ESTRUCTURA Y COMPOSICION LA VEGETACION HERBACEA DE UN BOSQUE UNIESPECIFICO DE *PINUS HARTWEGII* I. ESTRUCTURA Y COMPOSICION FLORISTICA

Ma. CRISTINA OBIETA* y JOSE SARUKHAN*

INTRODUCCION

1. Antecedentes y Objetivos

A) Estudio demográfico de *Pinus hartwegii* Lindl.

En la zona de Zoquiapan, Edo. de México, se está llevando a cabo un estudio demográfico en un bosque de pino de alta montaña, donde la especie principal es *Pinus hartwegii*. Este estudio forma parte del proyecto general sobre Regulación de Poblaciones de Especies Arbóreas que se está llevando a cabo en tres ecosistemas contrastantes: la región de Los Tuxtlas, Ver., en una selva alta perennifolia; en Chamela, Jal. en una selva baja caducifolia y en Zoquiapan, Edo. de México en un bosque templado.

Uno de los aspectos de mayor importancia en el estudio de las poblaciones vegetales es el enfoque demográfico que implica el conocimiento íntimo del ciclo de vida de la población en estudio de tal forma que se puedan llegar a definir cuáles son los mecanismos que regulan o determinan el tamaño de la misma. Para ello, es necesario tener un registro detallado de la historia de vida de cada individuo (plántula, juvenil y adulto), por lo que se requiere de la existencia de sitios permanentes de observación para dicho fin.

Dentro de este ciclo de vida, una de las fases menos conocida es el periodo que abarca desde la germinación hasta el establecimiento de los nuevos individuos (o sea, los primeros estadios de la fase de plántula), donde se presenta una gran mortandad y probablemente una intensa selección de los individuos de la población. Esta fase del ciclo está en íntima relación con la parte más superficial del suelo y por lo tanto con la vegetación herbácea del bosque, de ahí que surja la necesidad de conocer, en un principio, la composición y estructura de la misma en detalle, y posteriormente explorar la relación que guarda con las poblaciones de plántulas.

B) Este trabajo como un estudio colateral en la demografía de *Pinus hartwegii*

Aparte del estudio demográfico principal de *Pinus hartwegii* que se está llevando a cabo en Zoquiapan, este trabajo constituye un estudio colateral del mismo, que implica el conocimiento de la composición y estructura de la vegetación del estrato herbáceo del bosque y su comportamiento en forma general, en relación con ciertos factores ambientales y de perturbación, como son: el pastoreo, los acl-

* Laboratorio de Ecología, Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Apartado Postal 70-233. México 20, D.F.

reos y la presencia de mamíferos pequeños. Puesto que estos factores se encuentran presentes en estos bosques desde hace mucho tiempo, es muy posible que hayan provocado cierto tipo de alteraciones o modificaciones en la vegetación y que repercuten de cierto modo en el tipo de especies presentes, su número y masividad, por lo que se tratará de interpretar la importancia que tienen estos factores en el desarrollo y sobrevivencia de un "pastizal forestal".

Es importante aclarar que el término "pastizal forestal" como tal no existe, ya que un pastizal es una comunidad bien definida básicamente constituida por gramíneas, que se utiliza para apacentamiento y donde no hay lugar para individuos arbóreos. Sin embargo, debido a la abundancia de gramíneas en el sotobosque (y que en realidad es un carácter distintivo de los bosques de *P. hartwegii*) y puesto que está sirviendo para una función semejante a la de un pastizal, se ha decidido utilizar el término "pastizal forestal" al referirnos a esta vegetación perturbada, aunque está claro que no se trata de un verdadero pastizal.

La evidencia bibliográfica apunta al pastoreo como una de las principales causas de daño a la vegetación por ramoneo o pisoteo, o como modificador de la misma, por lo que es precisamente en este punto donde se centra el mayor interés por conocer los efectos que tiene sobre la composición y estructura de la vegetación herbácea. Asimismo, como el estudio del pastoreo implica la observación de cambios en la vegetación a largo plazo, se inicia también un estudio sucesional comparativo tendiente a observar, por un lado, el efecto del pastoreo sobre la condición del pastizal y, por otro, su efecto en la dinámica de la población de pinos. El estudio abarca el periodo comprendido de Marzo de 1976 a Marzo de 1977.

Los objetivos principales de este estudio son:

- i) La caracterización de la vegetación del estrato inferior del bosque y su posible relación con diferentes factores ambientales y de perturbación, como son: la intensidad de pastoreo, las perturbaciones del suelo y el grado de cobertura arbórea.
- ii) El inicio de un estudio sucesional de tipo comparativo, es decir, el análisis de los cambios de la vegetación en condiciones de exclusión y pastoreo.

2. *Factores que determinan la dinámica de la vegetación herbácea y la regeneración de pino.*

El pastoreo por animales domésticos es una actividad muy antigua que se conserva hasta nuestros días, de gran importancia económica debido a las ganancias que se obtienen tanto por la producción de carne como por la cría de ganado. Para llevarla a cabo se requiere generalmente de grandes extensiones para apacentamiento y de cuidado continuo para evitar el sobrepastoreo de esas áreas, ya que se podría ocasionar una disminución en su productividad. Sin embargo, en algunas ocasiones las áreas que son utilizadas para pastoreo no son las más adecuadas para el mismo. Este es el caso de lo que se ha llamado "pastizal forestal" en este trabajo y que es bastante frecuente en México en los bosques de coníferas, si bien ésta no es la actividad pecuaria típica y en una gran cantidad de casos no está planeada adecuadamente, ya que frecuentemente da origen a tierras sobre-pasto-

readas con seria disminución de la productividad de los pastos forrajeros afectando al bosque entero, principalmente a la regeneración de pinos u otras coníferas de importancia económica.

Tomando en cuenta estas consideraciones y puesto que este estudio se desarrolló en un pastizal forestal, es conveniente analizar más detalladamente las ventajas y desventajas que el pastoreo tiene sobre dos aspectos fundamentales del bosque: sobre la vegetación herbácea y sobre la regeneración de pino.

El pastoreo no es el único factor que está actuando en beneficio o perjuicio del bosque, ya que existen una infinidad de factores ambientales bióticos o abióticos que de alguna manera influyen en él. Merecen especial atención el efecto que tienen el fuego y los aclareos sobre la vitalidad del bosque y la interacción de la fauna, principalmente en el caso de mamíferos pequeños como son: tuzas, conejos, topos, ratones y ardillas, que juegan un papel de suma importancia no sólo como agentes de dispersión sino también como depredadores activos.

A) *Efectos sobre la vegetación herbácea.*

Aunque el estudio de pastoreo queda comprendido en esta sección y en la de efectos sobre la regeneración de pino, será analizado en la segunda parte del trabajo, ya que en esta última se discute ampliamente la influencia del pastoreo sobre la vegetación y algunas características del suelo.

i) Fuego.

Ha sido motivo de controversia el uso del fuego en los pastizales forestales para mejorar el pastoreo e incrementar las ganancias de peso del ganado. A este respecto, Wahlenberg (1935), Lemon (1946), Campbell et al (en Duvall y Linnartz 1967), Mobley (1974) y la Arizona Interagency Range Committee (1977) recomiendan el uso de fuegos prescritos para mejorar el pastoreo, ya que se incrementa la calidad, palatabilidad y disponibilidad del forraje. Duvall (1962), Duvall y Linnartz (1967), Ffolliott et al (1977) y la Arizona Interagency Range Committee (1977) reportan que los fuegos prescritos reducen la capa de litter que puede inhibir el crecimiento vegetal, y disminuyen la frecuencia de fuegos naturales. Topham (1933), Fowells y Stephenson (1933), Wahlenberg (1935), Greene (1935), Kivekas (1939), Garren (1943), Curtis y Parten (1950) (en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) y Little (1953), reportan un crecimiento vigoroso de herbáceas después de un fuego, debido a la acción fertilizante de la ceniza con la consecuente liberación de nutrientes. Stahelm (1943), Weaver (1961), Blaisdell (1953) y Buell y Cantlon (1953 en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) reportan un crecimiento vigoroso de herbáceas después de un fuego, pero lo consideran de vida corta o debido a un incremento en la cantidad de luz. Burton (1944), Cornelius (1950) y Curtis y Parten (1950) (en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) reportan una estimulación en la producción de flores y semillas debido a la remoción de vegetación vieja y a la acción fertilizante de la ceniza. Lutz (1956) y Ahlgren (1958, 1959) (en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) consideran que la reproducción de las plantas que aparecen después del

fuego se lleva a cabo por mecanismos vegetativos, aunque la mayoría presentan semillas que se diseminan por viento.

Lyon y Stickney (1974) concluyen que la contribución de las especies a la comunidad durante el desarrollo sucesional de un bosque después de un fuego, depende en gran parte a su estrategia para sobrevivir al mismo (rizomas, tallos subterráneos, semillas, frutos), aunque consideran importante el potencial de dominancia y la tolerancia a la sombra que presenten las especies. Douglas y Ballard (1971) observaron que los valores de frecuencia y cobertura de las especies en áreas quemadas disminuyen, pero hay un incremento en el número de éstas.

Elwell et al (1941), Brown (1943), Tedrow (1952) y Horton y Kraebel (1955) (en Ahlgren y Ahlgren, 1960) reportan incrementos en la erosión y escurrimiento como consecuencia del fuego. Meginnis (1935), Kihredge (1938), Arend (1941), Veilmeyer y Jonson (1944) y Ferrel y Olson (1952) (en Ahlgren, y Ahlgren, 1960, Wahlenberg (1935), Duvall y Linnartz (1967) y Mobley (1974) reportan resultados variados en cuanto al efecto del fuego sobre las tasas de infiltración y absorción del agua, ya que se reducen, incrementan o no hay efecto sobre ellas. Grelen (1935), Wahlenburg (1935), Wahlenburg et al (1939) y Witch (1948) (en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) reportan cambios significativos en el contenido de humedad del suelo, y Kell (1938), Daubenmire (1952), y Austin y Basinger (1955) (op. cit.) reportan una disminución en la capacidad de campo del suelo después de una quema.

Ahlgren y Ahlgren, (1960) observan que una acumulación de cenizas y la lluvia incorporan sales minerales al suelo, por lo que es de esperarse que ocurran cambios en su composición química, que a su vez son los responsables de cambios en el crecimiento vegetal. Heikinheimo (1915), Always y Rost (1927), Perry (1931), Perry y Cover (1933) (op. cit.), Douglas y Ballard (1971), Roe et al (1971) y Fassbender (1975) observaron incrementos en el pH debido a la acumulación de ceniza, a la liberación de calcio soluble y a los cambios ocurridos en los cationes del suelo.

Haines (1926), Always (1928), Hester (1930), Isaac y Hopkins (1937), Minckler (1945), Blaisdell (1953) y Austin y Baisinger (1955) (en Ahlgren, y Ahlgren, 1960) y Fassbender (1975) reportan una destrucción notable de la materia orgánica; sin embargo, Witch (1948), Bruce (1951) y Beard y Darby (1951) (en Ahlgren y Ahlgren, 1960) no reportan pérdidas significativas de humus y Vlamis et al (1955) y Mobley (1974) reportan incrementos en la misma.

