

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



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

**T E S I S**

que para obtener el título de:

**B I O L O G O**

p r e s e n t a :

**MARIA CRISTINA OBIETA OBIETA**

A MIS PADRES

## I N D I C E

### Capítulo I. Introducción.

1. Antecedentes y objetivos.
  - A) Estudio demográfico de Pinus hartwegii Lindl.
  - B) Este trabajo como un estudio colateral en la demografía de Pinus hartwegii.
  - C) Objetivos.
2. Factores que determinan la dinámica de la vegetación herbácea y la regeneración de pino.
  - A) Efectos sobre la vegetación herbácea.
    - i) Pastoreo.
    - ii) Fuego.
    - iii) Aclareos.
    - iv) Mamíferos pequeños.
  - B) Efectos sobre la regeneración de pino.
    - i) Pastoreo.
    - ii) Fuego.
    - iii) Aclareos.
    - iv) Mamíferos pequeños.
3. Conceptos metodológicos.
  - A) Especies dominantes y el concepto de dominancia.
  - B) Parámetros para la estimación de dominancia (densidad, frecuencia y biomasa).
  - C) Importancia del análisis florístico cuantitativo.
  - D) Relaciones de dominancia-diversidad.

### Capítulo II. Área de estudio.

1. Descripción general del área.
  - A) Localización.
  - B) Clima.

- C) Geología.
  - D) Datos topográficos y edáficos.
  - E) Hidrología.
  - F) Tipo de vegetación.
2. Descripción del sitio permanente de observación.
  3. Descripción de la forma de manejo del bosque.
    - A) Características silvícolas.
    - B) Características ganaderas.

### Capítulo III Metodología.

1. Línea de Canfield.
2. Determinación del tamaño y número de muestras.
3. Humedad del suelo.
4. Comparación de subzonas de muestreo por métodos estadísticos.
5. Colección e identificación de especímenes.

### Capítulo IV Resultados y Discusión.

1. Exposición de datos base.
2. Comparación florística mediante el Coeficiente de Similitud de Sørensen.
3. Índice de Diversidad de Shannon y Weaver.
  - A) Diversidad por subzonas.
  - B) Patrón y curvas de diversidad.
4. Efecto del pastoreo sobre las características de la vegetación.
  - A) Comparación entre los Zacatonales de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila excluido y libre.
  - B) Comparación entre el Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Muhlenbergia macroura-Festuca hephaestophila y el Sotobosque Mixto.
5. Efecto del pastoreo sobre la humedad del suelo.
6. Relación entre la cobertura del dosel y la vegetación herbácea en el área de estudio.
7. Comparación florística con otros bosques de coníferas.
8. Algunas consideraciones para la continuación de este trabajo.

### Capítulo V Conclusiones.

Apéndice.

Capítulo VI Bibliografía.

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, bajo la dirección del Dr. José Sarukhán K. y con un grupo de trabajo para cada localidad.

Debido a la carencia de estudios sobre la dinámica de poblaciones vegetales y más específicamente en México, es que nace la necesidad de conocer cuales son los mecanismos que regulan estas poblaciones, y más aún en el caso de ecosistemas que revisten cierta importancia económica en el país como en el caso de los bosques maderables de Zoquiapan.

Uno de los aspectos de mayor importancia en el estudio de las poblaciones vegetales es el enfoque demográfico. Un estudio demográfico implica el conocimiento íntimo del ciclo de vida de la población en estudio de tal forma que se puedan llegar a definir cuales 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 cono-

cida es el período que abarca desde la germinación hasta el establecimiento de los nuevos individuos (o sea, los primeros estadíos de la fase de plántula), donde se presenta una gran mortalidad 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 aclareos 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 basicamente constituida por gramíneas, que es utilizada 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"<sup>+</sup> al referirnos a esta vegetación perturbada, aunque está claro que no se trata de un verdadero pastizal.

Puesto que 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, es precisamente en este punto donde se centra el mayor interés por conocer los efectos que tiene sobre la vegetación herbácea. Así mismo, 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.

Para este trabajo se cuenta con un sitio permanente de observación originalmente establecido para el estudio demográfico de P.hartwegii. Este sitio se encuentra dividido en zonas excluidas y otras que están siendo pastoreadas, y a pesar de que su disposición y localización no se hicieron pensando en este trabajo, es adecuado para los objetivos que se persiguen. Más adelante se darán mayores detalles sobre el mismo.

Puesto que la realización de este trabajo abarca el período

---

<sup>+</sup>La composición florística de estos "pastizales forestales" es característica de bosques perturbados en donde las gramíneas son abundantes, pero con una buena proporción de latifoliadas herbáceas y pinos jóvenes.

do comprendido de Marzo de 1976 a Marzo de 1977, el estudio se restringe a la caracterización de la estructura y composición de la vegetación del sotobosque, y su comportamiento en forma general en respuesta al grado de cobertura arbórea, a ciertas perturbaciones en el suelo, y en cierto grado, al pastoreo.

C) Objetivos.

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, la perturbación 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 DINAMICA DE LA VEGETACION HERBACEA Y LA REGENERACION 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 el 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 esta no es la actividad pecuaria típica, y en una gran cantidad de casos no está planeada adecuadamente. Esto es de suma importancia ya que frecuentemente da origen a tierras sobrepastoreadas 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. Por un lado, los efectos que tiene sobre la vegetación herbácea, y por otro, sus efectos 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 mención 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, topes, ratones y ardillas que juegan un papel de suma importancia no sólo como agentes de dispersión sino también como depredadores activos.

Puesto que es obvia la importancia que tiene la conservación y explotación de los bosques maderables, es necesario no sólo el conocimiento de prácticas silvícolas adecuadas que puedan interrelacionarse con otro tipo de actividades como el pastoreo, sino también el conocimiento de estas mismas, ya que de esa forma se tendrán bases para un mejor uso de nuestros recursos.

## A) Efectos sobre la vegetación herbácea.

### i) Pastoreo

Es una práctica común comparar la vegetación en áreas que han sido excluidas del pastoreo con áreas pastoreadas en una misma región. Esto no solo permite observar los cambios que se producen en la vegetación, sino también sirve de base para estimar la condición de un pastizal.

Costello y Turner (1941) haciendo una comparación de este tipo, observaron que la diferencia más aparente entre áreas excluidas y pastoreadas se reflejó en la densidad de la vegetación, ya que mediante el pastoreo continuo hay una disminución de la cubierta vegetal, mientras que en áreas no pastoreadas hay un incremento en la densidad y volumen de forraje debido a un aumento en vigor y talla de las gramíneas, además de que se reduce la proporción de suelo desnudo. Encontraron un incremento considerable en la densidad de las gramíneas mientras que en las áreas libres las latifoliadas herbáceas y arbustivas fueron las más abundantes. Así mismo reportaron especies características de estas dos situaciones, en donde las gramíneas más palatables son las primeras en desaparecer debido a exigencias naturales del ganado, dejando que predominen aquellas poco palatables o que pueden soportar cierto grado de pastoreo y que en general son de poco valor forrajero.

Gardner y Hubbell (1943), Duvall y Linnartz (1967) y Pearson y Whitaker (1974) encontraron que mientras unas especies son muy abundantes en áreas pastoreadas, esas mismas bajo exclusión disminuyen considerablemente permitiendo el desarrollo de otras especies de mayor importancia forrajera.

Esto es de suma importancia en el caso de pastos forrajeros, ya que se puede saber cuáles son las especies forrajeras

y las no palatables, así como su comportamiento y una vía para un posible restablecimiento de un pastizal que ha estado sujeto a un pastoreo excesivo.

Arnold (1950), trabajando en un pastizal forestal de Pinus ponderosa también encontró que en áreas excluidas las gramíneas son las especies principales y más abundantes, y que el mejor forraje se compone de una mezcla de ellas, como es el caso de los géneros Muhlenbergia, Andropogon, Bouteloua y Sporobolus. Por otro lado están las latifoliadas muy poco representativas en condiciones de exclusión no así en áreas pastoreadas donde son más comunes, como es el caso de los géneros Achillea, Arenaria, Cirsium, Penstemon y Lupinus, que en realidad aportan muy poco o nada como especies forrajeras, contribuyendo al empobrecimiento del pastizal. Asegura que las fluctuaciones entre estos dos grupos de plantas (gramíneas y latifoliadas) son la base para entender los cambios en la vegetación debidos a un pastoreo excesivo o los debidos a la regeneración de pino, ya que ambas situaciones pueden contribuir a la disminución de la producción forrajera haciendo más difícil determinar la condición del pastizal.

Duvall (1962) observa que en situaciones moderadas el pastoreo no es del todo perjudicial. Reporta que bajo un pastoreo moderado hay una utilización tal que se deja una reserva de forraje para el invierno. Así mismo, en cualquier pastizal sujeto a pastoreo la acumulación de hojarasca o "litter" es inversamente proporcional al grado de pastoreo. Un pastoreo moderado reduce la acumulación de "litter" y a su vez reduce la probabilidad de fuegos naturales, y permite el desarrollo de plantas cuyo crecimiento se podría retardar por una acumulación excesiva de "litter".

Otro punto importante a tratar dentro del tema del pastoreo es el efecto que este tiene sobre las características del

lor forrajero.

Por otro lado, mediante un pastoreo moderado se deja una reserva de forraje para ser utilizada en el invierno y se favorece la remoción de "litter". Así mismo, dado que un pastoreo intenso provoca una mayor compactación del suelo disminuyendo la capacidad de absorción y almacenamiento del agua, el aprovechamiento que la vegetación pueda hacer de la misma se ve restringido considerablemente.

Puesto que los efectos de un pastoreo intenso son bastante conocidos o definidos, es necesario tomarlos en consideración en el presente trabajo y tratar de explorar sus efectos en Zoquiapan, ya que pueden ayudar a explicar ciertos cambios en la vegetación y en la estructura de la misma. Si bien, es muy posible que estos efectos no puedan ser observados en su totalidad debido a la brevedad del período de estudio.

## ii) 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.

Lemon (1946), Campbell et al, 1954 (en Duvall y Linnartz 1967) y Mobley (1974) recomiendan el uso de fuegos prescritos para mejorar el pastoreo, ya que el fuego hace que el forraje esté más vigoroso y por consiguiente más adecuado para su uso, remueve la masa vegetal vieja de tal manera que el ganado pueda comer más fácilmente los nuevos brotes y se incrementa la calidad del forraje. De esta forma la producción forrajera es mayor y más rica en su contenido proteínico, lo que da por resultado una ganancia de peso en el ganado.

Tanto Wahlenberg (1935), Lemon (op. cit.) y Mobley (op. cit.) están de acuerdo en que el uso de fuegos prescritos reducen la incidencia de fuegos naturales, preparan el suelo para la germinación y aclaran el pastizal reduciendo la cantidad de breñal.

En las áreas por quemar donde hay una interacción entre el pastoreo y la producción de madera, es necesario que el daño ocasionado a los árboles sea mínimo. Lemon (op. cit.), observa que en el caso de los bosques de Pinus elliotti es necesario que los árboles sean lo suficientemente altos para soportarlo y puedan seguir manteniendo la regeneración del área.

En estos pastizales forestales es necesario tomar en cuenta tanto la reproducción y crecimiento de los árboles en todo el bosque y confinar el fuego a ciertas áreas, como las necesidades del ganado en relación al área que pasta anualmente. Así mismo, para una coordinación adecuada entre estos dos recursos es de particular interés la época del año, el clima y la cantidad de "litter" presente. A este respecto Duvall (1962) y Duvall y Linnartz (1967) reportan que para incrementar la producción herbácea es necesario prevenir la acumulación de "litter", para lo cual recomiendan quemas periódicas, en especial cuando el área no ha estado sometida a pastoreo.

Otro aspecto necesario de tomarse en cuenta en el uso de los fuegos prescritos, es su influencia en las características físicas y químicas del suelo.

Wahlenberg (1935) reporta que después de siete años de excluir el fuego, la superficie del suelo era menos densa y más porosa y hubo un incremento en la capacidad de absorción mejorándose las características físicas del suelo. Sin embargo, Duvall y Linnartz (1967) y Mobley (1974) no reportan diferencias significativas. En cuanto a sus propiedades químicas Wahlenberg

(op. cit.), Vlamis et al (1955) y Mobley (op. cit.) encontraron un mayor contenido de materia orgánica, de nitrógeno y calcio en áreas quemadas que en aquellas protegidas del fuego. De esta forma, si bien la exclusión del fuego mejoró el suelo físicamente, los fuegos frecuentes lo benefician químicamente debido a un incremento de nutrientes.

Como se puede ver son bastantes los beneficios que ocasionan los fuegos prescritos, ya que incrementan la calidad, palatabilidad y disponibilidad del forraje. Del mismo modo, el incremento en el contenido de nutrientes del suelo puede ser el responsable de esa mayor calidad y vigor de la vegetación.

A pesar de que en este trabajo no se hicieron estudios referentes al fuego, es importante tomarlo en consideración, ya que los bosques de Zoquiapan han estado sometidos a fuego por mucho tiempo y es posible que en parte esto sea determinante de la vegetación que se presenta.

### iii) Aclareos

Se ha visto que el uso excesivo de un pastizal forestal ocasiona una disminución en la densidad y vigor de la vegetación principalmente en el caso de las gramíneas, favoreciendo la expresión de latifoliadas herbáceas de muy poco valor forrajero que contribuyen al empobrecimiento del pastizal. Sin embargo, el pastoreo no es el único factor que ocasiona una disminución en esta producción, 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, lo que sugiere individuos principalmente resistentes a condiciones poco luminosas.

De igual forma, Young et al (1967) trabajando en un bosque mixto de Pseudotsuga menziesii-Pinus ponderosa, si bien encontraron un estrato arbustivo bien definido en estos bosques y una predominancia de arbustos bajos asociados a la vegetación herbácea en las áreas con poco dosel, los arbustos altos predominaron en las áreas con sombra moderada, principalmente en las márgenes de los aclareos dominando a la vegetación herbácea presente.

Ehreinreich y Crosby (op. cit.) encontraron que el incremento en la producción de gramíneas fue muy pequeño conforme el dosel se redujo de un 80 a 50%, pero la reducción sucesiva del 50 a 0% incrementó rápidamente esta producción. Sin embargo el incremento de latifoliadas fue muy pequeño y constante.

De igual forma que los autores anteriores, Arnold (1950) trabajando en un bosque de Pinus ponderosa observó esa relación inversa entre la densidad y productividad de las gramíneas y latifoliadas y el dosel arbóreo. Sin embargo observó una situación diferente al analizar el efecto del dosel sobre la cobertura herbácea en áreas sujetas a pastoreo. Arnold (op. cit.) separó la vegetación herbácea en 3 grupos: latifoliadas, gramíneas muy resistentes al pastoreo y gramíneas muy sensibles al pastoreo. En condiciones de exclusión encontró que las gramíneas muy sensibles al pastoreo son las especies dominantes y en menor proporción las resistentes al pastoreo, pero siempre manteniéndose una proporción constante bajo cualquier clase de cobertura, aún en el caso de las latifoliadas que presentan proporciones bajas.

iv) Mamíferos pequeños

Es un hecho ampliamente observado la importancia que tiene la interacción planta-animal con 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 es tá 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 topes entre otros.

Numerosos autores (Litterfield et al 1946, Staebler et al 1954, Dingle 1956, Jokela y Lorenz 1959, Cayford y Haig 1961, Hermann y Thomas 1963, Harvey y Packard 1967 y Sartz 1970) han reportado la presencia de grandes poblaciones de conejos, topes 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 el habitat preferido de estos roedores puesto que elaboran 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.

Como hace ver Jalloq (1975), al escarbar la tierra se crean cierto tipo de condiciones ambientales que pueden permitir la colonización de nuevas plantas. Esta colonización a las recién formadas "topineras"<sup>+</sup> puede provenir de dos fuentes: (1) de las

<sup>+</sup> Se les ha llamado "topineras" a los montículos que se forman al ser excavada la tierra y arrojada a la superficie por roedores como topes y tuzas.

semillas viables enterradas en el suelo o de cualquier otro tipo de semillas que caiga, y (2) por propagación vegetativa de las plantas adyacentes.

