
	7	19.1	1.32
	8	51.0	1.25
	9	47.0	2.85
	10	36.5	3.70
	11	37.5	2.65
	12	23.5	2.75
	13	8.6	1.15
	14	9.4	3.90
	15	34.3	3.40
	16	86.5	2.68
	17	21.0	0.72
	18	32.7	0.82
	19	66.0	4.10
	20	20.0	1.96
21	44.0	2.10	
22	30.0	2.14	

Alnus - Arbutus

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (m)</u>	<u>Alnus - Arbutus</u>
IV	23	16.0	2.73	
	24	5.0	0.64	
	25	6.0	0.57	
	26	28.0	2.14	
	27	18.0	1.16	
	28	32.0	2.38	
	29	97.0	0.61	
	30	25.0	1.70	
	31	30.0	2.28	
V	1	46.6	5.90	
	2	19.5	3.51	
	3	27.2	1.14	
	4	14.9	1.50	
	5	19.5	2.30	
	6	17.7	1.34	
	7	22.4	0.90	
	8	7.8	1.10	
	9	17.4	1.35	
	10	13.0	0.75	
	11	51.0	4.35	
	12	12.8	1.03	
	13	47.5	4.20	
	14	15.0	0.95	
	15	16.6	0.70	
	16	30.0	1.50	
	17	39.0	3.00	
	18	20.0	6.20	
	19	106.5	4.20	
	20	64.0	3.30	
	21	39.0	2.30	
	22	52.0	0.60	
	23	55.3	1.15	
	24	49.5	2.30	
	25	32.5	1.27	
	26	19.0	2.48	

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (m)</u>	<u>Alnus - Arbutus</u>
v	27	34,5	4,15	
	28	19,0	0,95	
	29	19,0	1,00	
	30	53,5	2,45	
	31	14,5	2,95	
	32	67,8	3,30	
	33	24,5	1,80	
	34	17,3	3,10	
	35	28,5	0,70	
	36	63,0	6,40	
	37	18,8	0,60	
	38	51,0	1,44	

Tabla 3 . Sumatoria de los diámetros y distancia al vecino más cercano Pinus sp - Arbutus sp.

Sitio #	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
I 1	69.10	2,20
2	69.10	0.70
3	66.70	1.00
4	70.40	2.25
5	87,50	0.55
6	91.50	2.30
7	70.00	2.30
8	69,10	1.10
9	77.30	2.95
10	4.00	1,75
11	40.10	3.40
12	90,6	3,10
13	65.2	4.90
14	62.1	2.70
15	68,1	2.45
16	61.7	2.80
17	46.6	0.60
18	47.3	0.60
19	59,0	1,85
20	59.6	1.50
21	67.2	1.95
22	12,0	3,75
23	9,5	1,10
24	8,4	1,80
25	11.2	1.75
26	5,9	1.03
27	7.3	1.20
28	79,6	5,00
29	38.2	1.52
30	17.5	3.60
31	48.6	2.65
32	31.5	0.90
33	39.5	2.75

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
I	34	52.8	2.00
	35	9.9	1.60
	36	41.5	1,10
	37	15.2	2.90
	38	14.2	2.90
	39	60.5	5,00
	40	13.2	5,55
	41	13.0	5.05
	42	28.2	4.70
	43	33,1	2,37
	44	70.0	1.80
II	1	73.7	1.80
	2	134.5	3.10
	3	59.7	1.50
	4	64.5	2.25
	5	62.5	2.20
	6	83.2	1.35
	7	85.4	3.60
	8	53.5	2.30
	9	89.0	3.30
	10	73,7	2.35
	11	77.7	1.50
	12	77.0	2.20
	13	85,0	2,40
	14	71.5	1.35
	15	76.5	2.90
	16	12,7	2,30
	17	11.4	0.80
	18	9.7	2.52
	19	50.2	1.30
	20	66,5	2,60
	21	67.5	3.90
	22	39.0	1.33
	23	79,1	6.07

Pinus - Arbutus

Pinus - Arbutus

Sitio	#	$\Sigma \phi$ (cm)	d (cm)
II	24	81.5	4.50
	25	67.3	1.65
	26	53.3	1.00
	27	53.5	0.60
	28	114.2	1.60
	29	70.7	1.80
	30	71.3	2.40
	31	69.7	0.80
	32	54.7	2.00
	33	84.0	0.90
	34	48.5	1.60
	35	81.0	1.37
	36	10.1	0.50
	37	91.5	2.10
	38	71.5	1.00
	39	30.0	0.97
III	1	63.9	2.66
	2	58.7	1.45
	3	69.0	4.70
	4	68.5	2.55
	5	66.9	4.40
	6	42.5	2.90
	7	45.5	2.10
	8	41.5	0.70
	9	49.0	1.35
	10	56.6	1.60
	11	55.0	2.15
	12	85.0	5.00
	13	42.5	2.00
	14	46.0	3.75
	15	72.7	1.42
	16	30.7	1.61
	17	65.0	1.50
	18	62.3	4.65
	19	97.0	2.35

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (cm)</u>	<u>Pinus - Arbutus</u>
III	20	107.0	5.00	
	21	96.0	2.70	
	22	110.0	1.10	
	23	46.5	2.90	
	24	76.6	3.50	
	25	55.0	2.10	
	26	90.0	9.70	
	27	79.0	8.10	
	28	79.0	6.15	
	29	79.2	7.60	
	30	77.2	6.30	
	31	97.7	7.50	
	32	53.0	7.30	
33	89.5	5.40		
IV	1	8.7	1.20	
	2	79.2	3.20	
	3	81.0	2.85	
	4	38.0	2.70	
	5	23.0	0.71	
	6	50.0	2.50	
V	1	121.6	1.17	
	2	111.6	2.52	
	3	117.8	1.80	
	4	120.3	4.25	
	5	112.6	5.50	
	6	37.0	4.40	
	7	116.0	4.45	
	8	116.8	5.80	
	9	126.4	1.80	
	10	63.5	2.40	
	11	66.4	1.30	
	12	68.3	2.20	
	13	19.0	1.62	

<u>Sitio</u>	<u>#</u>	<u>$\Sigma \phi$ (cm)</u>	<u>d (m)</u>	<u>Pinus - Arbutus</u>
V	14	89.5	2.05	
	15	85.0	3.15	
	16	46.6	2.45	
	17	104.5	5.50	
	18	29.5	1.60	
	19	35.0	0.90	
	20	77.5	4.50	
	21	76.5	3.10	
	22	103.5	1.85	
	23	96.5	3.20	
	24	64.0	0.70	
	25	110.0	1.40	