Ahlgren y Ahlgren, (1960) comentan la existencia de reportes contradictorios sobre el efecto del fuego en el proceso de nitrificación del suelo y por lo tanto sobre la productividad del mismo. Lovejoy (1920), Alway (1928), Barnette y Hester (1930), Osborn (1931), Elwell et al (1933), Lutz (1934), Filnn (1934), Wahlenberg (1937), Kivekas (1939), Blaisdell (1953), Austin y Baisinger (1955) (op. cit.), reportan pérdidas frecuentes de nitrógeno después del fuego. Sin embargo, Garren (1943), Tryon (1948), Lunt (1951) (op. cit.), Vlamis et al (1955) y Mobley (1974) reportan ganancias en el nitrógeno del suelo, y Heyward y Barnette (1934) e Isaac y Hopkins (1937) (en Ahlgren y Ahlgren, 1960)

no reportan cambios significativos. En general, los autores concuerdan en un aumento del Ca, Mg, Al, Na, P y K como consecuencia del fuego.

Son variables las opiniones en cuanto al incremento o destrucción de los microorganismos del suelo, aunque es de esperarse un incremento en el contenido bacterial del mismo como resultado de un incremento en el proceso de nitrificación (Lutz 1934 e Isaac y Hopkins 1937, en Ahlgren y Ahlgren, 1960).

Como se puede ver, son muy variadas las opiniones sobre el efecto que tiene el fuego en la vegetación y en las características del suelo. Esto es de particular importancia en los bosques de *Pinus hartwegii* donde se podría pensar que la presencia de un sotobosque vigoroso en gran parte puede ser debida a los fuegos frecuentes a que se ha visto sometido, donde se lleva a cabo un proceso de fertilización del suelo a través de la acumulación de ceniza y liberación de nutrientes que tienden a incrementar su fertilidad para una mayor revegetación.

ii) Aclareos

El pastoreo no es el único factor que ocasiona cambios en la densidad y vigor de la vegetación herbácea, su productividad y el tipo de especies presentes, ya que un dosel demasiado cerrado tiene los mismos efectos. Tolstead (1947), Ehrenreich y Crosby (1960), Halls y Schuster (1965) y Young et al (1967) han observado que existe una relación inversa entre la cobertura del dosel y la producción de herbáceas bajo el mismo. Reportan la mayor densidad de gramíneas y latifoliadas herbáceas en los pastizales con individuos arbóreos ampliamente espaciados, y la situación contraria con la vegetación arbustiva.

Arnold (1950) observó una situación diferente al analizar el efecto del dosel sobre la cobertura herbácea en áreas sujetas a pastoreo, ya que bajo un dosel muy pobre hubo la mayor utilización de gramíneas por el ganado, situación altamente contrastante a la encontrada bajo exclusión, ya que bajo esas mismas coberturas arbóreas se presentó la mayor densidad de gramíneas y las fluctuaciones entre gramíneas y latifoliadas fueron más erráticas.

Al observar los efectos que tiene una tala de selección sobre la vegetación herbácea, Arnold (1953) encontró que la acumulación de material caído ocasiona grandes pérdidas a esta vegetación, ya que puede quedar total o parcialmente destruida o enterrada, y el establecimiento de gramíneas perennes es mínimo. Sugiere que la erosión que se ocasiona al suelo es más determinante en la implantación de la vegetación que un dosel cerrado. Y asegura que las gramíneas perennes son las que más resienten una perturbación de este tipo, ya que tardan más tiempo en recuperarse y repoblar áreas denudadas. Asimismo, bajo condiciones de perturbación, las latifoliadas anuales y perennes se favorecen e incrementan.

A diferencia de los autores anteriores, Ellison y Houston (1958) encontraron una menor producción y composición florística en zonas aclareadas que bajo un dosel cerrado, sin embargo lo atribuyen a un sobrepastoreo en épocas pasadas que ocasionó el deterioro del pastizal, principalmente en esas áreas.

Se puede ver la importancia que tiene la regeneración de pino en el establecimiento y vigor de la vegetación y particularmente en el manejo de los pastizales

forestales, ya que las pérdidas en la producción forrajera frecuentemente se usan como indicadores de la condición de un pastizal.

Esto tiene una relación directa con este trabajo, ya que en el área de estudio se cuenta con irregularidades en la estructura de edades de la población de pino debido a las talas y otras perturbaciones que el bosque ha sufrido, de ahí que el área ocupada por el dosel sea muy variada. Si a esto aunamos las perturbaciones por pastoreo, es muy posible que tanto la cobertura arbórea como el pastoreo estén ejerciendo cierta influencia sobre el sotobosque y sobre su productividad, el número y tipo de especies presentes y por lo tanto su estructura, de ahí que resulte necesario tomar en cuenta estos factores.

iii) Mamíferos pequeños

Es un hecho ampliamente observado la importancia que tiene la interacción planta-animal en el desarrollo y sobrevivencia de una comunidad. Esto es de particular interés al considerar que una gran proporción de la fauna del bosque de Zoquiapan está constituida por pequeños mamíferos, en su gran mayoría roedores, que si bien en el mejor de los casos son agentes dispersores, también actúan como depredadores activos; tal es el caso de los conejos, ratones, ardillas y topos entre otros

Litterfield et al (1946, Staebler et al (1954), Dingle (1956), Jokela y Lorenz (1959), Cayford y Haig (1961), Herman y Thomas (1963), Harvey y Packard (1967) y Sartz (1970), han reportado la presencia de grandes poblaciones de conejos, topos y ratas en una gran variedad de bosques de coníferas. Aseguran que estas poblaciones son más grandes en los pastizales y bosques que presentan una cubierta herbácea densa, ya que es un hábitat preferido al elaborar sus galerías precisamente debajo de ella. En cambio en las áreas con una cobertura arbórea cerrada no se les encuentra.

Es importante la presencia de estos animales en los pastizales forestales, ya que al construir sus galerías subterráneas están actuando directamente sobre los sistemas radicales de la vegetación herbácea, además de que esta vegetación es su principal alimento.

Jalloq (1975) observó el papel que juegan las latifoliadas en la colonización de "topineras" recién formadas en su pastizal, y no encontró una relación entre la composición florística de los pastizales en que se encontraban las topineras y la población de semillas viables contenidas en el suelo de éstas. Asimismo, la contribución hecha por las especies de gramíneas a la población de semillas en el suelo fue mínima, y sugiere que esto es debido a un intenso pastoreo selectivo que no permitió la producción de semillas, a la pérdida de viabilidad al estar enterradas o a la combinación de ambas. Otra causa que sugiere Jalloq (op. cit.), es debida a que ciertas semillas están restringidas a las capas más superficiales del suelo, y al ser extraídas son enterradas más profundamente por la tierra que les cae encima cuando se forma la topinera, y no es posible que se rompa la latencia y haya germinación. Esta situación ocurre con una gran cantidad de especies de malezas en suelos agrícolas, en donde la remoción de tierra desentierra una gran proporción de semillas rompiéndose la latencia y favoreciéndose la

germinación, de ahí que es común encontrarlas en grandes proporciones, aunque otra proporción de semillas es enterrada entrando a un estado de latencia.

Las observaciones hechas por Jalloq (op. cit.), son importantes, ya que el área de estudio cuenta con una zona con características semejantes a las descritas, donde es evidente la formación de estos montículos de tierra debido a la acción de las tuzas, de ahí que esta información pueda ayudar a entender la estructura y el comportamiento del área.

B) *Efectos sobre la regeneración de pino*

i) Fuego

“Los fuegos prescritos son una práctica de manejo vital, no sólo para reducir el potencial de daño de un fuego natural sino también para las prácticas silvícolas y otros propósitos de manejo” (Mobley, 1974).

Wahlenberg (1935), Mobley (1974), Ffolliott et al (1977), Haig (1938) y Wright (1931) (en Ahlgren, I.F. y Ahlgren, C.E. 1960) observaron que el fuego prepara el suelo para una germinación adecuada y permite que las plántulas tengan acceso a la capa mineral del suelo al disminuir la capa de humus, y a la remoción del suelo forestal. Gemmer et al (1940 (en Ahlgren y Ahlgren, 1960) asegura que la ceniza estimula la germinación pero inhibe la penetración radical de las plántulas. Wright 1931 (op. cit.), considera que la exposición de las semillas a ciertas temperaturas puede o no estimular la germinación, Heikinheimo 1915 (op. cit.), reporta que la ceniza inhibe la germinación.

Cooper (1961) considera que el fuego puede producir aclareos que permiten la entrada de semillas de “stands” cercanos que al germinar logran opacar el crecimiento de la vegetación que compite con ellas, creando así “stands” puros de edad uniforme.

Se habla de especies forestales especialmente adaptadas para sobrevivir a un fuego y continuar la regeneración del bosque. Davis (1959) y Cooper (1961) reportan que aparte de que el fuego actúa como agente escarificante para la germinación de semillas dependientes de él, provee calor a los conos serotinos para la liberación de semillas a diferentes tiempos, de tal manera que siempre quede un remanente de semillas en el cono que posteriormente serán liberadas, como ocurre con *Pinus contorta* y *P. banksiana*, o bien, las plántulas permanecen en estado latente durante el fuego gracias a su gran resistencia y posteriormente se dispara su crecimiento cuando la vegetación adyacente ha sido eliminada por el fuego, como sucede con *P. palustris*. Little (1953) observa que los fuegos continuos pueden ser la causa de la desaparición de una especie, ya que pueden impedir la producción de semillas para su perpetuación, y se promueve la aparición de renuevos de plantas leñosas y herbáceas.

Davis (1959) y Roe et al (1971) han observado que el fuego crea condiciones ecológicas adecuadas para el inicio de la sucesión secundaria y por lo tanto para el restablecimiento de especies serales, que en ocasiones son económicamente más importantes que la vegetación climax.

Johansen (1975) reporta que los fuegos ligeros incrementan el crecimiento de la copa significativamente. Haig (1939) (en Ahlgren y Ahlgren 1960) considera que el fuego expone el suelo mineral para un mejor crecimiento ya que fluctúa menos en el contenido de humedad y temperatura que la capa de humus.

Por otro lado, Roe *et al* (1971) observan que el fuego también es benéfico para las poblaciones silvestres, ya que al producirse cambios en la estructura de la vegetación, se ocasiona una mayor compartimentalización del hábitat, que provee una mayor disponibilidad de comida y abrigo.

Aunque este punto no fue estudiado en este trabajo, el efecto que tiene el fuego sobre la vegetación herbácea y la regeneración de pino es muy diferente. Asimismo, es muy posible que la estructura de edades que se presenta en Zoquiapan, en parte sea debida al uso del fuego en épocas pasadas, lo cual podría reflejar el manejo que se dio al mismo.

ii) Aclareos

Mobley (1974) indica que en los bosques muy densos el aclareo es una práctica común, ya que de esta forma se propicia una regeneración adecuada. Estos aclareos generalmente se llevan a cabo en forma natural o por fuego o tala, y en menor escala por otro tipo de agentes como son enfermedades de los árboles, pastoreo, nieve, etc.

Pearson (1930, *en* Tolstead 1947), Tolstead (1947) y Wahlenberg (1948) observaron que en áreas sumamente densas la entrada de luz es insuficiente para el crecimiento y la sobrevivencia de plántulas de pino, se favorece la formación de una gruesa capa de "litter" donde por lo general no hay plántulas y la competencia que se establece entre individuos arbóreos es muy fuerte. Sugieren que bajo estas condiciones son muy importantes los aclareos en forma selectiva, ya que la extracción de cierto número de individuos reduce las pérdidas que ocasiona una densidad muy elevada, pérdidas cuanto más importantes si se consideran los bosques de maderas comerciales.