Jalloq (op. cit.) al estudiar como ocurre esta colonización y el papel que juegan las latifoliadas colonizadoras en el desarrollo de un pastizal ya establecido, no encontró una relación entre la composición florística de los pastizales en que se encontraban las topinesras y la población de semillas viables contenidas en el suelo de éstas. Comenta que en esta colonización, las especies capaces de germinar después de la primera época de germinación tienen mayor ventaja sobre las que tienen un período restringido, particularmente importante en el campo, ya que la presencia de situaciones físicas o bióticas adversas puede causar la muerte del primer grupo de plántulas. Así mismo, la contribución hecha por las especies de gramíneas a la población de semillas en el suelo fue mínima, por lo que no fue posible predecir la composición de semillas del suelo de un análisis florístico del pastizal.

Puesto que estos pastizales han sido pastoreados, se cree que las gramíneas contribuyeron en poca proporción 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 la tencia.

Las observaciones hechas por Jalloq (op. cit.) son importantes, ya que en el caso particular de este trabajo se cuenta con un área 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 la información proporcionada por Jalloq (op. cit.) pueda ayudar a entender la estructura y el comportamiento de esta área.

B) Efectos sobre la regeneración de pino.

i) Pastoreo

Se ha visto que el pastoreo excesivo puede ser nocivo para el mantenimiento de un pastizal. Sin embargo este efecto adquiere mayores proporciones si se consideran los pastizales en donde no solo está en juego la sobrevivencia de las gramíneas y latifoliadas palatables, sino la del bosque mismo, debido al dano tan fuerte que en ocasiones provoca el ganado a los pinos jóvenes.

Biswell y Hoover (1945), Maki y Mann (1951), Williams (1955), Ross et al y Boyer (1967) encontraron que bajo un pastoreo excesivo algunas especies arbóreas son dañadas muy seriamente, mientras que otras sufren daños muy leves. Estos daños se deben al mordisqueo continuo de la yema terminal o al pisoteo que son frecuentes en plántulas o árboles jóvenes. Esto es de suma importancia ya que se ocasionan malformaciones y retardos en el crecimiento de estos individuos, por lo que se ve disminuida su habilidad competitiva con latifoliadas herbáceas y otro tipo de plantas.

Los autores piensan que estas áreas pueden ser pastoreadas moderadamente sin grandes efectos sobre las especies arbóreas, si el manejo del ganado se basa en las preferencias que este

tiene por las gramíneas y herbáceas de hoja ancha, ya que cuando estas hayan sido pastadas a tal grado que no satisfagan los requerimientos alimenticios del ganado, es lógico pensar que los árboles serán su material alimenticio siguiente.

Este daño a plántulas o árboles jóvenes no es exclusivo del ganado vacuno ya que Maki y Mann (1951) reportan daños similares por ovejas, y Williams (1955), Julander (1955), Neils et al (1956) y Ross et al (1970) reportan daños por poblaciones de venado.

Ross et al (1970) al estudiar el efecto del pastoreo por el venado sobre varias especies de coníferas y su importancia sucesional, encontraron que al excluir el pastoreo, especies como Acer rubrum y Quercus borealis se beneficiaron grandemente ya que son altamente preferidas por el ganado, aunque presentaron retardos en el crecimiento. Otras como Pinus strobus, la especie dominante y en menor grado P.resinosa, lograron recuperarse pero muy lentamente no llegando a sobrepasar los dos metros de altura. En cambio Betula papyrifera, por ser una especie muy poco preferida por el venado, logró desarrollarse y alcanzar el dosel. De esta forma se establece una competencia entre P.strobus y B.papyrifera con mayores posibilidades para esta última, inhibiéndose el desarrollo sucesional normal en el que P.strobus es la especie dominante.

Este mismo caso lo mencionan Neils et al (1956) para los bosques de P.ponderosa especie subclímax de gran valor maderable, en donde Pseudotsuga menziesii la especie clímax se encuentra en menor proporción. Sin embargo, observaron que después de varios años de pastoreo esta última mostró una fuerte tendencia a dominar el estrato arbóreo no solo por una capacidad de regeneración mayor, sino también debido a que el venado prefiere alimentarse de pino, favoreciendo así la sucesión hacia la dominancia de Pseudotsuga.

Esto es de particular importancia cuando están en juego especies comercialmente importantes, donde una desviación en la tendencia sucesional puede ocasionar el establecimiento de un bosque de menor calidad.

Pearson et al (1971) reportan diferencias altamente significativas en la mortandad de los individuos de P. palustris y P. elliotti. Encontraron que el 80% de la mortandad se presenta en los meses después de la plantación y sugieren que estas pérdidas se pueden reducir impidiendo que el ganado pastoree hasta que los individuos hayan alcanzado una talla considerable. Esta mortandad de plántulas ya ha sido observada por Boyer (1967) atribuyéndola principalmente al pisoteo.

Como se puede ver los daños que ocasiona el pastoreo a la regeneración de pino son muy variados, sin embargo el retardo en el crecimiento, la deformación de los individuos y la mortandad por pisoteo son muy comunes. Así mismo la desviación de la tendencia sucesional en algunos bosques también es debida al sobrepastoreo.

Todo esto hace imperante el conocimiento de prácticas de manejo de los bosques en donde interactuen la fauna y el recurso maderero, ya que la sobreposición de estos dos recursos produce graves conflictos.

Aunque en este trabajo no se estudió el efecto del pastoreo sobre la población de pinos, es clara la importancia que tiene el conocimiento de sus efectos, más aún en el caso de esos bosques cuya madera se utiliza para productos celulósicos. Así mismo sería interesante conocer no solo el efecto del pastoreo sobre el crecimiento y sobrevivencia del pino, sino también la competencia que se establece entre las poblaciones de plántulas de pino y las gramíneas, y su respuesta a la presión del ganado.

## ii) Fuego

"Los fuegos prescritos son una práctica de manejo vital, no solo 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) hace notar que es erróneo considerar al fuego como un factor nocivo e incompatible con la silvicultura. En los bosques de Pinus palustris al ser aplicados antes de la caída de las semillas, se favoreció la germinación al doble que en un área protegida, ya que se mejoran las propiedades químicas del suelo.

Si bien el fuego que se presenta durante el primer año después de la germinación mata muchas plántulas, deja un número considerable para la regeneración, aunque es conveniente evitar el fuego en esa época. Sin embargo en áreas aclareadas donde la densidad es menor el peligro del primer fuego es mayor, ya que puede ser el factor que prevenga la adecuada regeneración de pino. Por otro lado el uso inadecuado del fuego produce una defoliación que puede retardar el desarrollo a nivel de plántula, impidiendo que sobrepasen o emerjan de las gramíneas.

Mobley (1974) asegura que el fuego utilizado apropiadamente no daña a los árboles y sí puede ayudar a mantener un subclímax de mayor valor que el bosque clímax final. Además de que reduce la competencia con otra vegetación sin perturbar el suelo y la capa de humus, prepara el suelo para una germinación adecuada, y es un arma muy útil en aquellos bosques sumamente densos donde es necesario el aclareo para una regeneración apropiada.

Aunque tampoco este punto fue estudiado en este trabajo, se puede ver que el efecto que tiene el fuego sobre la vegetación herbácea y la regeneración de pino es muy diferente, ya

que en el primer caso ayuda a mejorar la calidad del forraje, en cambio en aquellos bosques sumamente densos, los fuegos ayudan al aclareo para una mejor regeneración, preparan el suelo para la germinación y reducen la competencia entre las plántulas de pino y la vegetación adyacente.

Así mismo, es muy posible que la estructura de edades que se presenta en la población de pinos de estos bosques, en parte sea debida al uso del fuego en épocas pasadas, lo cual podría reflejar el manejo que se les dió a los mismos.

### iii) Aclareos

En párrafos anteriores, 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.

En el mismo estudio sobre Pinus ponderosa en el que se observaron los efectos que tiene el aclareo sobre la vegetación herbácea, Tolstead (1974) encontró que en aquellas áreas con una densidad arbórea muy elevada, el tronco que normalmente desarrollan los árboles es muy erecto pero en ocasiones tan débil que puede ser derrumbado por la nieve, o roto por el viento. Por lo general, las ramas vivas (con hojas verdes) se presentan muy cerca de la punta y solo se pueden extender muy pocos metros. Bajo ellas se presenta una gruesa capa de "litter" y por lo general no hay plántulas. En cambio con una densidad moderada, los troncos de los árboles son más fuertes y altos, y las ramas vivas forman una verdadera copa bajo la cual hay suficiente infiltración luminosa como para permitir el establecimiento de plántulas.



Pearson (1930, en Tolstead 1947), Tolstead (1947) y Wahlenberg (1948) encontraron que no es posible el crecimiento de plántulas de Pinus ponderosa y P.taeda cuando no hay suficiente luz, ya que un dosel demasiado denso impide el crecimiento y disminuye la sobrevivencia y vigor de estas. Bajo estas condiciones, los individuos que crezcan más rápidamente ensombrecerán a los más pequeños y de esta forma tendrán más ventaja al competir con ellos.

Los autores sugieren que bajo estas condiciones son muy importantes los aclareos en forma selectiva, ya que la extracción de cierto número de individuos reducirá las pérdidas que ocasiona una densidad muy elevada, pérdidas cuanto más importantes si se consideran los bosques de maderas comercialmente importantes.

Es conveniente tomar en cuenta las observaciones que hacen Haberland y Wilde (1961) en relación al sistema de aclareos. "Una tala parcial es una operación que devuelve su productividad a una comunidad arbórea estancada, debido a la remoción de individuos indeseables. Sin embargo, si esta no se lleva a cabo de acuerdo a las condiciones del habitat, puede ocasionar la invasión de nueva vegetación, el agotamiento del agua subterránea, el incremento o retardo en la descomposición de restos orgánicos, la pérdida de nutrientes debida a lixiviación, la compactación del suelo y el estancamiento del agua".

Comparando un área talada, una aclareada y otra sin tratamiento en un bosque de Pinus resinosa, encontraron que el movimiento del agua subterránea estuvo íntimamente relacionado con la densidad del área, ya que en el área talada el volumen total lixiviado fue mucho mayor. Aunque observaron pequeñas diferencias en la humedad del suelo, sí hubo diferencia en su aprovechamiento, ya que en el área aclareada hubo un incremento del diámetro de los árboles en la época de crecimiento. Así mismo 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 disminuye su potencial productivo con el transcurso del tiempo.

Por lo expuesto anteriormente se puede ver que una densidad arbórea demasiado grande no solo no permite el establecimiento y desarrollo de nuevas plántulas debido a la poca infiltración luminosa, ya que también en áreas con individuos maduros la competencia que se presenta es muy severa.

De esta forma los aclareos en forma selectiva se hacen necesarios, ya que se libera un dosel demasiado denso favoreciéndose la regeneración natural y el crecimiento diametral de los individuos, ya que hay un mejor aprovechamiento de la luz, agua y nutrientes disponibles, aunque se provocan ciertas alteraciones físicas y químicas en el suelo que pueden ser superadas con un manejo adecuado.

Aunque el estudio de este factor queda fuera de los límites de este trabajo, es interesante conocerlo ya que permite entender el manejo que se les debe dar a los bosques para una regeneración adecuada. Considero que este punto es de gran importancia para el mantenimiento continuo de la productividad de un bosque, y más aún en el caso de bosques cuya madera es comercialmente importante, como es el caso de los bosques de pino.

Así mismo, 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.

iv) Mamíferos pequeños

Se ha visto como el pastoreo, el fuego y los aclareos pueden actuar benéfica o nocivamente en la regeneración de pino dependiendo del tratamiento que se le da al bosque. Sin embargo existen otros factores tal vez no tan conspicuos en un principio, pero que pueden provocar daños devastadores si no son controlados. Tal es el caso de ciertos mamíferos pequeños como los conejos, ratones, topos y ardillas, los cuales pueden actuar como agentes dispersantes o como depredadores sumamente activos.

Litterfield et al (1946), Dingle (1956), Jokela y Lorenz (1959) y Cayford y Haig (1961) han observado 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 una cubierta herbácea densa, la presencia de tallos caídos y la acumulación de breñal reúnen las condiciones óptimas para estos animales. Esto es muy importante ya que una gran cantidad de plantaciones artificiales se llevan a cabo en áreas de cultivo abandonadas, por lo que la presencia de estos animales es muy común, y frecuentemente ocasionan serios daños.

Como hacen ver Staebler et al (1954), "las plantaciones por lo general se establecen en áreas taladas y quemadas donde las condiciones ecológicas han sido radicalmente alteradas de tal forma que las poblaciones animales son muy grandes". Esta remoción del bosque propicia un incremento en la vegetación preferida por estos animales, llegando a alimentarse de las plántulas introducidas cuando han agotado su principal fuente alimenticia.

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 varias plantaciones de coníferas, y Jo-

kela y Lorenz (1959), Abbott (1961), Cayford y Haig (1961), Hunt (1968), Black et al (1969) y Sartz (1970) han reportado daños por conejos, topes ratones, liebres y otros roedores. Observaron que el mayor daño se produce durante el invierno, ya que la nieve les brinda protección contra sus depredadores naturales permitiendo que actúen libremente en sus galerías subterráneas, además de que en esa época es cuando la presión alimenticia es mayor.

Herman y Thomas (1963) observaron que si bien estos animales se alimentan principalmente de plantas herbáceas, es muy común que invadan aclareos en los bosques y se alimenten de raices, cortezas y follaje de árboles jóvenes. Aseguran que el daño varía con el área, pero se mantiene el mismo patrón de daño, siendo más severo en invierno cuando hacen túneles a través de la nieve hasta el árbol. 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 danados el tallo y las ramas. Esto ocasiona una disminución en el crecimiento, deformaciones en los individuos y una mortandad elevada. Este daño no ha sido observado en hojas y yemas. Sin embargo, los autores mencionan situaciones en que la remoción de tierra puede producir un sustrato adecuado para el establecimiento de plántulas.

Dingle (1956) observa que una disminución en estos problemas se presenta una vez que el dosel se cierra, aunque propone que un control indirecto se obtendría al eliminar el pastoreo en áreas abiertas para que de esa forma los animales se alimenten de las raíces tiernas de las plantas herbáceas, y así no se presentaría daño en las plantaciones de coníferas. A este respecto Cayford y Haig (1961) sugieren que una reducción en el daño se puede obtener confinando la plantación de especies susceptibles de ser dañadas a sitios que tengan una cubierta herbácea muy pobre o tratando de reducir la densidad de esa vegetación.

De la literatura analizada, unicamente Harvey y Packard (1967) y Hunt (1968) no observaron daños significativos por ratas y conejos en dos plantaciones de coníferas, ya que la sobrevivencia fue tan buena en áreas excluidas como en áreas libres. Solo reportan una leve reducción en el tamaño de las plántulas dañadas. 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.

De esta forma se puede ver que es patente la necesidad de un control más estricto de estas poblaciones de roedores, ya que muy fácilmente pueden actuar como un factor de interferencia en la regeneración de las coníferas, ya que los mayores daños se presentan sobre las poblaciones de plántulas, provocando deformaciones y una gran mortandad de las mismas, y retardando su crecimiento. 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 disminuída.

Estas consideraciones son interesantes para este trabajo, ya que en el área de estudio se cuenta con poblaciones de tuzas las cuales pueden ocasionar cambios en la población de F.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, estudios que serían de gran importancia si se recuerda que el pino es una conífera comercialmente importante.

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.

### 3. CONCEPTOS METODOLOGICOS.

#### A) Especies dominantes y el concepto de dominancia.

Uno de los intereses primordiales al hacer un estudio ecológico de la vegetación, es la caracterización de la comunidad mediante el conocimiento del papel que juega cada especie dentro de ella, siendo de primordial importancia el conocimiento de las llamadas "especies dominantes", tratando de significar con ello que dichas especies son las que ejercen un mayor dominio o influencia sobre el resto de la comunidad de que forman parte. Sin embargo son varios los métodos para expresar dominancia, y es necesario tenerlos en consideración.

Como hace notar Sarukhán (1968) al hablar de dominancia, es necesario considerar el fenómeno antecesor a esta, esto es, el fenómeno de competencia biológica, ya que la dominancia de una o varias especies estará en función del grado de interferencia que se presenta entre las plantas debido a exigencias naturales por compartir recursos, lo cual acarrea en último término la eliminación total o parcial de las especies con una habilidad competitiva baja. Esta capacidad competitiva es muy significativa ya que es la que determinará la importancia de las especies en la comunidad y por consiguiente su dominancia en la

nancia por una pocas especies, sino que son varias las especies que por afinidad en su forma de vida, le dan una apariencia característica a la comunidad. En estos casos se habla de dominancia fisionómica, como es el caso de ciertas comunidades de zonas áridas (Cain y Castro 1959) o "de ciertas fases de sucesión secundaria en zonas tropicales, que producen después de un ciclo de perturbación la predominancia de ciertas formas de vida en etapas más o menos prolongadas de la sucesión" (Sarukhán 1964, Sousa 1964 en Sarukhán 1968).