Haberland y Wilde (1961) observaron que el movimiento del agua subterránea está íntimamente relacionado con la densidad del área ya que en áreas taladas el volumen lixiviado es mucho mayor. En cambio en áreas aclareadas las diferencias de humedad son pequeñas, pero observaron un incremento del diámetro de los árboles en la época de crecimiento; sin embargo el contenido de nitrógeno y materia orgánica y la actividad de los microorganismos fue menor en los sitios aclareados. Concluyen que, si bien el aclareamiento severo de un área muy densa provee más luz, agua y nutrientes que se reflejan en un mayor crecimiento diametral, esta reducción drástica ocasiona ciertas alteraciones físicas y químicas del suelo que disminuyen su potencial productivo en el transcurso del tiempo.

Aunque el estudio de este factor queda fuera de los límites del trabajo, es interesante conocerlo ya que permite entender el manejo que se les debe dar a los bosques para una regeneración adecuada. Se considera que este punto es importante para mantener la productividad continua de un bosque, y más aún en el caso de

los bosques de Zoquiapan cuya madera es comercialmente importante. Asimismo, puesto que en estos bosques el pastoreo puede ser una amenaza para la regeneración del pino, es necesario que el sistema de tala selectiva se lleve a cabo adecuadamente para evitar mayores pérdidas a la regeneración.

iii) Mamíferos pequeños

Litterfield et al (1946), Staebler et al (1954), Dingle (1956), Herman y Thomas (1963) y Barnes et al (1970) han reportado daños por topos a plantaciones de coníferas, y Jokela y Lorenz (1959), Abbott (1961), Cayford y Haig (1961), Hunt (1968), Black et al (1969) y Sartz (1970) han reportado daños por conejos, topos, ratones, liebres y otros roedores. Observaron que la mayor incidencia de estos animales se presenta en sitios con una cubierta herbácea y arbustiva densa como son las praderas abiertas o las áreas de cultivo abandonadas, ya que la presencia de tallos caídos y la acumulación de breñal reúnen las condiciones óptimas para estos animales. Aseguran que el daño varía con el área, pero se mantiene el mismo patrón, siendo más severo en invierno cuando la presión alimenticia es mayor. Predomina el daño en la raíz y el descortezamiento alrededor del collar de la misma hasta llegar al floema que entonces es comido, así como daños a tallos y ramas, lo que ocasiona una disminución en el crecimiento, deformaciones en los individuos y una mortandad elevada. Esta presencia de individuos deformados es muy importante, ya que aunque han logrado soportar el daño por estos roedores, su crecimiento es muy limitado aparte de que la "calidad" del árbol se ve disminuida.

Dingle (1956) y Cayford y Haig (1961) sugieren que estos daños se podrían evitar una vez que el dosel se cierra o confinando plantaciones de plántulas a sitios que tengan una cubierta herbácea muy pobre. Harvey y Packard (1967) y Hunt (1968) no observaron daños significativos por roedores sobre plantaciones de coníferas, y opinan que esto tal vez es debido a que las áreas estudiadas no reúnen las características para mantener una población elevada de roedores, o bien las especies estudiadas son resistentes a este tipo de daño.

Estas consideraciones son interesantes para este trabajo, ya que en el área de estudio se cuenta con poblaciones de tuzas que pueden ocasionar cambios en la población de *P. hartwegii*. Si bien ya se ha dicho que estos bosques han estado sometidos a pastoreo, fuegos y talas por mucho tiempo, y de cuyo manejo no se tiene información precisa, el agregar este nuevo factor de perturbación que puede actuar sobre las poblaciones de pinos y herbáceas, llama la atención a la necesidad de realizar estudios que permitan interrelacionar todos estos factores.

De esta forma se ha tratado de dar una visión general de cuatro factores que se presentan frecuentemente en algunos bosques de coníferas, y de los efectos que pueden tener sobre la vegetación herbácea y la regeneración de pino dependiendo del manejo que se haga de los mismos. Puesto que el bosque de *Pinus hartwegii* en donde se llevó a cabo este trabajo ha estado sometido a ellos desde hace mucho tiempo, se juzgó conveniente hacer una relación de estos factores y en lo posible relacionarlos con el estudio de la vegetación herbácea de este trabajo.

AREA DE ESTUDIO

1. Descripción general del área

A) Localización

Este trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, del Departamento de Bosques de la U.A.C.H. Se halla ubicada en el Estado de México en la parte limítrofe con el Estado de Puebla, y dentro del área comprendida por el Parque Nacional Zoquiapan y la Unidad Industrial de Explotación Forestal de San Rafael, al noroeste del Volcán Iztaccíhuatl, dentro de la zona de la Cordillera Neovolcánica (Fig. 1).

B) Clima

Se cuenta con información climatológica de la Estación Meteorológica de Río Frio y de la Estación de Zoquiapan. Al observar los climogramas de la Estación de Río Frio para los años de 1975 y 1976 (Fig. 2), se ve que la lluvia está concentrada en los meses de abril o octubre. La Estación de Zoquiapan muestra datos semejantes para esos dos años (Fig. 3), sin embargo, se observa que 1976 fue un año mucho más lluvioso, ya que prácticamente hay lluvia continua durante todo el año, si bien ésta también se concentra en los mismos meses, con un máximo de precipitación en Julio (259 mm).

No se observan grandes diferencias en temperatura entre las dos estaciones, y a pesar de que Zoquiapan registra temperaturas más bajas para los dos años, en ambas estaciones se registran las máximas temperaturas en junio y las más bajas en noviembre, diciembre y enero.

La Estación de Río Frio, registra los meses de octubre a marzo como los de mayor número de días con heladas (del 8.21% al 23.39%), y para los meses de abril a septiembre estas son insignificantes (de 0.55% a 5.56%), ya que corresponden al verano y a las mayores temperaturas. El mes con el mayor número de días con heladas es diciembre (23.39%) y el menor es julio (0.55%).

Puesto que los datos registrados por las dos estaciones no difieren grandemente, se escogieron los de Río Frio para caracterizar el clima de la zona (Fig. 4). La precipitación anual promedio es de 1169.3 mm, y la temperatura media anual es de 11.1°C (datos para 20 años). La precipitación se concentra en los meses de abril a octubre con un máximo de precipitación en julio y septiembre, siendo mínima en los meses restantes. La temperatura es máxima en los meses de abril a agosto durante la época de lluvias, delimitándose así el verano de la época de heladas.

Según García (1973) el clima para la zona corresponde al menos húmedo de los climas templados subhúmedos con lluvias en verano C (w''_2) (w) (b') ig.

C) Geología

La región donde se encuentra la Estación Experimental de Zoquiapan es una zona montañosa de origen volcánico, con una petrografía constituida en su mayor

Fig. 2. Climograma de 1975 para la Estación de Río Frío, Edo. de México.
 T.M.A. = 9.8°C
 Pp. anual = 908.9 mm
 -.- Temp. media anual
 Climograma de 1976 para la Estación de Río Frío, Edo. de México.
 T.M.A. = 9.78°C
 Pp. anual = 1203.8 mm
 -.- Temp. media anual

Fig. 3. Climograma de 1975 para la Estación Forestal de la U.A.CH. en Zoquiapan, Edo. de México.

T.M.A. = 7.5°C

Pp. anual = 976 mm

— · — Temp. media anual

Climograma de 1976 para la Estación Forestal de la U.A.CH. en Zoquiapan, Edo. de México.

T.M.A. = 6.9°C

Pp. anual = 1126 mm

— · — Temp. media anual

Fig. 4. Climograma para la Estación de Río Frío Edo. de México (datos para 20 años)
 T.M.A. = 11.1°C
 Pp. anual = 1169.3 mm
 — · — Temp. media mensual

parte por rocas ígneas extrusivas e intrusivas, rocas resultantes de diferentes condiciones de solidificación, rocas de aspecto vítreo y otras extremadamente porosas y de poca densidad. En general se puede decir que las rocas del Iztaccihuatl son andecitas de hiperstena y hornblenda, y en las elevaciones como el Cerro del Papayo son dacitas y basaltos. Abundan las cenizas consolidadas en tobas pumíticas y a veces calcáreas que cubren macisos y rellenan depresiones (Sosa 1951 en Anaya 1962).

D) Datos topográficos y edáficos

El relieve predominante en la zona es montañoso con excepción de los llanos intramontanos. Las pendientes varían del 2% en las partes planas a más del 50% en la zona montañosa. Los suelos, derivados, de cenizas volcánicas se clasifican como profundos y de textura predominantemente franco-arenosa, moderadamente plástico y ricos en materia orgánica. Los valores de pH oscilan entre 5.5 y 7.1 predominando los medianamente ácidos; el contenido de nitrógeno es alto y el fósforo bajo, y son suelos ricos en calcio, magnesio y potasio (Anaya 1962).

E) Hidrología

En la zona existen muy pocas corrientes superficiales que se abastecen de lluvias y de algunos escurrimientos. El arroyo de Aculco nace en las estribaciones del Iztaccihuatl, tomando una dirección sur-norte. Las cañadas Temascatitla y Metioco pasan por la zona oriental (Rey 1975).

F) Tipo de vegetación

El tipo de vegetación predominante en el área está constituido por una comunidad de alta montaña florísticamente pobre, dominada en su mayor parte por *Pinus harwegii* Lindl., especie que marca el límite altitudinal de la vegetación arbórea (Beaman 1962). Asimismo, se presentan otras especies arbóreas importantes como son: *Pinus montezumae*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *Abies religiosa*, *Cupressus lindleyi*, *Quercus crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. laurina* y *Alnus firmifolia*. Por lo general, cada asociación está constituida por una especie arbórea dominante aunque es posible encontrar otras especies arbóreas acompañantes (Madrigal 1967, May Nah 1971 y Vela 1976).

Es notable la presencia de zacatonales que constituyen la vegetación del estrato inferior del bosque, donde las gramíneas son las especies más conspicuas. Asimismo, la zona está siendo afectada por los coleópteros descortezadores *Dendroctonus adjunctus* y *D. valens*, y por el muérdago *Arceuthobium vaginatum*.

2. Descripción del sitio permanente de observación.

Para el desarrollo de este trabajo se contó con un sitio permanente de observación de una hectárea, dividido en cuatro áreas: dos excluidas al pastoreo y dos libres (pastoreadas), las cuales forman rectángulos de 100 × 25 m, distribuidos en forma alternada (Fig. 5).

Subzonas
de las
áreas excluidas

A
D
B
—

Subzonas
de las
áreas libres

C
F
—
E

A: Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido)

B: Zona de Tuzas

C: Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (libre)

D: Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila*

E: Pradera de *Alchemilla*

F: Sotobosque Mixto

Fig. 5. Esquema del sitio permanente de observación mostrando las áreas excluidas y libres y la división en subzonas.

El sitio permanente de observación se localiza a 2 Km al sur de los edificios de la estación (3300 msnm), la cual se encuentra a lo largo de la Cañada de San Francisco; hacia el norte se encuentra el Llano de Aculco, al noroeste el Paraje de los Arrieros y al suroeste la Cañada ed El Guajito (Fig. 1).

Puesto que uno de los objetivos de este trabajo implicó una comparación de la vegetación entre los sitios libres y excluidos, fue necesario realizar muestreos comparativos dentro de esos sitios, para lo cual fue necesario buscar el duplicado que cumpliera con las mismas características o aspectos estructurales de la condición excluida, en la condición libre. Esto llevó a la delimitación de subzonas en las cuatro áreas, pensando siempre que las características de una subzona excluida se compararían o tendrían su repetición, en una subzona libre que también mostrara características semejantes; la subdivisión fue la siguiente:

Subzonas de las áreas excluidas	Subzonas de las áreas libres	
A	C	(Fig. 5)
D	F	
B	—	
—	E	

Para B y E no hay duplicado, pero se tomaron en cuenta por ser zonas características de la comunidad.

Sin embargo, como el uso de letras puede provocar alguna confusión al referirse a estas subzonas, se prefirió designarlas con nombres, que corresponden a la especie dominante de cada una, o a una característica particular de la subzona. Así tenemos:

- A: Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata*-*Festuca hephaestophila* (excluido).
- C: Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata*- *Festuca hephaestophila* (libre).
- D: Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata*-*Muhlenbergia macroura*-*Festuca hephaestophila*
- F: Sotobosque Mixto
- B: Zona de Tuzas
- E: Pradera de *Alchemilla*

3. Descripción de la forma de manejo del bosque.

A) Características silvícolas

Puesto que el sitio permanente de observación se encuentra dentro del área que comprenden los bosques de la Unidad Industrial de Explotación Forestal de las Fábricas de Papel de San Rafael y Anexas, S.A. (117, 274 ha), se ha juzgado convenientemente conocer la forma de manejo de estos bosques sin profun-

Tabla 1. Superficie ocupada (ha) por las masas arbóreas para toda la Unidad de Explotación de San Rafael, así como la ocupada por los géneros *Pinus*, *Abies* y *Cupressus* (tomado del Proyecto General de Ordenación Forestal, 1965).

Superficie total	Superficie total arbolada	Superficie arbolada explotable	Superficie ocupada por <i>Pinus</i>	Superficie ocupada por <i>Abies</i>	Superficie ocupada por <i>Cupressus</i>
117 274	65 310	43 980	31 880	11 668	432

dizar en detalles, para proporcionar una visión general de las características de explotación.

No es precisa la fecha en que los bosques que forman la Unidad de San Rafael empezaron a ser explotados, y es a partir del establecimiento de dicha Unidad (1948), que se cuenta con un registro de la explotación de los mismos (Proyecto General de Ordenación Forestal 1965).

Dentro de la Unidad de Explotación, existe una zona de resinación que está lada, y de ésta el 67% es explotable. Del área arbolada explotable el 72.48% está representada por el género *Pinus*, el 26.53% por *Abies* y el 0.98% por *Cupressus*.

La intensidad de tala de estos bosques es del 40% de las existencias de madera reales totales, y está basada en la capacidad de regeneración del bosque, de tal manera que se produzca un incremento igual al que se extrajo después de corta. El método de tratamiento utilizado es el de selección o entresaca. Esta "selección" es muy importante desde el punto de vista biológico, ya que al afectar árboles maduros o viejos, se deja un número considerable de árboles (básicamente jóvenes) que pueden mantener la regeneración continua del bosque. Asimismo, los individuos enfermos o parasitados son extraídos junto con los individuos seleccionados.

El rendimiento de explotación en un ciclo de corta se calcula en m³ en rollo con corteza. Del rendimiento total de la Unidad de San Rafael en un ciclo de corta (4,984,902 m³ en rollo), el 65.23% correspondió al género *Pinus*, el 31.30% a *Abies* y sólo el 3.46% para *Cupressus*. Con base en estos datos, se calcula la posibilidad de explotación anual para que no haya deterioro del bosque.

De los volúmenes en rollo extraídos, básicamente un 75% es aprovechado como leña en raja para la producción de papel. Del 25% restante, una parte aún puede ser utilizada, y es la que proviene de las puntas y ramas delgadas (brazuelo). Por último están las cortezas que son desechadas.

Dentro de la Unidad de Explotación, existe una zona de resinación que está siendo manejada en forma combinada, para madera aserrada-leña y resina de pino. Esta madera aserrada es utilizada para vigas en la construcción, y la leña como rajas para papel. La zona presenta una superficie total de 7,768 ha y un aprovechamiento anual de 1,372,233 Kg de resina de pino bajo el "sistema a muerte" que se lleva a cabo exclusivamente sobre el arbolado que previamente se determina para las cortas.

B) Características ganaderas

El manejo de los bosques no se restringe únicamente a la producción de madera, ya que desde hace mucho tiempo han estado continuamente pastoreados por ganado vacuno, ovino y caballar. Sin embargo, no se cuenta con datos precisos de estas poblaciones ya que el pastoreo aunque es una actividad común de esa zona, no representa la actividad pecuaria típica.

En el área total del Parque Nacional de Zoquiapan (117, 274 ha) se desconoce el número de cabezas de ganado vacuno y ovino presentes, y para el área de Aculco (2685.5 ha) donde se encuentra el sitio permanentemente de observación, se calculan cerca de 500 vacas y 250 ovejas, aunque estos datos representan tan

sólo una aproximación obtenida por expresión verbal de la gente de la zona.

En cuanto a la forma de manejo del ganado, se sabe que hay un pastoreo "continuo" durante todo el año, es decir, que el pastoreo no se restringe a una época del año como podría ser la época de lluvias, cuando los brotes de la vegetación están más tiernos, sino que aún en la época de secas y el invierno se tiene al ganado pastando en el bosque, y únicamente es removido hacia las áreas donde aún queda humedad. Asimismo, la vegetación herbácea del bosque es la única fuente alimenticia del ganado, ya que no se le da suplemento alimenticio de ningún tipo.

Como se puede ver los datos con que se cuenta de estas poblaciones animales, su número y manejo son muy escasos, por lo que no es posible hacer una estimación del número de cabezas de ganado por hectárea, ni del grado con que se están pastoreando estos bosques, menos aún se puede asegurar si es posible mantener los bosques con un pastoreo continuo y una explotación maderera simultáneamente.

METODOLOGIA

1. Línea de Canfield

Se escogió el Método de Intersección Lineal, más conocido como Línea de Canfield (Canfield 1941), para el muestreo de la vegetación del área de estudio (Fig. 6). Hay que hacer notar que si bien, mediante este método, toda planta debe ser registrada en la línea, arbitrariamente se consideró que todos aquellos individuos con una cobertura menor de un centímetro no serían registrados, debido a las dificultades técnicas que esto acarrea. Los datos que se tomaron en los cuatro muestreos de la vegetación fueron: cobertura, área basal, altura y localización de los individuos en la línea.

2. Determinación del tamaño y número de muestras

Una vez definido el método de muestreo, fue necesario determinar el tamaño de muestra y el número de repeticiones necesarias en las cuales quedara representada nuestra comunidad. Para ello, en el primer muestreo de la vegetación herbácea (Marzo 1976) no se muestreó un número definido de líneas en cada una de las subzonas (ver descripción del sitio) sino que, utilizando líneas de 25 m (que corresponde al ancho máximo del área) distribuidas aleatoriamente, se hizo un total de 13 líneas. Esta decisión por muestrear a lo ancho del área fue para captar la influencia de la pendiente sobre la vegetación, ya que de otra manera se tendrían franjas de vegetación que corresponderían a las diferentes pendientes muestreadas y por consiguiente no podrían hacerse comparaciones entre muestras.

La información obtenida con este primer muestreo se analizó con base en curvas de varianza acumulada (Kershaw 1966), utilizando número de individuos, número de especies y cobertura por metro, para cada línea. De esta forma, el tamaño de muestra se determinó en 20 m y el número de repeticiones que representan la variabilidad de la zona fue de tres, haciendo así un total de 18 líneas

Fig. 6. Procedimiento seguido en el muestreo de la vegetación herbácea por medio del método de Línea de Canfield.

A: línea de muestreo

B: suelo

C: proyección de la cobertura de cada individuo.

por área (1 ha) para cada muestreo (3 líneas por subzona). Los muestreos siguientes se hicieron en julio y noviembre de 1976 y febrero de 1977.

Uno de los problemas que se presentó en el muestreo de vegetación, fue en el conteo de individuos, ya que en ciertos casos la continuidad en la forma de vida de algunas especies no permitió separar individuos. Esto es de particular importancia, ya que para el análisis de la vegetación fue necesario establecer el parámetro que se utilizaría para estimar dominancia y diversidad.

Tomando en cuenta la evidencia proporcionada por numerosos autores (Clements 1949, Curtis y McIntosh 1950, Cain y Castro 1959, Sarukhán 1968) se consideró a la cobertura como el parámetro más adecuado para determinar la importancia relativa de las especies y como un estimador de diversidad, ya que indica el vigor individual de las plantas, su grado de dominancia y supresión y por lo tanto las condiciones de dominancia existentes.

3. Comparación de subzonas de muestreo por métodos estadísticos.

Una vez completados los muestreos de vegetación y de suelo, se analizó la información obtenida mediante el uso de diferentes métodos estadísticos que incluyen el Coeficiente de Similitud de Sørensen (Southwood 1966) y el Índice de Diversidad de Shannon y Weaver (Poole 1974) para las comparaciones florísticas y estructurales de cada subzona, y el Análisis de Varianza y la Prueba de Duncan (Zar 1974) para el análisis de las muestras de suelo.

La lista florística del material colectado en los muestreos se anexa en el Apéndice I; este material se encuentra depositado en el Herbario MEXU de la Universidad Nacional Autónoma de México.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Exposición de datos base

Al inicio de este estudio se plantearon varias preguntas:

- i) ¿Cuál es la estructura que presenta la vegetación herbácea?
- ii) ¿Existen cambios en la composición y estructura de la vegetación entre sitios excluidos y libres?
- iii) ¿Se presentan cambios sucesionales en estos sitios?

Para contestar a estas preguntas, es necesario comenzar a analizar los datos básicos obtenidos en los cuatro muestreos de la vegetación, concentrados en la Tabla 2.

Puesto que para el primer muestreo (Marzo) no se había definido el número de repeticiones por subzona (ven Metodología), para el Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila* (excluido), la Zona de Tuzas y el Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata-Muhlenbergia macroura-Festuca hephaestophila* los datos representan el promedio de dos líneas y para el Zacatonal de *Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila* (libre) y el Sotobosque Mixto el de una sola. En los muestreos siguientes los valores corresponden al promedio de tres líneas.

Tabla 2. Cuadro de concentración de datos de los 4 muestreos. Las mediciones hechas fueron: número de individuos, número de especies, cobertura total y cobertura promedio por individuo para cada subzona. Datos promedio de 3 transectos.

SUBZONA	PRIMER MUESTREO (Marzo)				SEGUNDO MUESTREO (Julio)				TERCER MUESTREO (Noviembre)				CUARTO MUESTREO (Febrero)			
	No. Ind.	No. Spp	Cob. Total (cm)	Cob. Prom/Ind (cm)	No. Ind.	No. Spp	Cob. Total (cm)	Cob. Prom/Ind (cm)	No. Ind.	No. Spp	Cob. Total (cm)	Cob. Prom/Ind (cm)	No. Ind.	No. Spp	Cob. Total (cm)	Cob. Prom/Ind (cm)
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	68**	9	591	8.69	143	11	1 344	9.39	131	16	1 829	13.96	84	9	1 383	16.46
ZONA DE TUZAS	95**	14	311	3.27	171	19	1 641	9.50	196+	24	1 726	8.80	98	12	1 443	14.72
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	117**	8	1 013	8.65	180	15	1 355	7.52	137	18	1 388	10.13	85	11	1 003	11.80
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	81**	10	1 221	15.07	119	11	1 851	15.55	74	11	1 805	24.39	79	9	1 773	22.44
PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	275	16	617	2.24	306+	16	1 508	4.92	276+	17	1 402	5.07	259	18	1 044	4.03
SOTOBOSQUE MIXTO	136*	10	635	4.66	178	17	2 005	11.26	184+	16	1 847	10.03	160	16	1 338	8.36

*Representan los datos de un sólo transecto, para la observación de marzo.