Así mismo, Richards (1952 en Cain y Castro 1959) introduce el concepto de dominancia de familia queriendo significar con ello, que ciertas especies de una familia determinada son las que dominan en una comunidad, como es en el caso de las selvas tropicales.

B) Parámetros para la estimación de dominancia (densidad, frecuencia y biomasa).

Si bien, la introducción de estos tipos de dominancia no logran esclarecer en su totalidad la variabilidad del término, existen otras formas más exactas que ayudan no solo a su comprensión sino también a su estimación o "cuantificación".

Los parámetros comunmente utilizados para estimar la dominancia relativa de las especies son: densidad, frecuencia y cobertura, o bien una combinación de ellas (Clements 1949, Curtis y McIntosh 1950, Cain y Castro 1959, Sarukhán 1968). La densidad es importante ya que refleja la abundancia de las especies en la comunidad. La frecuencia indica el grado de homogeneidad con que los individuos de una especie están distribuidos. Por último su biomasa (estimada a través de cobertura, área basal o volumen) nos indica el vigor de la planta, o sea el éxito que ha tenido a través del proceso competitivo con el resto de los individuos de la comunidad (Sarukhán 1968). Esta última es

nancia por una pocas especies, sino que son varias las especies que por afinidad en su forma de vida, le dan una apariencia característica a la comunidad. En estos casos se habla de dominanci fisionómica, como es el caso de ciertas comunidades de zonas áridas (Cain y Castro 1959) o "de ciertas fases de sucesión secundaria en zonas tropicales, que producen después de un ciclo de perturbación la predominancia de ciertas formas de vida en etapas más o menos prolongadas de la sucesión" (Sarukhán 1964, Sousa 1964 en Sarukhán 1968).

Así mismo, Richards (1952 en Cain y Castro 1959) introduce el concepto de dominancia de familia queriendo significar con ello, que ciertas especies de una familia determianda son las que dominan en una comunidad, como es en el caso de las selvas tropicales.

B) Parámetros para la estimación de dominancia (densidad, frecuencia y biomasa).

Si bien, la introducción de estos tipos de dominancia no logran esclarecer en su totalidad la variabilidad del término, existen otras formas más exactas que ayudan no solo a su comprensión sino también a su estimación o "cuantificación".

Los parámetros comunmente utilizados para estimar la dominancia relativa de las especies son: densidad, frecuencia y cobertura, o bien una combinación de ellas (Clements 1949, Curtis y McIntosh 1950, Cain y Castro 1959, Sarukhán 1968). La densidad es importante ya que refleja la abundancia de las especies en la comunidad. La frecuencia indica el grado de homogeneidad con que los individuos de una especie están distribuídos. Por último su biomasa (estimada a través de cobertura, área basal o volumen) nos indica el vigor de la planta, o sea el éxito que ha tenido a través del proceso competitivo con el resto de los individuos de la comunidad (Sarukhán 1968). Esta última es



"la mejor medición y más simple ya que refleja de una manera clara los impactos ambientales" (Morris 1973 en Pearson y Sternitzke 1974).

Como se ha dicho anteriormente, la biomasa es una de las mejores vías de estudiar la dominancia de las especies. Si bien, Sarukhán (1968) considera que el número y la distribución de los individuos de una especie es fundamental para su éxito en la competencia, ya que "aquella especie que esté en contacto con un mayor número de individuos ejercerá una influencia más homogénea sobre toda la comunidad".

La biomasa, estimada a través del área basal (d.a.p.) es una de las formas más empleadas en comunidades arbóreas, aunque también se usa el radio de cobertura de la copa. Esto mismo se emplea en comunidades de pastizales aunque con un significado completamente diferente.

### C) Importancia del análisis florístico cuantitativo.

Por lo escrito en párrafos anteriores se puede ver que es posible y aún necesaria la "cuantificación" de ciertas características de la comunidad. Esto es debido a las exigencias cada vez más estrictas en el estudio de las comunidades vegetales, desde un punto de vista más dinámico. Como hace notar Oosting (1958), "en los primeros días de la Ecología, la observación y descripción fueron consideradas adecuadas para registrar las características de la comunidad, sin embargo eran pocos los observadores que veían las mismas cosas en la misma forma, y pocos los escritores que transcribían exactamente las cosas que habían visto". Por ello es de gran importancia el análisis florístico cuantitativo ya que provee información objetiva en cuanto a la composición y estructura de la cubierta del suelo, eliminando la subjetividad de la estimación ocular. Estos da--

hace ver Whittaker (op. cit.), "puesto que la productividad ex presa los recursos usados" se esperaría que la diversidad está relacionada con la productividad. Sin embargo está el caso de bosques altamente productivos con una diversidad baja, o ambien tes áridos en donde a pesar de la sequedad y la inestabilidad ambiental son muy diversos.

De esta forma se puede ver que son diferentes las causas que propician la diversidad entre los organismos, por lo que no hay que concretarse a pensar unicamente en el gradiente de diversidad.

Por otro lado, el número de especies en un área puede reflejar circunstancias particulares de esta. Horn (1974) ha encontrado que la diversidad es mayor en condiciones de perturbación intermedia que en el caso de una perturbación muy fuerte o muy baja para cualquier estadio en la sucesión y aún para el clímax mismo. De igual forma, Hack y Goodlett (1960 en Drury y Nisbet 1973) y Sarukhán (1968) aseguran que las regiones más perturbadas son las que sustentan una mayor diversidad. Tal es el caso de áreas con largos períodos de pastoreo, en donde, los animales incrementan la diversidad vegetal impidiendo que alguna especie sea muy dominante, propiciándose una mayor equitabi lidad y un mayor número de especies que pueden sobrevivir en una comunidad.

A este respecto, Harper (1969) discute los experimentos de Jones (1933) y Milton (1930) sobre el efecto que tienen los her bívoros en la vegetación de un pastizal. Jones (op. cit.) al estudiar el efecto del pastoreo en la composición florística del pastizal, observó respuestas diferentes de acuerdo al tiem po y la intensidad del mismo ya que la máxima diversidad se presentó como resultado de un período de sobrepastoreo seguido por un período de pastoreo leve. Al parecer la diversidad au menta cuando el predador "selecciona" al dominante, el cual por

ser palatable, disminuye, permitiendo la expresión de otras especies menos palatables. De esta forma "se establece un balance entre las especies, que es sensible al control que ejercen los animales".

Por otro lado, Milton (op. cit.) estudió el efecto que tienen los fertilizantes y el ganado sobre la vegetación de un pastizal bajo un sistema de exclusión del ganado y bajo condiciones de libre acceso del mismo. Encontró la mayor diversidad al tratar áreas con fertilizantes ricos en Ca, K, P y N, y cuando el pastoreo se controló con un sistema rotativo de pastoreo-descanso. Milton (op. cit.) concluye que bajo esas circunstancias el ganado es obligado a comer del mayor número de especies presentes y por consiguiente en el período de descanso las plantas se pueden recuperar de un grado similar de defoliación. En cambio cuando se aplicaron los fertilizantes en áreas de libre acceso, el cambio en la composición florística fue muy leve. Milton (op. cit.) considera que esto es debido a una mayor palatabilidad de las especies invasoras bajo esas condiciones de perturbación, las cuales al ser seleccionadas por el ganado permitieron la conservación de la vegetación original.

De esta forma, como hace ver Harper (1969) "los resultados de Jone y Milton se relacionan con la palatabilidad de las especies dominantes", ya que el ganado por ser altamente selectivo remueve las especies más palatables y permite la expresión de aquellas que hasta entonces habían permanecido restringidas.

Como se puede ver, el término "diversidad" es muy amplio y puede reflejar no solo cierto tipo de condiciones ambientales, sino también el comportamiento de las especies en una comunidad.

AREA DE ESTUDIO

## 1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA.

### A) Localización

Este trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, del Departamento de Bosques de la E.N.A. Se halla ubicada en el Estado de Méjico en la parte limítrofe con el Estado de Puebla, y dentro del área comprendida por el Parque Nacional de Zoquiapan y la Unidad Industrial de Explotación Forestal de San Rafael, con una extensión de 2685.5 ha.

Se encuentra en la zona de la Cordillera Neovolcánica al noroeste del volcán Iztaccihuatl, entre los paralelos  $19^{\circ}12'30''$  y  $19^{\circ}20'00''$  latitud norte, y los meridianos  $98^{\circ}42'30''$  y  $98^{\circ}30'00''$  longitud oeste (Fig. 1).

### B) Clima

Se cuenta con datos climatológicos para el período de estudio provenientes de la Estación Experimental Forestal de Zoquiapan, y de la Estación Meteorológica de Río Frío (3300 m. - s.n.m.) que se encuentra a 8 km al norte de la primera.

La Estación de Zoquiapan unicamente cuenta con datos para los años de 1975 y 1976, mientras que la de Río Frío cuenta con datos para 30 años.

Si se observan los climogramas de la Estación de Río Frío para los años de 1975 y 1976 (Fig. 2), se ve que la lluvia está concentrada en los meses de Abril a Octubre, y aunque en los meses restantes hay precipitación esta es muy reducida. La precipitación anual registrada por esta estación es de 908.9 mm

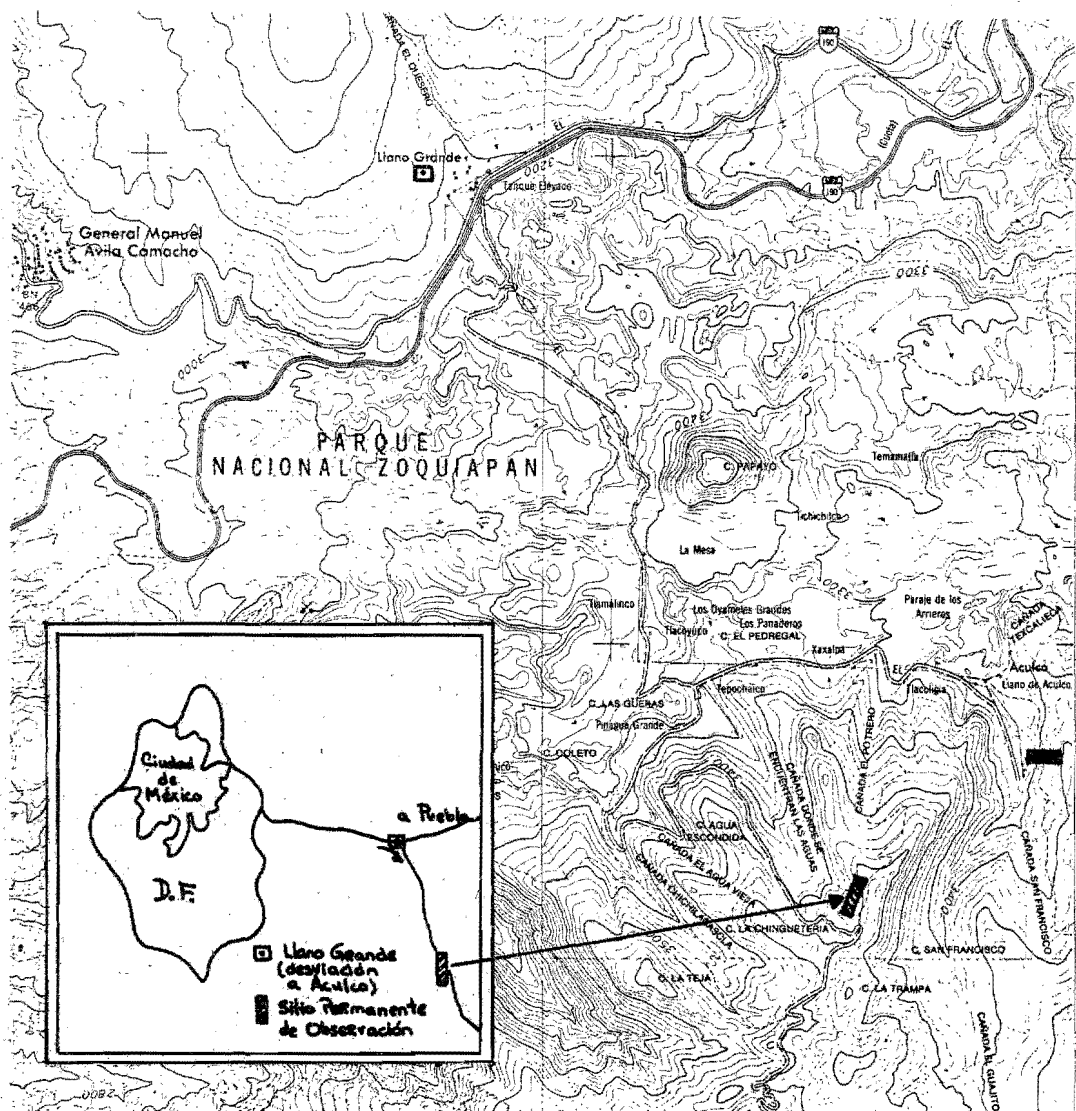


Fig. 1 Localización del Área de Estudio  
 Escala 1: 50,000  
 ■ Estación de Zoquiapan  
 ▨ Sitio Permanente de Observación.

para 1975 y 1203.8 mm para 1976.

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, esta también se concentra en los meses de Abril a Octubre. La precipitación total registrada es de 976 mm para 1975 y 1126.8 mm para 1976 con un máximo de lluvia en el mes de Julio (259.1 mm) de ese año.

En cuanto a la temperatura no se observan grandes diferencias 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 para los dos años.

La temperatura promedio registrada por Río Frío es de 9.8°C para 1975 y 1976. Zoquiapan registra una temperatura media de 7.5°C para 1975 y 6.9°C para 1976.

Puesto que los datos registrados por las dos estaciones no difieren grandemente, se escogieron los de Río Frío 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). Nuevamente la precipitación se concentra en los meses de Abril a Octubre con un máximo de precipitación en Julio y Septiembre; en los meses restantes la precipitación es insignificante. En cuanto a la temperatura, es máxima en los meses de Abril a Agosto, durante la época de lluvias. De esta forma se delimita el verano de la época de heladas.