**Representa el promedio de dos transectos, para la observación de marzo.

+ Transectos con cobertura continua donde no fue posible separar individuos totalmente.

Tabla 3. Datos obtenidos con el Indice de Similitud de Sørensen donde se compara el porcentaje de similitud florística entre los transectos de cada subzona, para los 4 muestreos. Datos para 3 transectos.

MUESTREO % SIMILITUD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
Marzo	70.58**	66.66**	°	42.10**	82.91	°
Julio	69.25	81.33	63.38	81.92	70.70	66.66
Noviembre	67.68	76.75	67.07	61.65	84.63	71.94
Febrero	68.97	66.22	56.53	61.57	64.59	70.07

*No hay comparación por tratarse de un sólo transecto.

**Dato de dos transectos para la observación de marzo.

Un problema en el conteo de individuos se presentó en julio en la Pradera de *Alchemilla* y en noviembre en la Zona de Tuzas, la Pradera de *Alchemilla* y Sotobosque Mixto, ya que debido a la forma continua de crecimiento de ciertas especies no fue posible separar algunos individuos; este es el caso particular de *Alchemilla procumbens* (Rosaceae) y ciertas gramíneas que, debido a la presencia de estolones subterráneos forman manchones continuos.

2. Comparación florística mediante el coeficiente de similitud de Sørensen.

Goodall, (1954), (en Greig-Smith 1954) tratando de darle un carácter más objetivo al concepto de comunidad vegetal, dice que si la comunidad tiene una existencia real deberá mostrar homogeneidad en composición dentro de sus límites, y aunque sugiere que la homogeneidad completa no existe, menciona que hay un mayor grado de ésta dentro de un "stand" que entre "stands" diferentes y que estas diferencias son suficientes para permitir la delimitación del "stand".

Caín y Castro (1959) definen el término "stand" como una pequeña unidad de la vegetación o una muestra concreta de la comunidad, esto es, una zona de muestreo. En el caso particular de este trabajo, cada subzona puede ser considerada como "stand", en el cual se llevaron a cabo los muestreos correspondientes.

"La comparación entre 'stands' en términos de las especies presentes es una forma general de caracterización. Una forma de comparar es por medio de listas florísticas, lo cual nos da una idea general de la *similitud* entre stands y ayuda a determinar si es necesario un análisis cuantitativo más laborioso" (Greig-Smith 1964).

Con base en esto, se utilizó en primer término el "Coeficiente de Similitud" de Sørensen (1948). Este coeficiente utiliza el número de especies comunes a dos áreas, expresado como un porcentaje del número promedio de especies por área:

$$QS = \frac{2c}{a+b}$$

a = No. de spp área A
b = No. de spp área B
c = No. de spp en común (A y B)

Los datos obtenidos con este coeficiente están concentrados en las Tablas 3 y 4 (a), (b), (c), (d). En la Tabla 3 se compara el porcentaje de similitud florística entre los transectos de cada subzona para cada muestreo (comparación "dentro" de las subzonas). Aunque los valores de similitud para cada subzona son variables con el tiempo, en términos generales se observan los mayores valores de similitud entre transectos en la Pradera de *Alchemilla* y en la Zona de Tuzas. Para el resto de las subzonas esta variación es mayor, ya que en marzo el Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila* presenta los valores más bajos y al siguiente muestreo los más altos.

Aunque los valores de similitud son mayores del 50%, este índice no refleja claramente el grado de semejanza o diferencia florística, lo que hace más difícil su interpretación, más aún cuando la diferencia es debida a unas cuantas décimas.

Los datos presentados en las Tablas 4 (a), (b), (c), (d) también fueron ob-

Tabla 4. Datos obtenidos con el Índice de Similitud de Sørensen, donde se compara el porcentaje de similitud florística entre cada subzona, para cada uno de los muestreos: Marzo (a), Julio (b), Noviembre (c) y Febrero (d).

SUBZONA % SIMILITUD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	—	55.17	42.10	69.23	38.70	57.14
ZONA DE TUZAS	55.17	—	23.07	48.48	68.48	50.00
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	421.0	23.07	—	52.17	14.28	11.11
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	69.23°	48.48°	52.17°	—	40.00	48.00°
PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	38.70	68.42	14.48	40.00	—	33.33
SOTOBOSQUE MIXTO	57.14	50.00	11.11	48.00	33.33	—

SUBZONA % SIMILITUD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroua</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	—	61.90	57.14	58.06	51.28	61.90
ZONA DE TUZAS ZACATONAL	61.90	—	61.53	58.53	48.97	61.53
<i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	57.14	61.53	—	95.23°	40.81	57.69
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroua</i> <i>F. hephaestophila</i>	58.06	58.53	95.23°	—	42.10	53.65
PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	51.28	48.97	40.81	42.10	—	61.22
SOTOBOSQUE MIXTO	61.90	61.53	57.69	53.65	61.22	—

SUBZONA % SIMILITUD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	—	73.68	83.01°	76.19°	55.31	65.21
ZONA DE TUZAS	73.68	—	73.33	65.30	62.96	71.69
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	83.01°	73.33°	—	75.55°	52.00	61.22
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	76.19°	65.30°	75.55°	—	35.89	68.42°
PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	55.31	62.96	52.00	35.89	—	55.81
SOTOBOSQUE MIXTO	65.21	71.69	61.22	68.42	55.81	—

SUBZONA % SIMILITUD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	—	58.06	51.61	59.25	34.14	55.55
ZONA DE TUZAS	58.06	—	55.55	68.75°	56.52	82.92°
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	51.61	55.55	—	62.50°	52.17	63.41°
ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	59.25	68.75°	62.50°	—	42.85	59.45
PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	34.14	56.52	52.17	42.85	—	54.90
SOTOBOSQUE MIXTO	55.55	82.92°	63.41	59.45	54.90	—

tenidos con el Coeficiente de Sørensen, y se compara el porcentaje de similitud florística entre cada subzona para cada muestreo.

Si observamos los valores de similitud entre los Zacatonales de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* excluido y libre, para marzo (Tabla 4 (a)), estos valores son muy bajos y se presenta mayor similitud entre el zacatonal excluido con las otras subzonas, que con el zacatonal libre, salvo en la Pradera de *Alchemilla*. Lo mismo ocurre pero con menor intensidad entre el Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila* y el Sotobosque Mixto, y este comportamiento se mantiene para los datos de julio y febrero (Tabla 4 (b), (c)).

A pesar de presentarse estos valores bajos en similitud en las zonas que teóricamente son repeticiones estructurales en condiciones de exclusión y pastoreo, se observa una tendencia a incrementarse la similitud hacia julio y noviembre y disminuir en febrero. Estos meses corresponden a los de mejores condiciones de humedad y temperatura, por lo que las plantas tienen los medios para crecer más vigorosas y ser más aparentes, en cambio en febrero y marzo puesto que se presenta la época de heladas con condiciones ambientales más rigurosas, sólo aquellas especies que puedan soportarlas o que tengan un ciclo de vida mayor, serán las más conspicuas.

Ahora, si comparamos las Tablas 3 y 4 (a), (b), (c), (d) se observa que en marzo y julio se presenta una mayor similitud "dentro" de las subzonas que "entre" éstas, ocurriendo lo contrario en noviembre y febrero. Esto nos podría sugerir la presencia de una gran cantidad de especies que hacia febrero y marzo son poco aparentes, o bien se encuentran restringidas a ciertos sitios, las cuales, al llegar la época de lluvias tienen las condiciones óptimas para crecer y expandirse a otras áreas. Este comportamiento es típico de las plantas anuales, ya que en el momento que encuentran condiciones adecuadas germinan y se desarrollan rápidamente de tal forma que para el invierno ya han completado su ciclo de vida, pero dejan una reserva de semillas para el año siguiente.

Además de las limitaciones que tiene el coeficiente, éste únicamente hace comparaciones en términos de las especies presentes, lo cual si bien nos da una idea general de la "similitud florística" entre stands, no nos da información acerca de las proporciones entre especies, o sea, como fluctúan unas en relación con otras, sino únicamente si aparecen o no. A pesar de esto, sirve como punto de partida para un análisis más detallado.

3. Índice de diversidad de Shannon y Weaver

(A) Diversidad por subzonas

A pesar de que la forma más común de expresar diversidad es por medio del "número de especies", esto no expresa la *abundancia* de dichas especies en la comunidad, lo cual es importante ya que nos da bastante información para poder entender el comportamiento de ésta (Wilson y Bossert 1971). Una de las formas para expresar diversidad es por medio del "Índice de Diversidad de Shannon" y Weaver" (1963):

Fig. 7. Curvas obtenidas a partir de los datos de la Tabla 5 que muestran el patrón de diversidad seguido en las diferentes subzonas.

- △ Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido)
- ▲ Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (libre)
- Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila*
- Sotobosque Mixto
- × Zona de Tuzas
- Pradera de *Alchemilla*

$H = - (\sum P_i) \log_2 P_i$ H = diversidad
 P_i = abundancia relativa de una especie

Este índice es de gran utilidad ya que permite visualizar la abundancia relativa de las especies con base en una serie de características como son: cobertura, biomasa, número de individuos, área basal, etc.

Los datos obtenidos con este índice se encuentran concentrados en las Tablas 5 y 6. La Tabla 5 muestra los valores de diversidad para cada subzona en cada muestreo, y el promedio de diversidad para cada subzona a lo largo del año. Estos datos se ven más claros en la Tabla 6 donde han sido acomodados para observar el decremento en diversidad entre las subzonas; las subzonas más diversas son la zona de Tuzas, la Pradera de *Alchemilla* y el Sotobosque Mixto.

La mayor diversidad de la Pradera de *Alchemilla* y el Sotobosque Mixto (Tablas 5 y 6) se puede explicar en relación al efecto del pastoreo, debido a que ambos sitios están siendo pastoreados. Hack y Goodlett (1960), Harper (1969), Drury y Nisbet (1973) y Horn (1974) han observado que las regiones más perturbadas son las que sustentan una mayor diversidad, como es el caso de las áreas pastoreadas, en donde los animales incrementan la diversidad vegetal impidiendo que alguna especie sea muy dominante, ya que el pastoreo al ser selectivo, impide la monopolización de los recursos por un grupo de especies y promueve una mayor diversidad.

Aunque en estas subzonas se encuentran presentes un gran número de especies (Tabla 7) sus valores de cobertura (y por consiguiente su dominancia) fluctúan durante el año. En la Pradera de *Alchemilla* la especie que presentó los valores de cobertura más elevados durante el año fue *Alchemilla procumbens* (27%), siguiéndole en importancia *Phacelia platycarpa* (11.5%), *Poa annua* (11%) y *Rumex acetosella* (10%). Los valores de cobertura del resto de las especies, básicamente latifoliadas, fluctuaron entre 0.5 y 5%. De la cobertura total, únicamente un promedio del 14.5% está representado por gramíneas, de las cuales *Poa annua* es la más importante. Otras gramíneas presentes son *Muhlenbergia calicicola*, *Brachypodium mexicanum* y *Bromus anomalus* (Tabla 7), pero en proporciones insignificantes.