Tomando los datos promedio de 33 años para la Estación de Río Frío, se tiene que los meses de Octubre a Marzo son los que presentan el mayor número de días con heladas (del 8.21 a

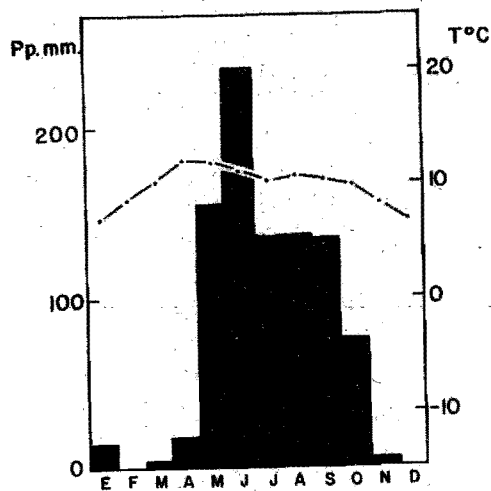
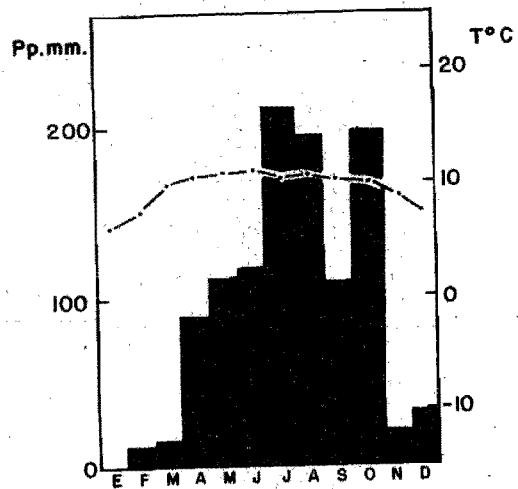


Fig. 2 Climograma de 1975 para la Estación de Río Frio, Edo. de México.  
 T.M.A. =  $9.82^{\circ}\text{C}$   
 Pp. anual = 908.90 mm



Climograma de 1976 para la Estación de Río Frio, Edo. de México.  
 T.M.A. =  $9.78^{\circ}\text{C}$   
 Pp. anual = 1203.8 mm

-- Temp. medio mensual



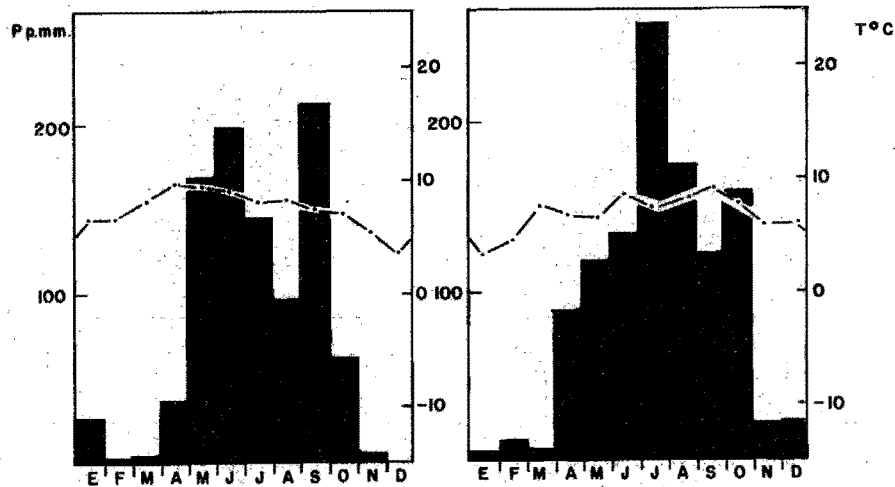


Fig. 3 Climograma de 1975 para la Estación Forestal de la ENA en Zoquiapan, Edo. de México.  
 T.M.A. = 7.5°C  
 Pp. anual = 976 mm

Climograma de 1976 para la Estación Forestal de la ENA en Zoquiapan, Edo. de México.  
 T.M.A. = 6.9°C  
 Pp. anual = 1126 mm

-- Temp. media mensual

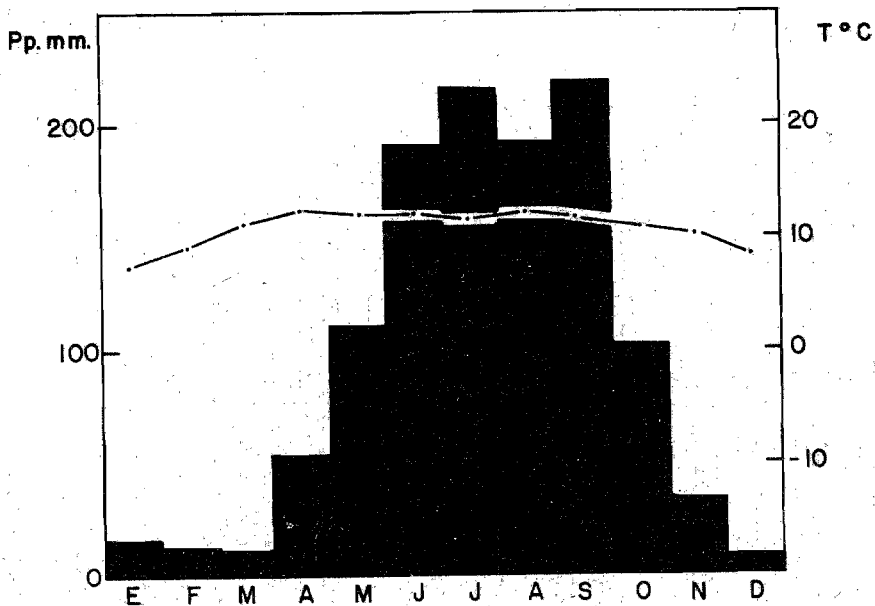


Fig. 4 Climograma para la Estación de Río Prió, Edo. de México.  
(datos para 20 años)

T.M.A. = 11.1 °C      -.- Temp. media mensual  
Pp.M.A. = 1169.3 mm

23.39%), y los meses de Abril a Septiembre aunque no están excentos de heladas, 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%).

Si se comparan los datos de la Estación de Zoquiapan con los de Río Frío para 1975 y 1976, se tiene que para Río Frío el período con el menor número de días con heladas comprende los meses de Abril a Octubre, y el mayor número de heladas se presenta en los meses de Diciembre y Enero (31 días). En cambio esto no ocurre con los datos de la Estación de Zoquiapan ya que se presenta un patrón bastante errático, aunque aparentemente en los meses de Mayo a Septiembre es cuando se presenta el menor número de días con heladas. Por consiguiente estos datos no se pueden considerar significativos ya que únicamente comprenden dos años y son muy variables entre sí, sin embargo los datos de Río Frío brindan una imagen bastante clara.

Según García (1973) el clima para la zona corresponde al manos húmedo de los climas templados subhúmedos con lluvias en verano

### C) Geología

La región donde se encuentra la Estación Experimental de Zoquiapan es una zona montañosa de origen volcánico. Algunas áreas presentan una petrografía constituida en su mayor parte de rocas ígneas extrusivas, y de otros tipos de rocas como producto de diferentes condiciones de solidificación. Así mismo, se encuentran rocas ígneas intrusivas compuestas de feldespatos, piroxena, hornblenda y olivino. De las lavas felsíticas derramadas en la región se originaron rocas de aspecto vítreo como la obsidiana, y otras extremadamente porosas y de poca den

sidad como la piedra pómez.

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 tobos pumíticas y a veces calcáreas que cubren macizos y rellenan depresiones (Sosa 1951 en Anaya Lang 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 (mayor de 90 cm) y de textura predominantemente franco-arenosa. El índice de plasticidad se clasifica moderadamente plástico, y el contenido rico de materia orgánica favorece la porosidad y aereación. Los valores de  $p^H$  oscilan entre 5.5 y 7.1 predominando los medianamente ácidos. El contenido de nitrógeno es alto y el de fósforo bajo. Suelos ricos en calcio, magnesio y potasio, cationes fácilmente asimilables (Anaya Lang 1962).

#### E) Hidrología

En la zona existen muy pocas corrientes superficiales las cuales 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 Me tioco pasan por la zona oriental (Rey 1975).

## F) Tipo de vegetación

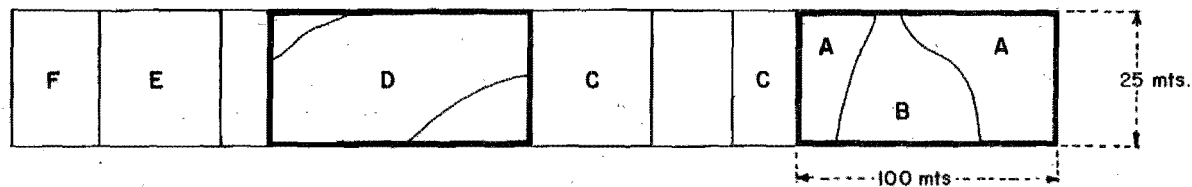
El tipo de vegetación predominante en el área está constituido por una comunidad de alta montaña florísticamente pobre, en su mayor parte dominada por Pinus hartwegii Lindl., especie que marca el límite altitudinal de la vegetación arbórea (Beaman 1972). Así mismo, se presentan otras especies arbóreas importantes como son: Pinus montezumae, P.leiophylla, P.ayacahuite, P.pseudostrobus, Abies religiosa, Cupressus lindleyi, Quercus crassipes, Q.rugosa, Q.laurina y Alnus firmifolia, cuyos límites altitudinales no son precisos, sino que existen zonas de transición o ecotonía entre las diversas asociaciones, formadas por la mezcla de varias especies características de ellas. 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, siendo las gramíneas las especies más conspicuas del mismo.

Así mismo la zona está siendo afectada por los coleópteros descortezadores Dendroctonus adjunctus y D.valens, y por el muérdago Arceuthobium vaginatum.

## 2. DESCRIPCION DEL SITIO PERMANENTE DE OBSERVACION.

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



Subzonas de las áreas excluidas	Subzonas de las áreas libres
---------------------------------------	------------------------------------

A	C
D	F
B	-
-	E

A: Zacatonal de W. quadridentata-F. hephaestophila (excluido)  
 B: Zona de Tuzas  
 C: Zacatonal de W. quadridentata-F. hephaestophila (libre)  
 D: Zacatonal de W. quadridentata-W. 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 m.s.n.m.). La estación se encuentra a lo largo de la Cañada de San Francisco; hacia el suroeste está la Cañada de El Guajito, al norte el Llano de Aculco y al noroeste el Paraje de los Arrieros. (Fig. 1).

Puesto que uno de los objetivos de este trabajo implica una comparación de la vegetación entre los sitios libres y excluidos, es necesario que los muestreos también sean 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 nos 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.

De acuerdo con esto y tomando en cuenta que el sitio está dividido en cuatro áreas (dos excluidas y dos libres), se subdividió de la siguiente manera:

Subzonas de las áreas excluidas	Subzonas de las áreas libres
A	C
D	F
B	-
-	E

(Fig. 5)

en donde A (excluido) tiene su duplicado estructural en C (libre), D (excluido) con su duplicado estructural en F (libre), y 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 referirnos a estas subzonas, se prefirió designar las con nombres, que corresponden a la especie dominante de cada una, o a una característica particular de la subzona. Así tenemos:

- 4 A: Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila (excluido)
- 4 C: Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila (libre)
- 2 D: Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Muhlenbergia macrooura-Festuca hephaestophila
- 2 F: Sotobosque Mixto
- 6 B: Zona de Tuzas (Fotos)
- 4 E: Pradera de Alchemilla

### 3. DESCRIPCION DE LA FORMA DE MANEJO DEL BOSQUE.

#### A) Características silvícolas.

Puesto que el sitio permanente de observación (1 ha) de este estudio 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., se ha juzgado conveniente hacer una breve exposición de la forma de manejo de estos bosques sin profundizar en más detalles, ya que de esta forma se tiene una visión general de la explotación de los mismos.

No es precisa la fecha en que los bosques que forman la Unidad de San Rafael empezaron a ser explotados. Sin embargo el manejo que se les ha dado ha estado basado en planes provisionales de explotación.

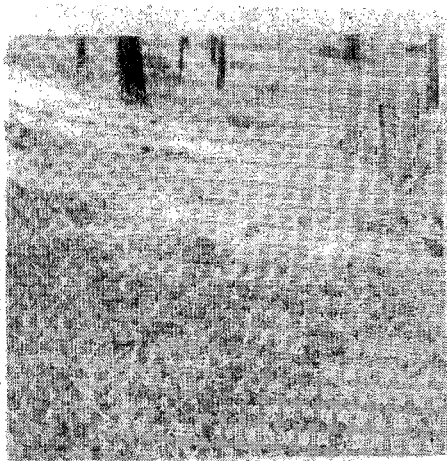




Zacatonal de  
M.quadridentata  
F.hephaestophila  
(excluido)



Zacatonal de  
M.quadridentata  
F.hephaestochila  
(libre)



Zona de Tuzas

2  
Culicida

2  
Libra



Zacatonal de  
M. quadridentata  
M. macroura  
F. hephaestophila

Sotobosque Mixto

4



Pradera de  
Alchemilla

El área que comprenden estos bosques (117,274 ha) está dividida en tres zonas forestales que corresponden a las áreas incluidas en los estados de México, Puebla y Morelos. La Unidad opera con 129 predios, de los cuales 88 son de régimen ejidal y comunal, 39 son particulares y 1 es de régimen nacional (Proyecto General de Ordenación Forestal 1965).

Puesto que se carece de datos fidedignos de los años de utilización previos al establecimiento de la Unidad de San Rafael, es a partir de esa fecha (1948) que se cuenta con un registro de la explotación de los bosques.

Las masas arboladas de la Unidad están constituidas por bosques de clima templado y frío. De todas las especies presentes (ver Tipo de vegetación), los géneros Pinus y Abies, y en menor proporción Cupressus son los más importantes para la elaboración de productos celulósicos.

La Tabla 1. muestra la superficie ocupada por las masas arbóreas, así como la superficie ocupada por los tres géneros más importantes.

De una superficie total de 117,274 ha, el 60% del área es tá arbolada, y de esta 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 un ciclo de corta. Así mismo el método de tratamiento utilizado es el de selección o entresaca. Esto es, se seleccionan árboles con determinadas características, de tal manera que la regeneración del bosque no peligre. Por lo general se seleccionan árboles

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

Superficie Total	Superficie Total Arbolada	Superficie Arbolada Explotable	Superficie ocupada por <u>Pinus</u>	Superficie ocupada por <u>Abies</u>	Superficie ocupada por <u>Cupressus</u>
117,274	65,310	43,980	31,880	11,668	432

"supermaduros" en los cuales ya no se presenta un incremento diametral, o este es muy reducido, árboles defectuosos o dañados y árboles con un diámetro no menor a 35 cm.

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 (basicamente jóvenes) que pueden mantener la regeneración continua del bosque.

Por otro lado, debido a la presencia de los coleópteros descortezadores Dendroctonus adjunctus y D. valens, y al muérdago Arceuthobium vaginatum, gran cantidad de árboles se encuentran parasitados y muchos muertos. Puesto que la presencia de estos individuos no es conveniente, son extraídos junto con los individuos seleccionados.

El rendimiento de explotación en un ciclo de corta se calcula en  $m^3$  en rollo con corteza, esto es el rendimiento de explotación sin que la madera haya recibido tratamiento alguno. Para ello es necesario tomar en cuenta entre otras cosas, la densidad y calidad del arbolado. Del rendimiento total de la Unidad de San Rafael en un ciclo de corta (4,984,902  $m^3$  en rollo), el 65.23% correspondió al género Pinus, el 31.30% a Abies y solo el 3.46% para Cupressus. Con base en estos datos, se calcula la posibilidad de explotación anual para que no halla deterioro del bosque.

De los volúmenes de rollo extraído, basicamente un 75% es aprovechado como leñas en raja, o sea, es la madera que proviene del tronco y que se utiliza como leña para papel. Del 25% restante, una parte aún puede ser utilizada, y es la que proviene de las ramas delgadas (brazuelo). Por último están las cortezas que son desechadas.

Dentro de la Unidad de Explotación, existe una zona de re

sinación que está siendo manejada en forma combinada, o sea, para madera aserrada-leña y resina de pino. Esta madera aserrada es utilizada para vigas en la construcción, y la leña como rajás para papel.

La zona está compuesta por 15 predios con 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" (extracción total de la resina por medio de incisiones en el tronco) que se lleva a cabo exclusivamente sobre el arbolado que previamente se determina para las cortas.

De esta forma se puede ver cuales son las especies de mayor importancia en estos bosques, y cual es el aprovechamiento que se hace de las mismas.

#### B) Características ganaderas.

El manejo de los bosques no se restringe unicamente 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 permanente de observación, se calculan cerca de 500 vacas y 250 ovejas, repartidas entre diferentes propietarios, aunque estos datos representan tan solo una aproximación obtenida por expresión verbal de la gente de la zona.

En cuanto a la información que se pudo obtener con respec

to 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. Así mismo, la vegetación herbácea del bosque es la única fuente alimenticia del ganado, ya que no se le da suplemento alimenticio de ningún tipo.

Puesto que el pastoreo es la única actividad con la que cuenta la gente de la zona para vivir, y debido a las temperaturas tan rigurosas en las que se desarrolla el ganado, el único producto que se obtiene es la carne de res y becerro, ya que es sumamente escasa la producción de leche y sus derivados. Así mismo debido a la baja calidad del ganado no es posible la cría de ganado para su venta.

Como se puede ver son muy escasos los datos con que se cuenta de estas poblaciones animales, su número y manejo, 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, y menos aún se puede asegurar si es posible mantener los bosques con un pastoreo continuo y una explotación maderera.

M E T O D O L O G I A



## 1. LÍNEA DE CANFIELD.

Al inicio del trabajo de campo fue necesario establecer el tipo de muestreo de vegetación herbácea más adecuado para el área de estudio. Para ello se llevó a cabo una revisión bibliográfica, y tomando en cuenta las ventajas y desventajas de diferentes métodos de muestreo de vegetación herbácea, 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).

El método de intersección lineal se basa en tres puntos (Canfield op.cit.):

- i) "La unidad de muestreo es una línea con una dimensión: longitud.
- ii) La medición directa de las plantas intersectadas por el plano vertical de la línea.
- iii) La aleatoriedad en la localización de las líneas".

Puesto que numerosos autores hacen notar que la forma y tamaño de la muestra influyen en la eficiencia del muestreo (Cain y Castro 1959), mediante la línea se incrementa considerablemente el factor longitud, lo que permite la captación de un mayor número de individuos y especies.

La medición directa de las plantas por medio de su cobertura, área basal y altura, nos permite obtener estimaciones exactas de la vegetación tanto en composición, densidad y estructura. Así mismo, puesto que las plantas se miden en cualquier punto dentro del plano vertical de la línea, se mantiene un grado constante de exactitud.

Por último, la aleatoriedad en la distribución de las lí-

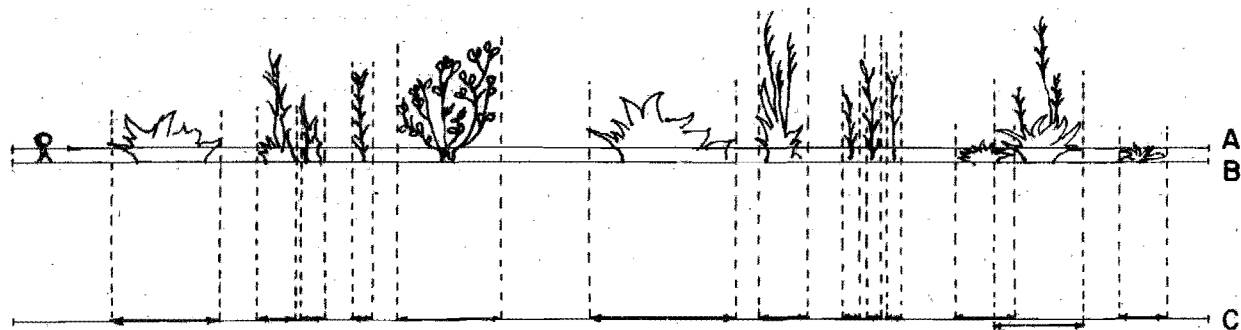


Fig. 6 Procedimiento seguido en el muestreo de la vegetación herbácea por medio del método de Línea de Canfield.

A: línea de muestreo

B: suelo

C: proyección de la cobertura de cada individuo.

neas, permite que cualquier lugar que se va a muestrear (independientemente de su calidad), pueda ser seleccionado.

No solo esto y el ahorro en tiempo son los únicos factores que hacen ventajoso este método, ya que con ciertas modificaciones se pueden obtener mediciones de productividad.

Hay que hacer notar que si bien, 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 son: cobertura, área basal, altura y localización de los individuos en la línea.

## 2. DETERMINACION DEL TAMAÑO Y NUMERO DE MUESTRAS.

Una vez definido el método de muestreo, fue necesario determinar la longitud de la línea (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 debida a que al existir una pendiente en el área de estudio, de esta forma se lograría captar su influencia sobre la vegetación. Por el contrario, si la dirección del muestreo fuera hecho a lo "largo" del área, es probable que se registraran franjas de ve

getación que corresponderían a las diferentes pendientes muestreadas y por consiguiente no podrían hacerse comparaciones entre muestras.

Para poder comprobar esto, se muestrearon dos líneas a lo largo del área y la información obtenida se comparó con dos líneas muestreadas a lo ancho. Sin embargo, al hacer la comparación no se encontraron diferencias significativas, por lo que se prefirió muestrear a lo ancho, debido a los problemas que la pendiente ocasiona.

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 de 20 m y el número de repeticiones que representan la variabilidad de la zona fue de tres, haciendo así un total de 18 líneas 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 la vegetación de este trabajo, 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 (ver Conceptos metodológicos), se estimó que la cobertura se utilizaría para determinar la importancia relativa de

las especies, así como un estimador de diversidad, ya que indica el vigor individual de las plantas, el grado de dominancia y supresión y por lo tanto las condiciones de dominancia existentes.

### 3. HUMEDAD DEL SUELO.

Por otro lado, es bien conocida la relación existente entre el grado de humedad del suelo y el crecimiento, vigor y tipo de cubierta vegetal que este suelo pueda sustentar. En esta relación es patente la importancia que tienen ciertos factores ambientales o de perturbación (pastoreo, remoción de suelo, cobertura arbórea), como se ha discutido anteriormente.

Pensando en esto, se tomaron muestras de suelo a 15 y 30 cm de profundidad (por muestra) para obtener el porcentaje de humedad del mismo, y de esta forma tener una vía para poder inferir posibles cambios de la vegetación o características del suelo.

Utilizando cajas de humedad de peso conocido, se tomaron un total de 24 muestras (48 a las dos profundidades) por muestreo. Una vez tomadas las muestras de suelo en el campo, se trasladaron al laboratorio, se pesaron en una balanza analítica y se metieron al horno a 80°C hasta que mantubieran un peso constante.

Estas muestras fueron tomadas en Octubre y Noviembre de 1976 y Enero y Febrero de 1977.

### 3. COMPARACION DE SUBZONAS DE MUESTREO POR METODOS ESTADISTICOS.

Una vez completados los muestreos de vegetación y de suelo,

se analizó la información obtenida mediante el uso de diferentes métodos estadísticos ( Sokal 1969).

Estos métodos incluyen el Coeficiente de Similitud de Sørensen y el Índice de Diversidad de Shannon y Weaver para las comparaciones florísticas y estructurales de cada subzona, y el Análisis de Varianza y la Prueba de Duncan para el análisis de las muestras de suelo.

#### 4. COLECCION E IDENTIFICACION DE ESPECIMENES.

La identificación de los individuos registrados en los muestreos de la vegetación se llevó a cabo con ayuda de material bibliográfico (Lawrence 1951, Standley 1955 y Sánchez 1976) y se confrontó con ejemplares de herbario.

El material colectado se encuentra depositado en el herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México.

RESULTADOS  
Y  
DISCUSION

---

## I. EXPOSICION 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.

Para cada muestreo (Marzo, Julio, Noviembre y Febrero) se tomaron mediciones del número de individuos, número de especies, cobertura total, cobertura por individuo y cobertura promedio por individuo en cada uno de los transectos por subzona.

Puesto que para el primer muestreo (Marzo) no se había de-  
finido el número de repeticiones por subzona (ver Metodología),  
para el Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hepha-  
estophila (excluido), la Zona de Tuzas y el Zacatonal de Muh-  
lenbergia quadridentata-Muhlenbergia macroura-Festuca hephaes-  
tophila los datos representan el promedio de dos líneas y para  
el Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaesto-  
phila (libre) y el Sotobosque Mixto el de una sola. En los mues-  
treos siguientes los valores corresponden al promedio de tres  
líneas.

Un problema en el conteo de individuos se presentó en Ju-  
lio en la Pradera de Alchemilla y en Noviembre en la Zona de  
Tuzas, la Pradera de Alchemilla y el Sotobosque Mixto, ya que  
debido a la forma continua de crecimiento de ciertas especies



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.

- \* Representa los datos de un solo 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 diferenciar individuos.

	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)
① Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephestophila</u> (excluido)	68**	9	591	8.69	143	11	1344	9.39	131	16	1829	13.96	84	9	1383	16.46
③ Zona de Tuzas	95**	14	311	3.27	171	19	1641	9.59	196+	24	1726	8.80	98	12	1443	14.72
① Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephestophila</u> (libre)	117*	8	1013	8.65	180	15	1355	7.52	137	18	1388	10.13	85	11	1003	11.80
② Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephestophila</u> <i>Excluido</i>	81**	10	1221	15.07	119	11	1851	15.55	74	11	1805	24.39	79	9	1773	22.44
④ Pradera de <u>Alchemilla</u>	275	16	617	2.24	306*	16	1508	4.92	276*	17	1402	5.07	259	18	1044	4.03
② Sotobosque Mixto <i>libre</i>	136*	10	635	4.66	178	17	2005	11.26	184*	16	1847	10.03	160	16	1338	8.36

fue imposible separar individuos. Este es el caso particular de Alchemilla procumbens (Rosaceae) y ciertas gramíneas que, debido a la presencia de estolones subterráneos forman manchones continuos, difíciles de separar en individuos.

## 2. COMPARACION FLORISTICA MEDIANTE EL COEFICIENTE DE SIMILITUD DE SØRENSEN.

Goodall, 1954 (en Greig-Smith 1964) 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 esta dentro de un "stand" que entre "stands" diferentes. Estas diferencias en homogeneidad son suficientes para permitir la delimitación del "stand".

Cain 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 un "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:

$$QS = \frac{2c}{a+b} 100$$

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.macrourea-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 obtenidos 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.macrourea-F.hephaestophila y el Sotobosque Mixto, y este comportamiento se mantiene para los datos de Julio y Febrero (Tablas 4 (b),(c)).

Tabla 3. Datos obtenidos con el Índice 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.

+ No hay comparación por tratarse de un sólo transecto.

++ Datos de 2 transectos para la observación de Marzo.

Muestreo	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluído)	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. macroura</u> <u>Rhephaestophila</u>	Pradera de Alchemilla	Sotobosque Mixto
Similitud						
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

Tabla 4. (a),(b),(c).(d) 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.

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

Datos para Marzo (a).

Subzona	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. macroure</u> <u>F. hephaestophila</u>	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	—	55.17	42.10	69.23	38.70	57.14
Zona de Tuzas	55.17	—	23.07	48.48	68.42	50.0
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	42.10	23.07	—	52.17	14.28	11.11
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. macroure</u> <u>F. hephaestophila</u>	69.23 <sup>+</sup>	48.48 <sup>+</sup>	52.17 <sup>+</sup>	—	40.0	48.0 <sup>+</sup>
Pradera de <u>Alchemilla</u>	38.70	68.42	14.48	40.0	—	33.33
Sotobosque Mixto	57.14	50.0	11.11	48.0	33.33	—

Datos para Julio (b).

Subzona	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Eradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto
Similitud						
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	---	61.90	57.14	58.06	51.28	61.90
Zona de Tuzas	61.90	---	61.53	58.53	48.97	61.53
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	57.14	61.53	---	95.23 <sup>+</sup>	40.81	57.69
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	58.06	58.53	95.23 <sup>+</sup>	---	42.10	53.65
Eradera de <u>Alchemilla</u>	51.28	48.97	40.81	42.10	---	61.22
Sotobosque Mixto	61.90	61.53	57.69	53.65	61.22	---

Datos para Noviembre (c).

Subzona ----- ; Similitud	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	---	73.68	83.01 <sup>+</sup>	76.19 <sup>+</sup>	55.31	65.21
Zona de Tuzas	73.68	---	73.33	65.30	62.96	71.69
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	83.01 <sup>+</sup>	73.33 <sup>+</sup>	---	75.55 <sup>+</sup>	52.0	61.22
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	76.19 <sup>+</sup>	65.30 <sup>+</sup>	75.55 <sup>+</sup>	---	35.89	68.42 <sup>+</sup>
Pradera de <u>Alchemilla</u>	55.31	62.96	52.0	35.89	---	55.81
Sotobosque Mixto	65.21	71.69	61.22	68.42	55.81	---

Datos para Febrero (d)

Subzona	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Pradera de Alchemilla	Sotobosque Mixto
> Similitud	(excluido)		(libre)			
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	—	58.06	51.61	59.25	34.14	55.55
Zona de Tuzas	58.06	—	55.55	68.75 <sup>+</sup>	56.52	82.92 <sup>+</sup>
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	51.61	55.55	—	62.50 <sup>+</sup>	52.17	63.41 <sup>+</sup>
Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	59.25	68.75 <sup>+</sup>	62.50 <sup>+</sup>	—	42.85	59.45
Pradera de Alchemilla	34.14	56.52	52.17	42.85	—	54.90
Sotobosque Mixto	55.55	82.92 <sup>+</sup>	63.41	59.45	54.90	—



( 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, solo 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 estas, 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, este 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. INDICE 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):

$$H = -\sum (P_i)(\log_2 P_i)$$

H = diversidad  
P<sub>i</sub> = abundancia relativa de una especie

Este índice 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 visualizar el decremento en diversidad entre las subzonas, en donde se observa que 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. Ya ha sido expuesto por Hack y Goodlett (1960), Harper (1969), Drury y Nisbet (1973) y Horn (1974), que las regiones más perturbadas son las que sustentan una mayor diversi-

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

Muestreo	Zacatonal M. quadridentata F. hephaestophila (excluido)	Zona de Tuzas	Zacatonal M. quadridentata F. hephaestophila (libre)	Zacatonal M. quadridentata M. macroura F. hephaestophila	Fradera de Alchemilla	Sotobosque Mixto <i>libre</i>
Diversidad						
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
$\bar{x}$	0.5754	1.0159	0.5994	0.4954	0.8811	0.7904

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

DIVERSIDAD

+ —————→

Marzo	Zona de Tuzas	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)
Julio	Zona de Tuzas	Sotobosque Mixto	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)
Noviembre	Zona de Tuzas	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>
Febrero	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto	Zona de Tuzas	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>
$\bar{x}$	Zona de Tuzas	Pradera de <u>Alchemilla</u>	Sotobosque Mixto	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>

dad, 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 10) 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 (27%) fue Alchemilla procumbens, siguiéndole en importancia Phacelia platycarpa (11.5%), Poa annua (11%) y Rumex acetosella (.1%). 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 calcícola, Brachypodium mexicanum y Bromus anomalus (Tabla 10), pero en proporciones insignificantes.

Esta Pradera de Alchemilla es muy particular ya que de toda el área del sitio y en una gran extensión de la ladera del bosque, este es el único lugar que está constituido básicamente por latifoliadas arrosetadas, contrastando grandemente con las zonas de gramíneas. Esta área se asemeja grandemente a las praderas encontradas en los suelos plano 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 sea muy diferentes a las del resto del bosque, y de ahí que se presenta una vegetación tan particular.

En cuanto al Sotobosque Mixto, se le ha dado ese nombre ya que presenta gramíneas y latifoliadas (Tabla 10) en proporciones semejantes. Las gramíneas más importantes son Muhlenbergia quadridentata con una cobertura promedio del 18% y Festuca hephaestophila con 11.5%. La latifoliada más importante 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. Este autor encontró que básicamente esta "nueva flora" está constituida 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 10) donde la especie dominante es A. procumbens (21%) 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 gran 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 10), 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.macoura-F.hephaestophila son los dos sitios menos diversos (Tablas 5 y 6). Si se hace mención nuevamente a que son sitios excluidos al pastoreo, éste no se encuentra actuando selectivamente disminuyendo la competencia interespecífica; por lo contrario, una o dos especies, básicamente gramíneas, son las que obtienen ventajas ya que al no ser comidad 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 menor grado F.hephaestophila (14%) y M.macoura (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 sobre pastoreo, ya que las gramíneas se observan muy rasantes y sumamente mordidas, aunado a la presencia de áreas desnudas o empobrecidas donde ya 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 presenta una gran cantidad de latifolias (Tabla 10) 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 (Tabla 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.macrourea-F.hephaestophila.

Para poder expresar este más claramente, se graficaron los valores de diversidad para cada subzona durante los 4 meses (Fig.7). En general todas las curvas siguiendo 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 adecuada, 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.

En estas curvas, para la observación de Noviembre, el Zacatonal de M.quadridentata-M.macrourea-F.hephaestophila experimenta una baja muy brusca. Esto 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 esta es insignificante en comparación con



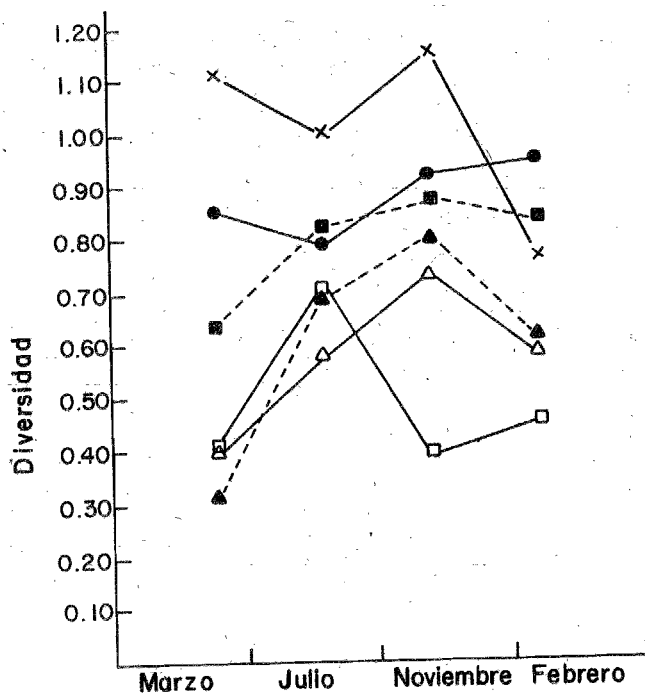


Fig. 7 Curvas obtenidas a partir de los datos de la Tabla 5 que muestran el patrón de diversidad seguido en las diferentes subzonas.