Esta Pradera de *Alchemilla* es muy particular ya que de toda el área de sitio permanente y en una gran extensión de la ladera del bosque, este es el único lugar que está constituido básicamente por latifoliadas arrosietadas, contrastando grandemente con las zonas de gramíneas. Esta área se asemeja grandemente a las praderas encontradas en los suelos planos del valle, con la diferencia de que estas últimas son frecuentemente inundables.

En la Pradera de *Alchemilla* también se encuentran hoyos de tuzas en forma dispersa, y está casi excluida de árboles (Fig. 8) por lo que es de esperarse que las condiciones de iluminación, temperatura y humedad e intensidad de pastoreo sean muy diferentes a las del resto del bosque, de ahí que se presente una vegetación tan particular.

En cuanto al Sotobosque Mixto, se le han dado ese nombre ya que presenta gramíneas más importantes son *Muhlenbergia quadridentata* con una cobertura promedio del 18% y *Festuca hephaestophila* con 11.5%. La latifoliada más impor-

Tabla 5. Datos obtenidos con el Indice de Diversidad de Shannon y Weaver.

MUESTREO DIVERSIDAD	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTOBOSQUE MIXTO
Marzo	0.3912	1.1178	0.3105	0.4075	0.8514	0.6308
Julio	0.5839	1.0154	0.6851	0.7000	0.7935	0.8249
Noviembre	0.7382	1.1674	0.8007	0.4082	0.9206	0.8751
Febrero	0.5883	0.7631	0.6016	0.4660	0.9589	0.8311
X	0.5754	1.0159	0.5994	0.4954	0.8811	0.7904

* Hay mayor similitud entre subzonas que entre los transectos de una misma subzona (ver tabla anterior).

Datos para marzo (a)

Datos para Julio (b)

Datos para noviembre (c)

Datos para febrero (d)

Tabla 6. Datos tomados de la tabla 5 donde se observa el decremento en diversidad entre subzonas.

		+	DIVERSIDAD	—		
Marzo	Zona de Tuzas	Pradera de <i>Alchemilla</i>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)
Julio	Zona de Tuzas	Sotobosque Mixto	Pradera de <i>Alchemilla</i>	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)
Noviembre	Zona de Tuzas	Pradera de <i>Alchemilla</i>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>
Febrero	Pradera de <i>Alchemilla</i>	Sotobosque Mixto	Zona de Tuzas	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>
X	Zona de Tuzas	Pradera de <i>Alchemilla</i>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	Zacatonal de <i>M. quadridentata</i> <i>M. macroura</i> <i>F. hephaestophila</i>

Fig. 8. Distribución de la cobertura arbórea en las 4 áreas del sitio permanente de observación.

tante es *A. procumbens* (31.4%) siguiendo en importancia *Achaetogeron mexicanum* (7%). El resto de las especies presentan coberturas de 0.1 a 3%.

La Zona de Tuzas, a pesar de ser un sitio excluido al pastoreo, presenta la mayor diversidad de todas las subzonas (Tablas 5 y 6). Como su nombre lo indica esta es una zona donde abundan las tuzas y por consiguiente la tierra se encuentra muy removida. Como hace ver Jalloq (1975), al removerse la tierra se crean cierto tipo de condiciones ambientales que pueden permitir la colonización de nuevas plantas a partir de las semillas enterradas en el suelo o de la vegetación adyacente. Esta "nueva flora" está constituida básicamente, por latifoliadas con una capacidad de germinación muy rápida, donde la colonización por las gramíneas que forman parte del pastizal en que se encuentran estos montículos de tierra es casi nula.

En el caso particular de este trabajo *M. quadridentata* con 27% de cobertura y *F. hephaestophila* con 8% fueron las gramíneas que presentaron una cobertura considerable, aunque esto se presentó cuando los muestreos fueron hechos en el borde colindante con el Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido), ya que los límites entre subzonas no son tajantes (Fig. 5). El resto de las especies presentes estuvo constituido básicamente por latifoliadas (Tabla 7) con *A. procumbens* (21%) como especie dominante y siguiendo en importancia *Achaetogeron mexicanum* (12%). Estas dos especies parecen presentar un papel importante en la dominancia de esta zona, ya que son las que presentan mayores coberturas durante el año.

En esta zona si bien no se encontró una composición florística muy diferente al resto del pastizal ya que una cantidad de especies de la zona de Tuzas no son exclusivas de la misma, básicamente está constituida por latifoliadas, en una gran proporción anuales (Tabla 7), las cuales germinan y crecen rápidamente cuando se presentan condiciones ambientales favorables, promoviéndose así una mayor diversidad. Aunque no fue posible estudiar este comportamiento, únicamente se infieren los resultados obtenidos.

Al analizar las subzonas restantes, se observa que tanto el Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido) y el Zacatonal excluido de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila* son los dos sitios menos diversos (Tablas 5 y 6). Si se hace mención nuevamente a que son sitios excluidos al pastoreo, al no ser comidas por el ganado ejercen su efecto dominante sobre el resto de la vegetación. La gramínea dominante en estas áreas es *M. quadridentata* con 65% de cobertura y en menos grado *F. hephaestophila* (14%) y *M. macroura* (7%) *Oxilobus adscendens*, *Achaetogeron mexicanum* y *Alchemilla procumbens* fueron las latifoliadas más aparentes (entre 3% y 7%).

En cuanto al Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (libre) es una de las zonas de menor diversidad (Tablas 5 y 6), lo cual parece resultar contradictorio ya que es un sitio que está siendo pastoreado. Sin embargo, es probable que esto sea debido a condiciones de sobrepastoreo, ya que las gramíneas se observan muy rasantes y sumamente mordidas, aunado a la presencia de áreas desnudas o empobrecidas donde yá no hay vegetación. La gramínea más importante es *M. quadridentata* (60% de cobertura) junto con *F. hephaestophila* (26%).

Aunque la cobertura promedio de las gramíneas es bastante grande, se pre-

Tabla 7. Cuadro de concentración de las especies herbáceas que aparecieron durante todo el año en las diferentes subzonas muestreadas.

	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (excluido)	ZONA DE TUZAS	ZACATONAL <i>M. quadridentata</i> <i>F. hephaestophila</i> (libre)	<i>M. quadridentata</i> <i>M. macraura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE <i>Alchemilla</i>	SOTO- BOSQUE MIXTO
(p) <i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Achaetogeron mexicanum</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Oxilobus adscendens</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Alchemilla procumbens</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Salvia prunelloides</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Geranium potentillaefolium</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Viola</i> sp	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Huhlenbergia quadridentata</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Muhlenbergia calcicola</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Festuca hephaestophila</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Brachypodium mexicanum</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Eupatorium picnocephalum</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Muhlenbergia macroura</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Lupinus montanus</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Gnaphalium cf sarmentosum</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Arenaria bourgaei</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Trifolium amabile</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Bidens triplinervia</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Lithospermum</i> sp	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Senecio cinerarioides</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Stachys repens</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Cerastium brachypodium</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Gnaphalium cf</i>	.	.	.	.	.	.

	<i>F. hephaestophila</i> <i>M. quadridentata</i> ZACATONAL (excluido)	TUZAS DE ZONA	<i>F. hephaestophila</i> <i>M. quadridentata</i> ZACATONAL (libre)	<i>M. quadridentata</i> <i>M. macraura</i> <i>F. hephaestophila</i>	PRADERA DE Alchemilla	SOTO- BOSQUE MIXTO
	popocatepecianum	.	.	.	.	.
(p)	<i>Bromus anomalus</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Astragalus seatonii</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Phacelia platycarpa</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Helenium intergrifolium</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Plantago australis</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Commelinia alpestris</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Oxalis</i> sp	.	.	.	.	.
(p)	<i>Potentilla</i> cf <i>ranunculoides</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.
	<i>Caryophyllaceae</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Arenaria</i> cf <i>repens</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Potentilla</i> cf <i>hematochrus</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Eringium monocephalum</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Stenanthium frigidum</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Ranunculus</i> cf <i>petiolaris</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Eryngium carlinae</i>	.	.	.	.	.
	<i>Gramineae</i> (2)	.	.	.	.	.
(a)	<i>Castilleja</i> sp	.	.	.	.	.
(p)	<i>Caccinium geminiflorum</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Gnaphalium</i> sp	.	.	.	.	.
(p)	<i>Penstemon gentianoides</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Hieracium</i> sp	.	.	.	.	.
	<i>Achaetogeron</i> (1)	.	.	.	.	.
	<i>Coniza</i> sp	.	.	.	.	.
	<i>Muhlenbergia</i> sp	.	.	.	.	.
	<i>Festuca amplissima</i>	.	.	.	.	.

<i>Gramineae</i> (1)	.	.	.	.	.	.
39	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Sabazia humilis</i>	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Achaetogeron</i> (2)	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Haplopappus stoloniferus</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Arenaria</i> sp	.	.	.	.	.	.
(p) <i>Tauschia</i> sp	.	.	.	.	.	.
(a) <i>Potentilla candicans</i>	.	.	.	.	.	.
(a) anuales						
(P) perennes						

Tabla 8. Cuadro de concentración de las especies herbáceas que aparecieron durante todo el año bajo las diferentes clases de cobertura en las diferentes subzonas muestreadas.

	CLASE 1 (0-25%)	CLASE 2 (26-50%)	CLASE 3 (51-75%)	CLASE 4 (76-100%)	CLASE 5 (> 100%)
(p) <i>Achaetogeron mexicanum</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Alchemilla procumbens</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Oxilobus adscendens</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Gnaphalium cf</i> <i>popocatepecianum</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Eupatorium picnocephalum</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Salvia prunelloides</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Phacelia platycarpa</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Plantago australis</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Geranium pontetillaefolium</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Trifolium amabile</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Bidens triplinervia</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Potentilla cf hematocrus</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Gnaphallium cf sarmentosum</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Astrogalus seatoni</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Lupinus montanus</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Lithospermum sp</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Helenium intergrifolium</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Eryngium monocephalum</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Cerastium brachypodium</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Commelina alpestris</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Oxalis sp</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Ranunculus cf petiolaris</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Prunella vulgaris</i>	.	.	.	.	.
(p) <i>Viola sp</i>	.	.	.	.	.

(p)	<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Stachys repens</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Potentilla cfranunculoides</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Stenanthium frigidum</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Arenaria bourgaei</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Potentilla cf ranunculoides</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Muhlenbergia calcicola</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Muhlenbergia macroura</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Muhlenbergia quadridentata</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Brachypodium mexicanum</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Gnaphalium sp</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Potentilla candicans</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Eryngium carlinae</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Bromus anomalus</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Senecio cinerarioides</i>	.	.	.	.	.
	<i>Caryophyllaceae</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Vaccinium genminiflorum</i>	.	.	.	.	.
(p)	<i>Penstemon gentianoides</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Castilleja sp</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Hieracium sp</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Arenaria cf repens</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Sabazia humilis</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Coniza sp</i>	.	.	.	.	.
	<i>Achaetogeron sp (1)</i>	.	.	.	.	.
	<i>Gramineae (1)</i>	.	.	.	.	.
(a)	<i>Tauschia sp.</i>	.	.	.	.	.
	<i>Arenaria sp</i>	.	.	.	.	.
	39	.	.	.	.	.