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

A) Comparación entre los Zacatonales de Muhlenbergia quadridentata-Festuca hephaestophila excluido y libre.

Ya ha sido mencionado por varios autores (Costello y Turner 1941, Gardner y Hubbell 1943) que la diferencia más notable entre áreas excluidas y pastoreadas es el incremento en la densidad y volumen de la vegetación en las áreas excluidas al pastoreo, y una reducción en la cubierta vegetal en las que están siendo pastoreadas.

Al comparar la cobertura total de los dos zacatonales (Tabla 2) este comportamiento se mantiene durante el año a excepción de la observación de Marzo. Sin embargo, esto es debido a que en un principio únicamente se estaba registrando el área basal de las gramíneas y no su cobertura, y si bien, estas dos mediciones reflejan el vigor individual de las plantas no son equivalentes, y por consiguiente no dan la misma impresión de áreas desnudas o cubiertas de vegetación.

Como se dijo en la sección anterior M. quadridentata es la gramínea dominante con un 60 a 65% de cobertura junto con F. hephaestophila (14 a 26%) en los dos zacatonales, sin embargo el tamaño y vigor de los individuos es sumamente contrastante, ya que en el zacatonal libre se encontraron severamente mordidas y danadas, y la altura promedio de estas dos gramíneas junto con la de Brachypodium mexicanum y Muhlenbergia macroura se redujo considerablemente:

	Zacatonal excluido	Zacatonal libre
<u>M. quadridentata</u>	17.0 cm	14.6 cm
<u>F. hephaestophila</u>	24.0 "	12.0 "
<u>B. mexicanum</u>	14.0 "	6.0 "
<u>M. macroura</u>	65.0 "	23.0 "

De estas especies, M.macrourea es la que más signos de pastoreo presenta a simple vista, ya que por ser una gramínea sumamente voluminosa (en ocasiones un solo individuo llega a presentar un diámetro de 1.50 m y una altura semejante) la evidencia de pastoreo es muy aparente, ya que el mordisqueo la reduce considerablemente dejando únicamente los tallos basales más duros.

En cuanto a las latifoliadas, su número y cobertura tiende a incrementarse en el zacatonal libre, ya que el pastoreo al estar actuando selectivamente sobre las gramíneas y algunas latifoliadas palatables permite el desarrollo de aquellas que no cumplen con estas condiciones. Tal es el caso de Achaetogeron mexicanum, Oxilobus adscendens y Alchemilla procumbens, que si bien sus valores de cobertura en metros son un poco mayores en el zacatonal libre, no reflejan un contraste drástico entre las dos subzonas, ya que como se dijo anteriormente, la subzona libre está bastante empobrecida.

	Zacatonal excluido	Zacatonal libre
<u>A.mexicanum</u>	2.04 m	2.50 m
<u>O.adscendens</u>	0.56 "	0.80 "
<u>Alchemilla procumbens</u>	1.20 "	2.27 "

En términos de áreas ocupadas y desprovistas de vegetación, se podría pensar que el zacatonal libre no está empobrecido como se ha dicho, ya que la cobertura total de ambos zacatonales no difiere considerablemente (12.86 m para el zacatonal excluido y 11.89 m para el zacatonal libre). Sin embargo hay que recordar la presencia de individuos rasantes y mordisqueados que si bien pueden dar la impresión de estar cubriendo grandes extensiones debido a que son registrados en el muestreo, su vigor es pobre.

B) Comparación entre el Zacatonal de Muhlenbergia quadridentata-Muhlenbergia macroura-Festuca hephaestophila y el Sotobosque Mixto.

Al analizar estas dos subzonas se observa un comportamiento similar al de los dos zacatonales anteriores. ya que en el Zacatonal de M.quadridentata-M.macroura-F.hephaestophila la dominancia del estrato herbáceo pertenece a las gramíneas, de las cuales M.quadridentata ocupa el 70% de cobertura (12.75 m) junto con M.macroura con 7% (2.82 m), a comparación de 18 y 11% respectivamente (9.35 y 3 m) en el Sotobosque Mixto.

Como en el caso de los Zacatonales de M.quadridentata-F.hephaestophila excluido y libre, se vuelve a encontrar una diferencia contrastante en la altura promedio de las gramíneas principales:

	Zacatonal de <u>M.quadridentata</u> <u>M.macroura</u> <u>F.hephaestophila</u>	Sotobosque Mixto
<u>M.quadridentata</u>	24 cm	13 cm
<u>F.hephaestophila</u>	20 "	14 "
<u>M.macroura</u>	55 "	23 "

Nuevamente, M.macroura es la especie más pastoreada ya que solamente son aparentes los tallos duros y rotos. Aunque no se conoce directamente cuales son las especies más palatables al ganado, es evidente que estas tres gramíneas son una parte importante de su alimentación.

En el caso de las latifoliadas, A.procumbens es la única especie que incrementa su cobertura considerablemente en el Sotobosque Mixto y no presenta evidencia de pastoreo, por lo que es probable que sea una especie que se favorece con el mismo. Otra especie que tiende a incrementar su cobertura es Achaeto-

geron mexicanum, pero en mucho menor proporción:

	Zacatonal de <u>M. quadridentata</u> <u>M. macroura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Sotobosque Mixto
<u>A. mexicanum</u>	0.52 m	2.23 m
<u>Alchemilla procumbens</u>	1.63 "	15.36 "

Del resto de las latifoliadas presentes varias son comunes a las dos subzonas (Tabla 10), pero con coberturas pequeñas y variables.

Con relación a la cobertura total ocupada por la vegetación (Tabla 2) tampoco se observan diferencias notables entre las dos subzonas, sin embargo, en el Sotobosque Mixto una gran extensión del suelo está ocupada por A. procumbens o bien por gramíneas mordidas y dañadas que experimentan una disminución considerable en su altura.

##### 5. EFFECTO DEL PASTOREO SOBRE LA HUMEDAD DEL SUELO.

Ya ha sido analizada la evidencia proporcionada por Lin-nartz et al (1966) y Duvall et al (1967) respecto al efecto que tiene el pastoreo sobre ciertas características físicas del suelo, principalmente en lo que se refiere a la tasa de percolación y absorción (ver Pastoreo sobre la vegetación herbácea), y que repercuten en la vegetación que dicho suelo sustenta ya que una reducción en el contenido normal de agua del suelo puede reflejar a su vez una reducción en el vigor de esa vegetación o cambios en la composición y estructura de la misma.

Aunque en este trabajo no se llevaron a cabo mediciones de la tasa de absorción y percolación, ni un análisis de textura o porosidad, se hicieron mediciones del porcentaje de humedad del suelo a 0-15 y 15-30 cm de profundidad, esperando que este punto reflejaría el tipo de textura y capacidad de retención del agua. Estos datos están concentrados en la Tabla 7 y cada muestreo refleja el promedio y la desviación standard del porcentaje de humedad de las cuatro observaciones hechas a las dos profundidades para las diferentes subzonas muestreadas.

Tanto en Octubre como en Noviembre se presentan los mayores valores promedio de humedad ya que en esos meses aún se presentan lluvias, y los valores mínimos en Enero y Febrero cuando estas han cesado. En cuanto a la variabilidad entre los valores, esta es mayor a los 0-15 sm de profundidad, ya que al ser esta la capa que está más expuesta a la lluvia y la humedad ambiental así como a la desecación, es lógico pensar que presente mayores fluctuaciones de humedad que a una profundidad mayor donde el agua que ya ha sido absorbida se reparte por todo el perfil del suelo de forma uniforme.

Como estos datos unicamente reflejan diferencias y semejanzas entre medias y la desviación standard de la humedad del suelo, se llevó a cabo un Análisis de Varianza que permitiera observar diferencias de humedad "entre" y "dentro" de cada subzona.

El resultado de este análisis se presenta en la Tabla 8 donde se observa que unicamente en las muestras de Enero y Febrero hay diferencias significativas entre subzonas.

Si bien este análisis establece diferencias de humedad entre subzonas en Enero y Febrero, no aclara las diferencias entre sitios. Para ello se realizó la prueba de Duncan (Duncan 1955) cuyos datos están concentrados en las Tablas 9 (a),(b).

Tabla 7. Cuadro de concentración de datos del porcentaje de humedad, obtenido a partir de los 4 muestreos de suelo a 15 y 30 cm de profundidad para todas las subzonas.

	Profundidad (cm)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)		Zona de Tuzas		Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)		Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. tridactyla</u> <u>F. hephaestophila</u>		Pradera de Alchemilla		Sotobosque "ixto"	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S
Octubre	15	48.90	14.97	42.0	4.35	45.89	7.09	44.91	3.75	46.40	1.98	44.48	2.83
	30	43.01	4.80	40.51	1.30	42.47	3.63	43.80	1.89	46.85	2.84	42.64	2.81
Noviembre	15	48.10	7.47	45.80	4.90	54.47	9.30	53.88	1.03	54.11	5.64	52.22	2.64
	30	47.0	4.52	41.28	3.11	48.07	5.85	48.16	4.99	52.28	4.66	44.04	3.84
Enero	15	35.67	2.49	32.43	3.27	38.34	4.82	34.88	4.68	43.03	2.22	37.34	1.48
	30	34.71	3.98	34.20	1.49	37.44	4.16	34.43	3.96	43.55	2.06	37.66	1.86
Febrero	15	33.49	4.38	30.08	3.69	36.15	2.25	35.26	3.19	41.36	4.29	40.59	4.18
	30	34.44	3.36	33.98	1.54	35.97	3.92	33.67	4.82	41.18	3.73	40.16	2.24

Tabla 8. Análisis de Varianza de las muestras de suelo a 15 y 30 cm de profundidad para todas las subzonas.  
 ++ F experimental > F tablas al 1.0 %  
 + F experimental > F tablas al 5.0 %

F	Octubre	Noviembre	Enero	Febrero
15 cm	1.31	1.53	4.53 ++	5.23 ++
30 cm	1.65	2.73	5.15 ++	3.68 +



Tabla 9. (a),(b) Prueba de Duncan para las muestras de Enero y Febrero en las diferentes subzonas muestreadas (% humedad).

+ 15 cm de profundidad  
 ++ 30 cm de profundidad

(a) Enero

	32.43%	34.88%	35.67%	37.34%	38.35%	43.03%					
+	<table border="1"> <tr> <td>Zona de Tuzas</td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u></td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)</td> <td>Sotobosque  Mixto</td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)</td> <td>Pradera de Alchemilla</td> </tr> </table>				Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u>	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)	Sotobosque  Mixto	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)	Pradera de Alchemilla	
Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u>	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)	Sotobosque  Mixto	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)	Pradera de Alchemilla						
++	34.21%	34.43%	34.58%	37.45%	37.66%	43.55%					
	<table border="1"> <tr> <td>Zona de Tuzas</td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u></td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)</td> <td>Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)</td> <td>Sotobosque  Mixto</td> <td>Pradera de Alchemilla</td> </tr> </table>				Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u>	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)	Sotobosque  Mixto	Pradera de Alchemilla	
Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>M.macrourea</u> <u>F.hephaestophila</u>	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal <u>M.guadridentata</u> <u>F.hephaestophila</u> (libre)	Sotobosque  Mixto	Pradera de Alchemilla						

(b) Febrero

30.09%

35.27%

33.49%

36.15%

40.60%

41.37%

Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Sotobosque Mixto	Pradera de Alchemilla
---------------	---	--	---	------------------	-----------------------

33.67%

33.98%

34.44%

35.57%

40.16%

41.18%

++ Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>M. macrooura</u> <u>F. hephaestophila</u>	Zona de Tuzas	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (excluido)	Zacatonal <u>M. quadridentata</u> <u>F. hephaestophila</u> (libre)	Sotobosque Mixto	Pradera de Alchemilla
--	---------------	--	---	------------------	-----------------------

En estas tablas se observa el incremento de humedad por subzona así como los valores promedio para cada una de ellas. Así mismo se han "agrupado" las subzonas que presentan una humedad semejante y se comparan con las demás. De esta forma tenemos dos grupos, uno formado por las subzonas de menor humedad que en general corresponden a la Zona de Tuzas, el Zacatonal de M.quadridentata-M.macroura-F.hephaestophila, los Zacatonales de M.quadridentata-F.hephaestophila excluido y libre y en ocasiones el Sotobosque Mixto, y el otro formado consistentemente por la Pradera de Alchemilla y en ocasiones el Sotobosque Mixto, y que corresponden al grupo de mayor humedad.

De esta forma las subzonas excluidas presentan una menor humedad que las que están siendo pastoreadas y de acuerdo a lo establecido por Linnartz et al (1966) y Duvall et al (1967) esto resulta contradictorio, ya que por lo general las áreas pastoreadas por estar más compactadas por el pisoteo absorben menor humedad. Así mismo, si observamos los datos de la Tabla 7, la humedad aún es mayor en las subzonas libres que en las excluidas.

Puesto que varios son los factores que pueden estar afectando la humedad del suelo (un dosel arbóreo muy cerrado, ciertas perturbaciones en el suelo, la estructura de la vegetación o una combinación de ellas) es necesario tenerlos en consideración ya que podrían ayudar a entender los cambios de humedad en el área de estudio.

Si vemos las Tablas 9 (a), (b) la Pradera de Alchemilla y el Sotobosque Mixto son los dos sitios que presentan la mayor humedad del suelo a pesar de que la pradera prácticamente carece de un dosel arbóreo, y en el Sotobosque este es bastante denso.

Aunque los valores de humedad de las demás subzonas no di

fieren mucho entre si, y son menores que los encontrados en la Pradera de Alchemilla y el Sotobosque Mixto, las áreas ocupadas por el dosel arbóreo si son variables, ya que en ocasiones se encuentran áreas con un dosel muy escaso como en el Zacatonal de M.quadridentata-F.hephaestophila (libre), y otras relativamente densas como en el Zacatonal de M.quadridentata-F.hephaestophila (excluido) y el Zacatonal de M.quadridentata-M.macroura-F.hephaestophila, por lo que no aparece claro el efecto que tiene el dosel sobre esta menor humedad del suelo.

Ahora, si se considera la estructura de la vegetación se podría pensar que la mayor humedad de la Pradera de Alchemilla es debida a la presencia de una vegetación mucho mayor uniforme, ya que practicamente está constituida por plantas arrosetas o rastreras, bastante compactas entre si y de una altura semejante, casi rasante, por lo que esa mayor compactación en la vegetación puede estar ayudando a una menor evaporación en la pradera.

El caso contrario lo encontraríamos en los zacatonales, puesto que su estructura es más variable debido a la presencia de latifoliadas y gramíneas con alturas variables, y si pensamos que se presenta una mayor transpiración debido a esa vegetación vigorosa, es posible que esto ocasione mayores pérdidas de humedad en el suelo, aún cuando hay zonas con una cobertura arbórea relativamente densa (Fig.8).

La Zona de Tuzas casi invariablemente es la que presenta la menor humedad de todas las subzonas, pero si se hace mención nuevamente a su estructura, se podría pensar que la continua remoción de tierra, constantemente está ocasionando pérdidas en la humedad del suelo.

De esta forma no es posible establecer claramente cuales son los factores que están actuando sobre la humedad del suelo,

ya que las diferencias encontradas no son muy sólidas para establecer si la estructura del bosque es la que define la humedad del suelo o hay otras causas.

#### 6. RELACION ENTRE LA COBERTURA DEL DOSEL Y LA VEGETACION HERBACEA EN EL AREA DE ESTUDIO.

En secciones anteriores (ver Aclareos) se ha analizado la evidencia proporcionada por numerosos autores (Tolstead 1947, Arnold 1950, 1953, Ellisen y Houston 1958, etc.) respecto a la conocida relación inversa entre la cobertura del dosel y la vegetación herbácea bajo el mismo. Estos autores hacen hincapié que bajo las máximas coberturas arbóreas (75-90%), la vegetación herbácea es muy escasa, principalmente en el caso de las gramíneas, siendo las latifoliadas las especies más favorecidas, aún cuando también estas experimentan una reducción en número y masividad.

Arnold (1950) puntualiza que el conocimiento de la reducción en la producción de gramíneas debido a un dosel muy denso es de gran importancia, ya que no se debe confundir con los efectos de un pastoreo severo, y aclara que los cambios producidos en la vegetación así como la apariencia de la misma son dos factores que pueden ayudar a diferenciar estas dos posibles causas de disminución de la productividad del Sotobosque.

Tomando como base la evidencia de los autores mencionados, se tratará de encontrar esta relación y ver los posibles efectos de dosel sobre la vegetación herbácea en el área de estudio.

Puesto que el estrato arbóreo de estos bosques presenta una estructura de edades que originan 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 co-

bertura ocupado por los diferentes individuos en toda la hectárea (Fig.8).

El establecimiento de diferentes clases de cobertura para observar los efectos del dosel es un método muy usado (Arnold 1950, 1953, Young *et al* 1967), ya que no solo permite visualizar la influencia que tiene un dosel muy abierto o muy cerrado en el establecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva, sino que además permite ver cual sería el aclareo más apropiado para tener una cubierta herbácea vigorosa.

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 11) 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 10 y 11 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 efecto del pastoreo sobre las características de la vegetación), y es muy posible que estas fluctuaciones sean debidas a condiciones

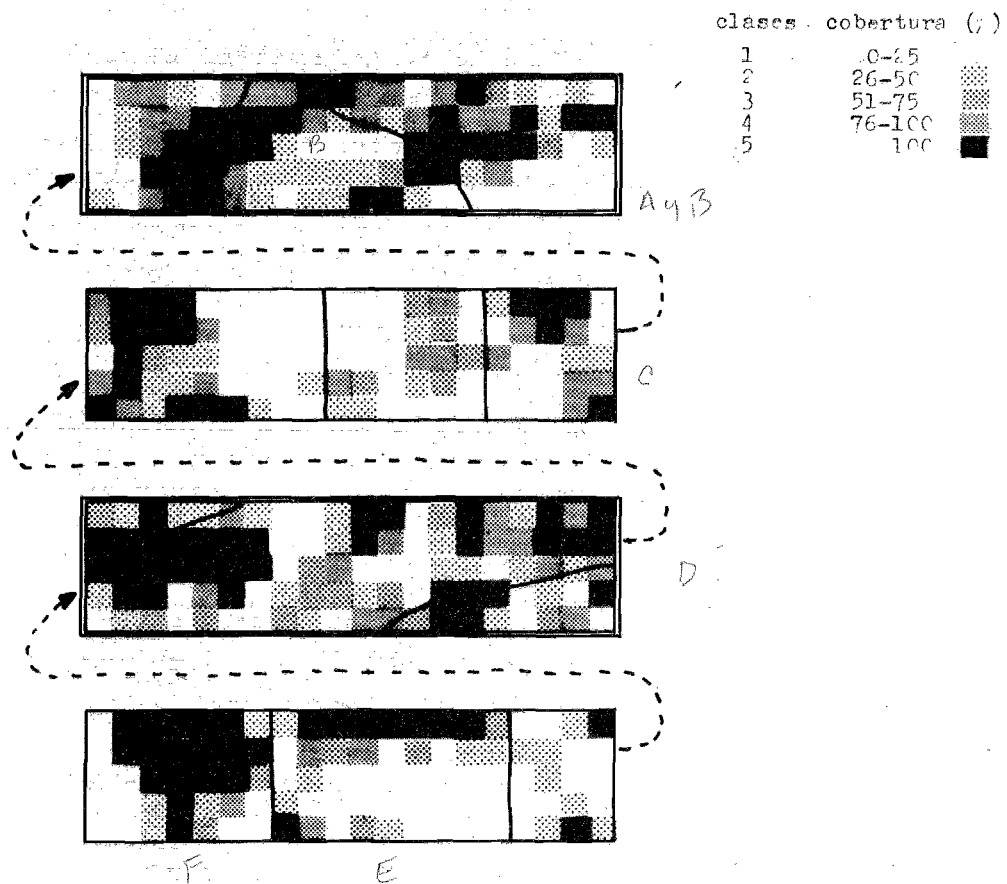


Fig. 8 Distribución de la cobertura arbórea en las 4 áreas del sitio permanente de observación.

Table 10. Cuadro de concentración de las especies herbáceas que aparecieron durante todo el año en las diferentes subzonas muestrales.

(a) anuales  
(p) perennes

	Zonotoni	Zona de Tuzas	Zonotoni	Zonotoni	Fradera de Alchemilla	Zonotoni
	M. quadridentata F. herpestifolia (excluido)		M. quadridentata F. herpestifolia (fillos)	M. quadridentata macrocarpa F. herpestifolia		Mixto
(p) Achillea millefolium	x	x	x		x	x
(p) Achaetogeron mexicanum	x	x	x		x	x
(p) Oxilichus ulsoeniensis	x	x	x		x	x
(p) Alchemilla procumbens	x	x	x		x	x
(a) Galvia punelloides	x	x	x		x	x
(p) Geranium potentillaeifolium	x	x	x		x	x
(p) Viola sp.	x	x	x		x	x
(p) Muhlenbergia quadridentata	x	x	x		x	x
(p) Muhlenbergia calcicicola	x	x	x		x	x
(p) Bertoua herpestifolia	x	x	x		x	x
(p) Bromhyosium mexicanum	x	x	x		x	x
(a) Eragrostium pinnoccephalum	x	x	x		x	x
(p) Muhlenbergia macrocarpa	x	x	x		x	x
(p) Lactuca montana	x	x	x		x	x
(a) Gnaphalium cf serratosum	x	x	x		x	x
(a) Anemone thompsonii	x	x	x		x	x
(a) Trifolium arbutifolia	x	x	x		x	x
(p) Silene triplinaria	x	x	x		x	x
(a) Poa annua	x	x	x		x	x
(p) Brunella vulgaris	x	x	x		x	x
(p) Lithospermum sp.	x	x	x		x	x
(p) Senecio cinerarioides	x	x	x		x	x
(a) Stachys repens	x	x	x		x	x
(a) Cerastium brachypodium	x	x	x		x	x
(a) Gnaphalium cf popocatepecianum	x	x	x		x	x
(p) Bryonia anoralis	x	x	x		x	x
(a) Astragalus scotoni	x	x	x		x	x
(p) Phacelia platycarpa	x	x	x		x	x
(p) Helenium intergrifolium	x	x	x		x	x
(p) Plantago australis	x	x	x		x	x
(p) Corniflora alpestris	x	x	x		x	x
(p) Oxalis sp.	x	x	x		x	x
(p) Potentilla cf ranunculoides	x	x	x		x	x
(p) Rumex acetosella	x	x	x		x	x
(p) Ranunculaceae	x	x	x		x	x
(a) Anemone cf repens	x	x	x		x	x
(a) Potentilla cf heratocrus	x	x	x		x	x
(p) Eriogonum monocepalum	x	x	x		x	x
(p) Stenanthium frigidum	x	x	x		x	x
(p) Ranunculus cf petiolaris	x	x	x		x	x
(p) Eryngium carlinae	x	x	x		x	x
Gramineae (?)	x	x	x		x	x
(a) Onostyleja sp.	x	x	x		x	x
(p) Vaccinium geminiflorum	x	x	x		x	x



	Zuculonal W. quadridentata F. herpaeostophila (excluido)	Zona de Tuzas	Zuculonal W. quadridentata F. herpaeostophila (156a)	Zuculonal W. quadridentata F. seroura F. herpaeostophila	Pradera de Alchermilla	Potobesque Vixto
(a) Gnaphalium sp			x			x
(p) Penstemon gentianoides		x				x
(a) Hieracium sp					x	x
Achastogeron (1)			x	x		
Coriza sp	x					
Muhlenbergia sp	x					
Pestuca amplissima	x					
Gramineae (1)	x					
35	x					
(a) Sabazia humilis		x				
(a) Taraxacum officinale			x			
Achastogeron (2)			x			
(a) Haplopappus stoloniferus			x			
79			x			
Arenaria sp				x		
(p) Tauschia sp				x		
(a) Potentilla candidans					x	

Tabla II. Cuadro de concentración de las especies herbáceas que apar-  
cieron durante todo el año bajo las diferentes clases de co-  
bertura en los diferentes subzonas muestreadas.

	clase 1 (0-25%)	clase 2 (26-50%)	clase 3 (51-75%)	clase 4 (76-100%)	clase 5 (> 100%)
(p) Alchemilla procumbens	x	x	x	x	x
(p) Achaetogeron mexicanum	x	x	x	x	x
(p) Oxilobus adscendens	x	x	x	x	x
(a) Gnaphalium cf. popocatepecianum	x	x	x	x	x
(a) Eupatorium pinocephalum	x	x	x	x	x
(a) Salvia prunelloides	x	x	x	x	x
(p) Phacelia platycarpa	x	x	x	x	x
(p) Plantago australis	x	x	x	x	x
(p) Geranium potentillaefolium	x	x	x	x	x
(e) Trifolium amabile	x	x	x	x	x
(a) Riens triplinervia	x	x	x	x	x
(p) Potentilla cf. hematocrus	x	x	x	x	x
(p) Achillea millefolium	x	x	x	x	x
(e) Gnaphalium cf. sarmentosum	x	x	x	x	x
(a) Astragalus seatonii	x	x	x	x	x
(p) Lupinus montanus	x	x	x	x	x
(p) Lithospermum sp.	x	x	x	x	x
(p) Helenium intergrifolium	x	x	x	x	x
(p) Tryngium monocephalum	x	x	x	x	x
(a) Cerastium brachycephalum	x	x	x	x	x
(p) Commelina alpestris	x	x	x	x	x
(p) Oxalis sp.	x	x	x	x	x
(p) Ranunculus cf. petiolaris	x	x	x	x	x
(p) Frunella vulgaris	x	x	x	x	x
(p) Viola sp.	x	x	x	x	x
(p) Rumex acetosella	x	x	x	x	x
(a) Stachys repens	x	x	x	x	x
(p) Potentilla cf. ranunculoides	x	x	x	x	x
(p) Stenanthium frigidum	x	x	x	x	x
(a) Arenaria bourgei	x	x	x	x	x
(p) Festuca hephaestophila	x	x	x	x	x
(p) Muhlenbergia calicicola	x	x	x	x	x
(p) Muhlenbergia macpura	x	x	x	x	x
(p) Muhlenbergia quadridentata	x	x	x	x	x
(p) Brachypodium mexicanum	x	x	x	x	x
(a) Poa annua	x	x	x	x	x
(a) Gnaphalium sp.	x	x	x	x	
(p) Potentilla canadensis	x	x	x	x	
(p) Tryngium carlinae	x	x	x	x	
(p) Brodiaea anabalus	x	x	x		x
(p) Senecio cinerarioides	x	x		x	x
Caryophyllaceae	x	x		x	x
(p) Vaccinium geminiflorum	x	x		x	x
(p) Penstemon gentianoides	x	x		x	x
(a) Castilleja sp.	x	x		x	x
(a) Hieracium sp.	x		x		
(a) Arenaria cf. repens	x				x
(a) Taraxacum officinale	x				x
(a) Sabazia humilis		x			x
(a) Coniza sp.	x				

	class 1 (0-25 <sub>r</sub> )	class 2 (26-50 <sub>r</sub> )	class 3 (51-75 <sub>r</sub> )	class 4 (76-100 <sub>r</sub> )	class 5 (>100 <sub>r</sub> )
Achaetogeron sp (1)	x				
Gramineae (1)	x				
(a) Tauschia sp	x				
Arenaria sp					
39			x		
Achaetogeron sp (2)			x		
Gramineae (2)			x		
Muhlenbergia sp			x		
79					x
Festuca amplissima					x
(a) Haplopappus stoloniferus					x

de exclusión y pastoreo más que a 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.macrourea-F.hephaestophila que presentan áreas con una cobertura mayor al 100% (Fig.8).

De esta forma no fue posible encontrar alguna relación 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 planta se encontraron creciendo en forma igualmente vigorosa bajo las mismas condiciones luminosas.

#### 7. COMPARACION FLORISTICA CON OTROS BOSQUES DE CONIFERAS.

Se ha considerado conveniente comparar los datos florísticos obtenidos en éste 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 Lang (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 que sustenta, tomando en cuenta un gradiente altitudinal entre los 2640-3650 m.s.n.m. que comprende varias asociaciones vegetales arbóreas.

Si se compara la vegetación registrada por Anaya-Lang en el bosque de P.hartwegii a 3090 y 3650 m.s.n.m. con la del sotobosque del presente trabajo, tenemos que A.procumbens, Geranium potentillaefolium, Lupinus montanus, Penstemon gentianoides, Haplopappus stoloniferus, Stenanthium frigidum y Muhlenbergia macroura son las mismas especies registradas en éste trabajo a los 3300 m.s.n.m. (Tabla 10). 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 m.s.n.m. en el Popocatepetl e Iztacihuatl.

Puesto que el área de estudio de este trabajo se encuentra a una altitud de 3000 m.s.n.m., no es posible hacer una verdadera comparación con el trabajo de Beaman (op. cit.), ya que prácticamente él estudió la pradera alpina. Sin embargo encontró que a los 3700-3800 m.s.n.m. 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) llevado a cabo en el declive oriental del Iztaccihuatl, en el cual estudia las relaciones fitoecológicas de cuatro asociaciones vegetales arbóreas en un gradiente altitudinal desde los 2900-3960 m.s.n.m. Estas asociaciones incluyen los bosques de Pinus montezumae, P.ayacahuite var. veitchii, Abies religiosa y P. harwegii. 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 en el caso de los géneros Alchemilla, Penstemon, Potentilla, Gnaphalium y otros.

En cuanto a las similitudes florísticas entre el sotobosque de P.hartwegii estudiado por May Nah (op. cit.) a los 3400-3600 m.s.n.m. 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, M.quadridentata, M.macrourea, Oxylobus adscendens, Penstemon gentianoides, Phacelia platycarpa, Poa annua, Potentilla hematochrus, P. ranunculoides, Rumex acetosella y Vaccinium geminiflorum (Tabla 10).

Por lo expuesto en párrafos anteriores se observan afinidades florísticas a nivel específico entre el sotobosque de nuestro estudio y el estudiado por otros autores en los bosques de P.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 un análisis detallado a este respecto.

## 8. ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA CONTINUACION DEL PRESENTE TRABAJO.

Como se ha visto en el desarrollo de este trabajo, el objetivo principal consistió en la caracterización del sotobosque de Pinus hartwegii y su relación con los efectos que produce el pastoreo, la remoción del suelo por tuzas y los efectos del dosel arbóreo sobre la vegetación herbácea.

Los cambios en la vegetación que se observaron durante el año, solo constituyen el inicio del estudio sucesional comparativo (en condiciones de exclusión y pastoreo), ya que para ello se requiere de una mayor número de años de estudio que aclararían las tendencias sucesionales de esta vegetación, debido a la lentitud de este proceso en las condiciones ambientales de la zona.

Sin embargo, se puede hacer otro tipo de observaciones más inmediatas tendientes a estudiar los efectos del pastoreo, y que incluyen mediciones de la productividad del sotobosque.

Si bien se esbozó que ciertas especies parecen ser particularmente agradables al ganado debido a la incidencia tan grande que tienen sobre ellas, y a pesar de que las mediciones de cobertura reflejan variaciones contrastantes entre las áreas libres y excluidas, esto no es suficiente para conocer el grado en que están siendo utilizadas y mucho menos biológica y económicamente conveniente un manejo conjunto del ganado con la producción de madera.

Puesto que la incidencia animal no se restringe únicamente a las gramíneas palatables, sino que los brotes y árboles jóvenes de pino también se ven seriamente dañados, es necesario iniciar un estudio tendiente a cuantificar este efecto. Numerosos autores (Biswell y Hoover 1945, Maki y Mann 1951, Williams 1955, Ross et al 1970, Boyer 1967 y Pearson et al 1971)

brindan evidencia sobre los efectos devastadores que tiene el ganado en la regeneración de los bosques de coníferas. En general, coinciden en que los mayores daños se presentan en el momento del establecimiento de las plántulas o en individuos jóvenes que no han alcanzado una talla mayor a los dos metros de altura, donde se registran las mayores mortandades a parte de los daños ocasionados al suelo y que dificultan el crecimiento de los árboles. 4

Uno de los efectos más notorios es el daño a las yemas terminales debido a un continuo mordisqueo (Maki y Mann 1951) que ocasiona retardos en el crecimiento así como deformaciones en los individuos sobrevivientes. Esto es de suma importancia ya que no solo se afecta la regeneración de los pinos (u otras coníferas) por la presencia de individuos dañados, sino que también se ve disminuida la habilidad competitiva de estas plántulas en comparación con latifoliadas y gramíneas (Williams 1955), y más aún en el caso de bosques que soportan una vegetación herbácea vigorosa como es el caso de P.hartwegii, donde es importante la velocidad con que emergen las plántulas de esa vegetación constituida en su mayoría por gramíneas.