<i>Achaetogeron</i> sp (2)	.	.	.	.	.
<i>Gramineae</i> (2)	.	.	.	.	.
<i>Muhlenbergia</i> sp	.	.	.	.	.
79	.	.	.	.	.
<i>Festuca amplissima</i>	.	.	.	.	.
(a) <i>Haplopappus stoloniferus</i>	.	.	.	.	.
(a) anuales					
(P) perennes					

senta una gran cantidad de latifoliadas (Tabla 7) de las cuales *A. procumbens* (6%) es la más importante junto con *Achaetogeron mexicanum* (4%).

B) Patrón y curvas de diversidad

Si se considera la diversidad a lo largo del año, como un promedio de diversidad de cada subzona (Tablas 5 y 6), la Zona de Tuzas resulta ser la más diversa, siguiendo la Pradera de *Alchemilla* y el Sotobosque Mixto, y las menos diversas el Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (libre), el Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido) y el Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila*.

Para poder expresar esto más claramente, se graficaron los valores de diversidad para cada subzona durante los 4 muestreos (Fig. 7). En general todas las curvas el mismo patrón; en los meses de julio y noviembre la diversidad es máxima, decreciendo para febrero y marzo. Esto se explica tomando en cuenta que para julio y aún noviembre las condiciones climáticas son favorables teniendo la máxima humedad y temperatura adecuadas, por lo que las plantas perennes se vuelven más vigorosas y las anuales tienen las condiciones para germinar y desarrollarse rápidamente. No así febrero y marzo, donde prácticamente no hay lluvias además de temperaturas muy bajas (heladas) por lo que la diversidad disminuye.

Para la observación de noviembre, el Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila* experimenta una baja muy brusca, la cual es debido a que el Índice de Shannon y Weaver se expresa con base en la cobertura relativa de las especies y es en este mes en que prácticamente cerca del 80% de cobertura está concentrada en *M. quadridentata*, por lo que los valores de cobertura de las especies restantes son muy bajos. La Pradera de *Alchemilla* presenta una situación similar en julio, pero ésta es insignificante en comparación con sus demás valores de diversidad (Tabla 5).

Por lo expuesto en párrafos anteriores se puede observar que los sitios pastoreados, por lo general son más diversos que los excluidos en Zoquiapan, en donde las latifoliadas (principalmente *Alchemilla procumbens*) son las especies dominantes, no así las áreas excluidas donde las gramíneas (en especial *Muhlenbergia quadridentata*) son las más importantes. Asimismo, se puede ver que la composición y estructura de la vegetación es diferente en las áreas libres y excluidas, y es muy posible que el pastoreo sea el responsable de esto.

Aunque se presentan cambios en la vegetación durante el año, que en una buena proporción son debidos a las condiciones ambientales que se presentan (cambios estacionales), también es probable que se estén llevando a cabo cambios sucesionales difíciles de captar debido a la brevedad del estudio. Sin embargo, se pudieron observar ciertas fluctuaciones entre las especies en cada una de las subzonas, que más que cambios sucesionales, parecen ser debidos al ciclo anual de la vegetación. Asimismo, es clara la dificultad para captar diferencias en diversidad debidas al "proceso sucesional" en este tipo de comunidades durante un ciclo anual.

4. Relación entre la cobertura del dosel y la vegetación herbácea en el área de estudio.

Ya ha sido analizada la evidencia proporcionada por numerosos autores (ver Aclareos) sobre la relación inversa entre la cobertura del dosel, y la vegetación bajo el mismo. Tomando como base la evidencia de estos autores, se tratará de encontrar esta relación y ver los posibles efectos que tiene el dosel sobre la vegetación herbácea en el área de estudio.

Puesto que el estrato arbóreo de estos bosques presenta una estructura de edades que origina áreas con muy poca cobertura y otras con más del 100% de la misma, fue necesario establecer clases de cobertura que expresaran el porcentaje de cobertura ocupado por los diferentes individuos en toda la hectárea (Fig. 8). Para llevar a cabo este análisis se hizo un registro acumulativo de todas las especies que aparecieron durante el año bajo cinco diferentes clases de dosel (Tabla 8) y se relacionaron con su cobertura. Se puede ver que prácticamente todas las especies se presentan bajo cualquier dosel, ya que muy pocas son exclusivas de una determinada categoría.

Si se comparan las Tablas 7 y 8 se observa que una gran cantidad de las especies que se encuentran en todas las subzonas son las mismas que se encuentran bajo cualquier dosel, aunque con coberturas diferentes dependiendo de la subzona en que se encuentran.

Ya se ha dicho que la cobertura es un reflejo del vigor individual de las plantas que a su vez refleja ciertas condiciones ambientales bajo las que estas se encuentran, de ahí que podamos suponer que la cobertura por especie sea un indicador, al menos parcial, de las condiciones luminosas en que se están desarrollando.

Estas fluctuaciones en cobertura ya han sido analizadas en secciones anteriores (ver diversidad por subzona), y es muy posible que estas fluctuaciones sean debidas a condiciones de exclusión y pastoreo más que efectos de dosel, ya que como se dijo anteriormente prácticamente ninguna especie es exclusiva de un dosel determinado, ni siquiera en el caso de las gramíneas que teóricamente no prosperan en condiciones poco luminosas como podría ser el caso del Zacatonal de *M. quadridentata*-*F. hephaestophila* (excluido) y el Zacatonal de *M. quadridentata*-*M. macroura*-*F. hephaestophila* que presentan áreas con una cobertura mayor al 100% (Fig. 8).

De esta forma no fue posible encontrar relación alguna entre la cobertura del dosel y las diferentes características de la vegetación herbácea bajo el mismo, ni establecer cuales especies crecen más favorablemente bajo condiciones poco o muy luminosas, ni si las gramíneas crecen más favorablemente que las latifoliadas bajo una determinada densidad del dosel, ya que ambos grupos de plantas se encontraron creciendo en forma igualmente vigorosa bajo las mismas condiciones luminosas.

5. Comparación florística con otros bosques de coníferas.

Se ha considerado conveniente comparar los datos florísticos obtenidos en este estudio con otros trabajos que han sido hechos en zonas colindantes o en éstos

mismos bosques, con el objeto de discutir las afinidades florísticas entre estos bosques y el sotobosque de *Pinus hartwegii* del presente estudio.

Entre éstos trabajos se cuenta el de Anaya (1962) realizado en la Sierra Nevada en la parte colindante con el Parque Nacional Iztaccihuatl-Popocatepetl, en el cual hace una relación general entre ciertas características físicas y químicas del suelo y la vegetación de que sustenta, tomando en cuenta un gradiente altitudinal entre los 2640-3650 msnm que comprenden varias asociaciones vegetales arbóreas.

Si se compara la vegetación registrada por Anaya (op. cit.) en el bosque de *P. hartwegii* a 3090 y 3650 msnm con la del sotobosque del presente trabajo, tenemos que *Alchemilla procumbens*, *Ceranium potentillaeifolium*, *Lupinus montanus*, *Penstemon gentianoides*, *Haplopappus stoloniferus*, *Stenanthium frigidum* y *Muhlenbergia macroura* son las mismas especies registradas en este trabajo a los 3300 msnm (Tabla 7). Los géneros *Eupatorium*, *Senecio*, *Eryngium*, *Muhlenbergia*, *Arenaria* y *Gnaphalium* son comunes a los dos bosques.

En un estudio más detallado sobre los patrones de distribución de las especies herbáceas y la estructura de la comunidad, Beaman (1965) llevó a cabo un análisis de las praderas alpina y subalpina a través de un gradiente altitudinal que comprende desde los 3700-4300 msnm en el Popocatepetl e Iztaccihuatl.

Puesto que el área de estudio de este trabajo se encuentra a una altitud de 3000 msnm, no es posible hacer una verdadera comparación con el trabajo de Beaman (op. cit.), ya que prácticamente él estudio la pradera alpina; sin embargo, encontró que a los 3700-3800 msnm *Muhlenbergia quadridentata* desarrolla una gran cobertura y actúa como especie dominante. El mismo comportamiento de esta especie se encontró en nuestra área de estudio por lo que es evidente que tiene una distribución altitudinal amplia.

También se cuenta con el trabajo de May Nah (1971) llevando a cabo en el declive oriental del Iztaccihuatl, el cual estudia las relaciones fitoecológicas de cuatro asociaciones vegetales arbóreas en un gradiente altitudinal desde los 2900-3960 msnm. Estas asociaciones incluyen los bosques de *Pinus montezumae*, *P. ayacahuite* var. *veitchii*, *Abies religiosa* y *P. hartwegii*. Una característica común a todos ellos es el sobrepastoreo, los incendios y las talas ilegales a las que se ven sometidos, además de una incidencia de plagas, parásitos y depredadores (mamíferos pequeños), lo que favorece la penetración de especies invasoras típicas de esas condiciones como es el caso de los géneros *Alchemilla*, *Penstemon*, *Potentilla*, *Gnaphalium* y otros.

En cuanto a las similitud florísticas entre el sotobosque de *P. hartwegii* estudiado por May Nah (op. cit.) a los 3400-3600 msnm y el del presente trabajo, se encuentran gran cantidad de especies comunes como son: *Achaetogeron mexicanum*, *Achillea millefolium*, *Alchemilla procumbens*, *Brachypodium mexicanum*, *Cerastium brachypodium*, *Eryngium carlinae*, *Gnaphalium sarmentosum*, *Lupinus montanus*, *Muhlenbergia quadridentata*, *M. macroura*, *Oxylobus adscendens*, *Penstemon gentianoides*, *Phacelia platycarpa*, *Poa annua*, *Potentilla hematochrus*, *P. ranunculoides*, *Rumex acetosella* y *Vaccinium geminiflorum* (Tabla 7).

Por lo expuesto en párrafos anteriores se observan afinidades florísticas a nivel genérico y específico entre el sotobosque de nuestro estudio y el estudiado por

otros autores en los bosques de *B. hartwegii* a diferentes altitudes. Esto es claro, ya que estos bosques han estado sujetos a perturbaciones continuas, y como se ha dicho, esto favorece la introducción de especies que son características de estas condiciones. Sin embargo, a pesar de las similitudes florísticas encontradas, no se puede hacer una relación en cuanto a la abundancia de las especies individuales con base en su cobertura, densidad y frecuencia, ya que ninguno de los autores hacen una análisis detallado a este respecto.

BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, H.G 1961. White pine seed consumption by small mammals. *J. For.*, **59** (3): 197-201.
- AHLGREN, I.F. y C.E. AHLGREN 1960. Ecological effects of forest fires. *Bot. Rev.*, **26** (4): 483-535.
- ANAYA, A.L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vgetación forestal, el suelo y algunos factores climáticos en seis sitios del declive occidental del Iztaccíhuatl. Tesis Prof. Fac. Ciencias, UNAM, 74.
- Arizona Interagency Range Committee, 1977. The use of fire on Arizona Rangelands. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Publ. No. 4, 15 p.
- ARNOLD, J.F 1950. Changes in ponderosa pine bunchgrass ranges in northern Arizona resulting from pine regeneration and grazing. *J. For.*, **48** (2): 118-126.
- 1953. Effect of heavy selection logging on the herbaceous vegetation in a ponderosa pine forest in northern Arizona. *J. For.*, **51** (2): 101-105.
- BARNES, V.G. Jr., P. MARTIN Y H.P. TIETJEN, 1970. Pocket gopher control on Oregon ponderosa pine plantation. *J. For.*, **68** (7): 433-435.
- BEAMAN, H.J. 1962. The timberlines of Iztaccíhuatl and Popocatépetl, México. *Ecology*, **43** (3): 377-385.
- 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatépetl and Iztaccíhuatl. *Bol. Soc. Bot. Méx.*, **29**: 63-75.
- BLACK, C.H., E.J. DIMOCK II, W.E. DODGE Y W.H. LAWRENCE. 1969. Survey of animal damage on forest plantation in Oregon and Washington. *Wildl. Manage. Inst.* 21 p.
- CAIN, S.A. Y M.O. CASTRO. 1959. *Manual of vegetation analysis*. Harper and Brothers, New York, 325 p.
- CANFIELD, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. For.*, **39**: 388-394.
- CAYFORD, J.H. Y R.A. HAIG. 1961. Mouse damage to forest plantations in southeastern Manitoba. *J. For.*, **59** (2): 124-125.
- CLEMENTS, F.E. 1949. *Dynamics of vegetation*. H.W. Wilson Co., New York, 296 p.
- CURTIS, J.T. y R.P. Mr.INTOSH. 1950. The interrelations of certain analytic and syntetic phytosociological characters. *Ecology*, **31**: 434-455.
- COOPER, G.F. 1961. The ecology of fire. *Sci. Am.*, **204** (4): 150-160.

- DAVIS, K.P. 1959. **Forest fire: control and use**. McGraw-Hill Book Co., New York, 584 p.
- DINGLE, R. Wn. 1956. Pocket gophers as a cause of mortality in eastern Washington pine plantations. **J. Ford.**, **54** (12): 832-835.
- DOUGLAS, G.W. y T.M. BALLARD. 1971. Effects of fire on alpine plant communities in the North Cascades, Washington. **Ecology**, **52** (6): 1058-1063.
- DRURY, H.W. y I.C.T. NISBET. 1973. Succession. **J. Arnold Arbor.**, **54** (3): 351-364.
- DUVALL, V.L. 1962. Burning and grazing increase herbage on slender bluestem range. **J. Range Manage.**, **15**: 14-16.
- soil of longleaf pine-bluestem range. **J. Range Manage.**, **20**: 241-247.
- EHRENREICH, J.H. y J.S. CROSBY. 1960. Hergabe production is related to hardwood crown cover. **J. Ford.**, **58** (7): 564-565.
- ELLISON, L. y W.R. HOPSTON. 1958. Production of herbaceous vegetation in openings and under canopies of western aspen. **Ecology**, **39** (2): 337-346.
- FASSBENDER, H.W. 1975. Experimentos de laboratorio para el estudio del efecto del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades del suelo. **Turrialba**, **25** (3): 249-254.
- FFOLIOTT, P.F., W.P. CLARY y F.R. LARSON. 1977. Effects of a prescribed fire in a ponderosa pine forest. **US. Dep. Agric. For. Serv., Note RM-336**, 4 p.
- GARCIA, E. 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen**. Inst. Geog. UNAM, México, 246 p.
- GREIG-SMITH, M.A. 1964. **Quantitative plant ecology**. Butherforths, London, 256 p.
- HABERLAND, F.B. y S.A. WILDE. 1961. Influence of thinning of red pine plantation on soil. **Ecology**, **42** (3): 584-586.
- HALLS, I.K. y J.L. SHUSTER. 1965. Tree-herbage relation in pine-hardwood forest of Texas. **J. Ford.**, **53** (4): 282-283.
- HARPER, J.L. 1969. The role of predation in vegetation diversity. **Brookhaven Symp. Biol No.** **22**:48-62.
- HARVEY, M.J. y R.L. Packard. 1967. Cotton rats fail to damage southern pine seedlings. **J. Ford.**, **65** (7): 495-497.
- HERMANN, R.K. y H.A. THOMAS. 1963. Observations on the occurrence of pocket gophers in southern Oregon pine plantations. **J. For.**, **61** (7): 527-529.
- HORN, H.S. 1974. The ecology of secondary succession. **Annu. Rev. Ecol. Syst.**, **5**: 115-125.
- HUNT, E.V. Jr. 1968. How serious is rabbit damage on loblolly pine seedlings. **J. For.**, **66** (11): 853.
- JALLOQ, M.C. 1975. The invasion of molehills by weeds as a possible factor in the degeneration of reseeded pasture. **J. Appl. Ecol.**, **12** (2): 643-657.
- JOHANSEN, R.W. 1975. Prescribed burning may enhance growth of young slash pine. **J. For.**, **73** (3): 148-149.
- JOKELA, J.J. y R.W. LORENZ. 1959. Mouse injury to forest planting in the prairie region of Illinois. **J. For.**, **57** (1): 21-25.

- KERSHAW, C.A. 1964. Quantitative and dynamic ecology. Edward Arnold, London, 183 p.
- LEMON, P.C. 1964. Prescribed burning in relation to grazing in the longleaf-slash pine type. *J. For.*, **44** (2): 115-117.
- LITTERFIELD, E.W., W.J. SCHOOMAKER y B.D. COOK. 1946. Field mouse damage to coniferous plantations. *J. For.*, **44** (10): 745-749.
- LITTLE, S. Jr. 1953. Prescribed burning as a tool of forest management in the northeastern states. *J. For.*, **51** (7): 496-500.
- LYON, L.J. y P.F. STICKNEY. 1974. Early vegetal succession following large northern Rocky Mountain Wildfires. *Proc. Mont. Tall Timber Fire Ecology Conference and Fire and Land Management Symposium*. Tallahassee, No. 14: 355-375.
- MADRIGAL, S.X. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham.) en el Valle de México. *SAG, México, Bol.* 18, 94 p.
- MAY NAH, A. 1971. Estudio fitocológico del campo experimental forestal San Juan Tetla, Edo. de Puebla, México. Tesis Prof. Escuela Nal. Cienc. Biol., IPN, 130 p.
- MOBLEY, H.E. 1974. Fire-its impact on the environment. *J. For.*, **72** (7) 414-417.
- POOLE, R.W. 1974. An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill New York, 532 p.
- PROYECTO GENERAL DE ORDENACION FORESTAL. 1965. Dirección Técnica Forestal San Rafael, México, Tomo I, 274 p.
- REY, J.A. 1975. Estudio de suelos de la Estación de Enseñanza, Investigación y Servicios Forestales de Zoquiapan. Dep. Bosques, Area de Ingeniería. Chapingo, México, 43 p.
- ROE, A.L., W.R. BEAUFIT, L.J. LYON Y J.L. OLTMAN. 1971. Fire and Forestry in the northern Rocky Mountains. *J. For.*, **69** (8): 464-470.
- SARTZ, R.S. 1970. Mouse damage to young plantations in southwestern Wisconsin. *J. For.*, **68** (2): 88-89.
- SARUKHAN, J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la planicie costera del Golfo de México. Tesis M. en C. Colegio de Postgraduados, ENA, Chapingo, México, 300 p.
- SOUTHWOOD, T.R.E. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Methuen & Co. Ltd., London, 391 p.
- STAEBLER, G.R., P. LAUTERBACH Y A.W. MOORE. 1954. Effect of animal damage on a young coniferous plantation in southwest. Washington. *J. For.*, **52** (10): 730-733.
- TOLSTEAD, W.L. 1947. Wood land in northwestern Nebraska. *Ecology*, **28** (2): 180-183.
- VELA, G.L. 1976. Contribución a la ecología de *Pinus patula*, Schlecht et Cham. Tesis Prof. INP, México, 171 p.
- VLAMIA, J., H.H. BISWELL Y A.M. SCHULTZ. 1965. Effects of prescribed burning on soil fertility in second growth ponderosa pine. *J. For.*, **53** (12): 730-733.
- WAHLENBERG, W.G. 1935. Effect of fire and grazing on soil properties and the natural reproduction of longleaf pine. *J. For.*, **33**: 331-337.

- WILSON, E.O. Y W.H. BOSSERT. 1971. *A primer of population biology*. Sinauer Ass. Inc. Publ., Massachusetts. 192 p.
- YOUNG, J.A., D.W. HEDRICK Y R.F. KERISTON. 1967. Forest cover and logging-herbage and browse production in the mixed coniferous forest of northeastern Oregon. *J. For.*, **65** (11): 807-813.
- , J.A.B. M3ARTHUR Y D.W. HEDRICK. 1967. Forage utilization in a mixed-coniferous forest of northeastern Oregon. *J. For.*, **65** (6): 391-393.
- ZAR, J.H. 1974. *Bioestatistical analysis*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliss, New Jersey.

APENDICE

Lista Florística de la Vegetación Herbácea

BRYOPHTA

Bryum sp

Leptodontium capituligerum CM.

Thuidium delicatulum (Hedw.) Mitt.

BORRAGINACEAE

Lithospermum sp

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria bourgaei Hemsl.

Arenaria cf repens Hemsl.

Arenaria sp

Cerastium brachypodium Rob.

COMPOSITAE

Achaetogeron mexicanum (Gray) de Long.

Achaetogeron sp

Achillea millefolium L.

Bidens triplinervia H.B.K.

Conyza sp

Eupatorium picnocephalum Less.

Gnaphalium cf popocatepecianum Sch. Bip.

Gnaphalium sf sarmentosum Klatt.

Gnaphalium sp

Haplopappus stoloniferus D.C.

Helenium intergrifolium Benth et Hook.

Hieracium sp

Oxilobus adscedens (Sch. Bip.) Rob y Greenm.

Sabazia humilis Cass.

Senecio cinerarioides H.B.K.

Taraxacum officinale Weber.

COOMELINACEAE

Commelina alpestris Standl. y Steneyerm

ERICACEAE

Vaccinium geminiflorum H.B.K.

GERANIACEAE

Geranium potentillaefolium D.C.

GRAMINEAE

- Brachypodium mexicanum* Link.
Bromus anomalus R.F.
Festuca amplissima Rupr.
Festuca hephaestophila Ness.
Muhlenbergia calcicola Swallen
Muhlenbergia macroura (H.B.K.) Hitch.
Muhlenbergia quadridentata (H.B.K.) Kunth.
Muhlenbergia sp
Poa anuna L.
 Gramineae (1)
 Gramineae (2)

HYDROPHYLLACEAE

- Phacelia platycarpa* Spreng.

LABIATAE

- Prunella vulgaris* Linn.
Salvia prunelloides H.B.K.
Stachys repens Martens y Gal.

LEGUMINOSAE

- Astragalus seatoni* H.B.K.
Lupinus montanus H.B.K.
Trifolium amabile H.B.K.

LILIACEAE

- Stenanthium frigidum* Kunth.

OXALIDACEAE

- Oxalis* sp

PLANTAGINACEAE

- Plantago australis* L.

POLYGONACEAE

- Rumex acetosella* L.

RANUNCULACEAE

- Ranunculus* cf *petiolaris* H.B.K.

ROSACEAE

- Alchemilla procumbens* Rose.
Potentilla candicans H. et B.
Potentilla cf *hematochrus* Lehm
Potentilla cf *ranunculoides* H.B.K.

SCROPHULARIACEAE

- Castilleja* sp
Penstemon gentianoides Don.

UMBELLIFERAE

- Eryngium carlinae* Delar.
Eryngium monocephalum Cav.
Tauschia sp

VIOLACEAE

- Viola* sp