Como se ha dicho, una alta mortandad de individuos y una reducción en su crecimiento son expresiones típicas de bosques pastoreados, y puesto que los bosques de P.hartwegii son unos de los más perturbados por pastoreo, fuego y talas (Madrigal 1964), es conveniente empezar a estudiar estos efectos en forma detallada y cuantificada, ya que se carece de información al respecto en nuestro país. Puesto que grandes extensiones del territorio nacional son zonas boscosas con gran incidencia de ganado en donde el "manejo" del mismo es bastante deficiente en una gran mayoría de casos, es clara la importancia que esto tiene, no solo biológica sino también económicamente, ya que son bosques maderables.



Otro de los problemas por abordar es lo concerniente al efecto que tienen las poblaciones de tuzas en el establecimiento de la vegetación, ya que se encuentran ampliamente distribuidas por toda el área.

Así mismo es necesario un estudio más detallado del efecto que tiene la densidad del dosel sobre la vegetación herbácea y aún sobre la regeneración de pino, ya que en estadios de plántula la regeneración bajo un dosel denso es muy difícil (Pearson 1930, Tolstead 1947, Wahlenberg 1948) y la competencia en bosques maduros es severa (Tolstead op. cit.).

Puesto que estos factores se encuentran interactuando en el bosque de P.hartwegii, es necesario tener un conocimiento más detallado de los mismos que permita conocer si es posible el manejo conjunto del ganado y la producción de madera, ya que son dos recursos sumamente apreciados en esa zona.

CONCLUSIONES

A P E N D I C E

Lista Florística de la Vegetación Herbácea  
(acomodada por orden alfabético)

ERYOPHYTA

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.

Caryophyllaceae

COMPOSITAE

Achaetogeron mexicanum (Gray) de Long.

Achaetogeron sp

Achillea millefolium L.

Bidens triplinervia H.B.K.

Conyza sp ?

Eupatorium pinocephalum Less.

Gnaphalium cf popocatepecianum Sch. Bip.

Gnaphalium sf sarmentosum Klatt.

Gnaphalium sp

Haplopappus stoloniferus D.C.

Helenium intergrifolium Benth et Hook.

Hieracium sp

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

Sabazia humilis Cass.

Senecio cinerarioides H.B.K.

Taraxacum officinale Weber.

COMMELINACEAE

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 annua 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 seatonii 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 RosePotentilla candicans H. et B.Potentilla cf hematochrus LehmPotentilla cf ranunculoides H.B.K.

## SCROPHULARIACEAE

Castilleja spPenstemon gentianoides Don.

## UMBELLIFERAE

Eryngium carlinae Delar.Eryngium monocephalum Cav.Tauschia sp

## VIOLACEAE

Viola sp

BIBLIOGRAFIA

Abbott, H.G. 1961. White pine seed consumption by small mammals. J. For., 59(3): 197-201.

Anaya Lang, A. L. 1962. Estudio de las relaciones entre la vegetación forestal, el suelo y algunos factores climáticos en 6 sitios del declive occidental del Iztaccihuatl. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. 74 pp.

Arbogast, C.Jr. y Heinselman, M.L. 1950. Damage to natural reproduction by deer browsing. Tech. Notes Lake St. For. Exp. Sta. No. 332. 1 p.

Arkin, H. y Raymond, R.C. 1962. Tables for statisticians. Barnes and Noble, New York. 168 pp.

\_\_\_\_\_. 1970. Statistical methods. Barnes and Noble, New York. 344 pp.

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., Martin, P. y Tietjen, H.P. 1970. Pocket gopher control on Oregon ponderosa pine plantations. J. For., 68(7): 433-435.

Beaman, H.J. 1962. The timberlines of Iztaccihuatl and Popocatepetl, México. Ecology, 43(3): 377-385.

\_\_\_\_\_. 1965. A preliminary ecological study of the alpine flora of Popocatepetl and Iztaccihuatl. Bol. Soc. Bot. Mex., 29: 63-75.

Bennet, F.A. y Halls, L.R. 1954. The effect of grazing on slash pine seedlings survival. Res. Note Southeast. For. Exp. Sta. No. 58. 2pp.

Biswell, H.H. y Hoover, H.D. 1945. Appalachian hardwood trees browsed by cattle. J. For., 43: 675-676.

Black, C.H.; Dimock II, E.J.; Dodge, W.E. y Lawrence, W.H. 1969. Survey of animal damage on forest plantation in Oregon and Washington. Wildlife Mgmt. Inst., Wire Building, Washington D.C. 21 pp.

Boyer, W.D. 1967. Grazing hampers development of longleaf pine seedlings in southwest Alabama, J. For., 65(5): 336-338.



- Ruell, M.F. y Cantlon, J.E. 1950. A study of two communities of the New Jersey pine barrens and a comparison of methods. Ecology, 31: 567-586.
- Burgos, M.F. y Caballero, D.M. 1973. El inventario forestal - continuo en la Unidad Industrial Forestal de San Rafael (primera memoria). Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Un. Ind. Expl. For. Sn. Rafael, México. Boletín No. 3, 132 pp.
- Cain, S.A. y Castro, O.M. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper and Broth., New York. 325 pp.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. J. For., 39: 388-394.
- Cattle injury to planted pines. 1959-1960. Ext. from Rep. -- Stheast. For. Exp. Sta. 65-69.
- Cayford, J.H. y Haig, R.A. 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 pp.
- \_\_\_\_\_ y Shelford, V.E. 1939. Bio-ecology. John Wiley and Sons, New York. 425 pp.
- Connell, J.H. 1970. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. Proc. Adv. Study Inst. Dynamics Numbers Popul. - 298-312.
- Costello, D.F. y Turner, G.T. 1941. Vegetation changes following exclusion of livestock from grazed ranges. J. For., 39: - 310-315.
- Cottam, G.; Curtis, J.T. y Wilde, H.B. 1953. Some sampling - characteristics of a population of randomly dispersed individuals. Ecology, 34: 741-757.
- \_\_\_\_\_ 1962. Plant ecology work book. Burgess Publ., Minn. 193 pp.
- Cox, G.W. 1972. "Laboratory Manual of General Ecology". WMC.- Brown Co. Publ., Iowa, 195 pp.
- Cruz Pérez, L.M. 1974. Manual de laboratorio de ecología vegetal: Universidad de El Salvador, Sn. Salvador. 144 pp.
- Curtis, J.T. y McIntosh, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and syntetic phytosociological characters. Ecology, 31: 434-455.

- Dingle, R.Wn. 1956. Pocket gophers as a cause of mortality in eastern Washington pine plantations. J. For., 54(12): 832-835.
- Domínguez R.V. 1975. Estudios ecológicos del volcán Popocatepetl, Edo. de México. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. 124 pp.
- Drury, H.W. y Nisbet, I.C.T. 1973. Succession. J. Arn. Arb. - 54(3): 351-364.
- Duvall, V.L. 1962. Burning and grazing increase herbage on slender bluestem range. J. Range Mgmt., 15: 14-16.
- \_\_\_\_\_ y Linnartz, N.E. 1967. Influences of grazing and fire on vegetation and soil of longleaf pine-bluestem range. - J. Range Mgmt., 20: 241-247.
- Ehrenreich, J.H. y Crosby, J.S. 1960. Herbage production is related to hardwood crown cover. J. For. 58(7): 564-565.
- Ellison, L. y Houston, W.R. 1958. Production of herbaceous vegetation in openings and under canopies of western aspen. - Ecology, 39(2): 337-346.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Inst. Geog. Mex. U.N.A.M. 246 pp.
- Gardner, J.L. y Hubbell, D.S. 1943. Some vegetational responses after eight years of protection from grazing. Ecology, 24: 409-410.
- Garzón, R.G.J. y Flores, R.L. 1976. Tabla normal de productividad para Pinus hartwegii Lindl. de la estación experimental forestal de Zoquiapan, Depto. de Bosques, ENA. Chapingo, México.
- Gómez, G.A. 1973. Ecología del pastizal de Bouteloua chasei. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 90 pp.
- Gómez, P.A. 1961. La vegetación de México. Bol. Soc. Bot. Mex., 29: 76-101.
- González, H.M. y Campbell, R.S. 1973. Rendimiento del pastizal. Pax, México. 354 pp.
- Greig-Smith, M.A. 1964. Quantitative plant ecology. Butterworths, London. 256 pp.
- Haberland, F.P. y Wilde, S.A. 1961. Influence of thinning of red pine plantation on soil. Ecology, 42(3): 584-586.

- Halls, L.K. y Schuster, J.L. 1965. Tree-herbage relations in pine-hardwood forest of Texas. J. For., 63(4): 282-283.
- Harper, J.L. 1969. The role of predation in vegetation diversity. Brookhaven Symposia in Biology. No. 22: 48-62.
- \_\_\_\_\_ y White, L. 1974. The demography of plants. Annual Rev. of Ecol. and Syst. 5: 419-463.
- Harvey, M.J. y Packard, R.L. 1967. Cotton rats fail to damage southern pine seedlings. J. For., 65(7): 495-497.
- Hermann, R.K. y Thomas, H.A. 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. Annual Rev. of Ecol. and Syst. 2: 115-125.
- Hunt, E.V.Jr. 1968. How serious is rabbit damage on loblolly-pine seedlings. J. For., 66(11): 853.
- Jallog, 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.
- Jenkins, D. y Heinrich III P.R. 1969. A successful case-history reconciling forestry and red deer management. Forestry, 42(1): 21-27.
- Jokela, J.J. y Lorenz, R.W. 1959. Mouse injury to forest planting in the prairie region of Illinois. J. For., 57(1): 21-25.
- Julander, O. 1955. Deer and cattle range relations in Utah. For. Sci., 1(2): 130-139.
- Keplac, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Depto. de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. Chapingo, México. 365 pp.
- Lawrence, G.H.M. 1951. Taxonomy of vascular plants. The Macmillan Co., New York. 823 pp.
- Lemon, P.C. 1946. Prescribed burning in relation to grazing in the longleaf-slash pine type. J. For., 44(2): 115-117.
- Lindsey, A.A. 1955. Testing the line-strip method against full tallies in diverse forest types. Ecology, 36: 485-494.
- Linnartz, N.E.; Hse, C.Y. y Duvall, V.L. 1966. Grazing impacts physical properties of a forest soil in central Louisiana. J. For., 64(4): 239-243.

Litterfield, E.W.; Schoemaker, W.J. y Cook, B.D. 1946. Field-mouse damage to coniferous plantations. J. For., 44(10): 745--749.

Madrigal, X.S. 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 pp.

Waki, T.E. y Mann, W.F.Jr. 1951. Some effects of sheep grazing on longleaf pine. J. For., 49(4): 278-281.

May, N.A. 1971. Estudio fitoecológico del campo experimental-forestal San Juan Tetla, Edo. de Puebla, México. Tesis Profesional. Escuela Nal. de Ciencias Biológicas. I.P.N. 130 pp.

McCullough, J.W. 1952. Deer or timber?. Penn. Game News. 23 - (6): 30,35.

Weyer, J.H.; Lofgreen, G.L. y Hull, J.L. 1957. Selective grazing by sheep and cattle. J. Animal Sci., 116: 766-772.

Milner, C. y Hughes, R.E. 1968. Methods for the measurement of the primary production of grassland. IBP Handbook No. 6, - 70 pp.

Mobley, H.E. 1974. Fire-its impact on the environment. J. For., 72(7): 414-417.

Neils, G.; Adams, L. y Blair, R.M. 1956. Management of white-tailed deer and ponderosa pine. J. For., 54(4): 238-242.

Oosting, H.J. 1958. The study of plant communities. Freeman - and Co., Sn. Pco. 440 pp.

Patric, E.F. y Webb, W.L. 1954. A preliminary report on intensive beaver management. J. For., 52(1): 31-32.

Pearson, H.A.; Whitaker, L.B. y Duvall, V.L. 1971. Slash pine regeneration under regulated grazing. J. For., 69: 744-746.

\_\_\_\_\_. 1974. Yearlong grazing of slash pine ranges: effects on herbage and browse. J. Range Mgmt., - 27(3): 195-197.

\_\_\_\_\_. Sternitzke, H.S. 1974. Forest-range inventory: a multiple use survey. J. Range Mgmt., 27(5): 404-407.

Pengelly, W.L. 1963. Timberlands and deer in the northern Rockies. J. For., 61(10): 734-740.

Poore, M.E.D. 1962. The method of successive approximation in descriptive ecology. Advances in ecological research. Vol. 1: 35-66.

- Proyecto General de Ordenación Forestal. 1965. Dirección Técnica Forestal. San Rafael, México. Tomo I, 274 pp.
- Rey, J.A. 1975. Estudio de suelos de la estación de enseñanza, investigación y servicios forestales de Zoquiapan. Depto. de Bosques, Área de Ingeniería. Chapingo, México. 43 pp.
- Rodríguez, B.D. 1975. Descripción general del área de Zoquiapan. Mimeografiado inédito. Depto. de Bosques, Área de Ingeniería. Chapingo, México.
- Ross, B.A., Bray, R.J. y Marshall, W.H. 1970. Effects of long-term deer exclusion on a Pinus resinosa forest in north central Minnesota. Ecology, 51(6): 1088-1093.
- Sánchez, O. 1976. La flora del valle de México. Herrero, México. 519 pp.
- Sartz, R.S. 1970. Mouse damage to young plantations in southwestern Wisconsin. J. For., 68 (2): 88-89.
- Sarukhán, K.J. 1964. Estudio de la sucesión en un área talada en Tuxtepec, Oax. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. 104 pp.
1968. Análisis sinecológico de las selvas de Terminalia amazonia en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapingo, México. 300 pp.
- Sassaman, R.W. y Fight, R.D. 1975. A tool for estimating the financial returns on forage grasses seeded in thinned ponderosa pine. J. Range Mgmt., 28(3): 185-189.
- Sheep damage to longleaf pine seedlings. 1947. Sth. Lumberm. p. 125.
- Slatyer, R.O. 1967. Plant-water relationships. Academic Press, London. 366 pp.
- Sokal, R. y Rohlf, J.L. 1969. Biometry. W.H. Freeman and Co. 776 pp.
- Sternitzke, H.S. y Pearson, H.A. 1965. Forest range resources of southwest Louisiana. J. Range Mgmt., 28(4): 264-266.
- Staebler, G.R., Lauterbach, P. y Moore, A.W. 1954. Effect of animal damage on a young coniferous plantation in southwest Washington. J. For., 52(10): 730-733.
- Standley, C. 1955. Flora of Guatemala. Chicago Nat.His.Mus. Vol. 24(2).
- Tierson, W.C., Patric, E.F. y Behrend, D.F. 1966. Influence of white-tailed deer on logged northern hardwood forest. J.

For., 64 (12): 801-805.

Tolstead, W.L. 1947. Woodland in northwestern Nebraska. Ecology, 28(2): 180-188.

Vela, G.L. 1976. Contribución a la ecología de Pinus patula - Schlecht et Cham. Tesis Prof. I.P.N., México. 171 pp.

Vlasis, J., Diswell, H.H. y Schultz, A.W. 1955. Effects of prescribed burning on soil fertility in second growth ponderosa pine. J. For., 53(12): 905-909.

Wahlenberg, W.G. 1935. Effect of fire and grazing on soil properties and the natural reproduction of longleaf pine. J. For., 33: 331-337.

\_\_\_\_\_ 1948. Effect of forest shade and openings on loblolly pine seedlings. J. For., 46(11): 832-834.

Whittaker, R.H. 1975. Communities and ecosystems. MacWillan - Publ. Co., New York. 385 pp.

Wilde, S.A. 1954. Floristic analysis of ground cover vegetation by a rapid chain method. J. For., 52: 499-502.

Williams, R.W.M. 1955. Study of deer fencing and changes induced in vegetation-Alton Valley, New Zealand. J. For., 7(2): 56-62.

Wilson, E.O. y Bossert, W.H. 1971. A primer of population biology. Sinauer Ass. Inc. Publ., Massachusetts. 192 pp.

Young, J.A., Hedrick, D.W. y Keniston, R.F. 1967. Forest cover and logging-herbage and browse production in the mixed coniferous forest of northeastern Oregon. J. For., 65(11): 807-813.

\_\_\_\_\_ McArthur, J.A.B. y Hedrick, D.W. 1967. Forage utilization in a mixed-coniferous forest of northeastern Oregon. J. For., 65(6): 391-393.