

CIENCIA FORESTAL

en México

ISSN 0185-2418

REV. CIEN. FOR. EN MEX. VOL. 15. NÚM. 67. 114 P. MÉXICO, D.F. ENE-JUN 1990



DIVISIÓN FORESTAL
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS

La Revista **Ciencia Forestal en México**, es el órgano divulgativo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, que tiene como finalidad difundir resultados parciales o finales de las investigaciones forestales realizadas por su personal científico, existiendo la posibilidad de presentar artículos de investigadores externos, nacionales o extranjeros.

COMITÉ EDITORIAL FORESTAL.

| | |
|---|--|
| Presidente y Director de la Revista: | Ing. Carlos E. González Vicente. |
| Secretaria Técnica: | Sra. María de Jesús Barrios Núñez. |
| Vocales: | Ing. Gonzalo Novelo González. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. |
| | Dr. Daniel Piñero Dalmau. Centro de Ecología, UNAM |
| | Ing. Víctor E. Sosa Cedillo. Dirección General de Protección Forestal, SFFS, SARH. |
| | Dr. Alejandro Velázquez Martínez. Programa Forestal, Colegio de Postgraduados. |
| | Ing. Avelino B. Villa Salas. Academia Nacional de Ciencias Forestales, A.C. |
| Coordinador Editorial: | Ing. Avelino B. Villa Salas. |
| Editores: | Dr. José Daniel Garza y Rueda. Lic. Javier Sosa Cedillo. |

El Comité Editorial Forestal del INIFAP, agradece la colaboración prestada para la preparación de este número de la **Revista Ciencia Forestal en México**, a las siguientes personas:
Dr. Rafael Moreno Sánchez, Ing. Raúl Villarreal Cantón, M. Sc. Alicia E. Martínez Bautista, M. C. Cecilia Nieto de Pascual Pola, M. C. Nancy Contreras Moreno e Ing. Abel López Caballero.

Certificado de Licitud de Contenido Núm. 677

Certificado de Licitud de Título Núm. 1151

Número de la Serie Estándar Internacional (ISSN): 0185-2418

CIENCIA FORESTAL

en México

VOL. 15

ENE-JUN 1990

NÚM. 67

CONTENIDO.

| | Pag. |
|--|------|
| ÍNDICES DE RIESGO DE INCENDIO EN LA SIERRA DE TAPALPA, ESTADO DE JALISCO. Alfredo Martínez Moreno, José Germán Flores Garnica y Juan de Dios Benavides Solorio. | 3 |
| APLICACIÓN DE HERBICIDAS PARA LIBERAR LA REGENERACIÓN DE PINOS EN ÁREAS INCENDIADAS. Ignacio Vázquez Collazo, Rogelio Pérez Chávez y Ramón Pérez Chávez. | 35 |
| ELIMINACIÓN DE LA DORMICIÓN DE SEMILLAS DE CAPULÍN <i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.), MEDIANTE EL REMOJO Y SECADO. Francisco Camacho Morfín. | 63 |
| PRIMER LISTADO DE INSECTOS QUE SE ALIMENTAN DEL FOLLAJE DE CONÍFERAS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PAÍS. (COLECCIÓN Y CATÁLOGO). Ma. del Socorro Hernández Hernández. | 75 |
| ESTUDIO SOBRE PLANTAS INDICADORAS DE CALIDAD DE ESTACIÓN EN LA SIERRA DE TAPALPA, JALISCO. Raquel Arellano Arellano, Juan de Dios Benavides Solorio y Esteban Talavera Zúñiga. | 89 |
| CUERPO CONSULTIVO. | 111 |

GENERAL
FORESTAL

1911

...

...

...

...

...

ÍNDICES DE RIESGO DE INCENDIO EN LA SIERRA DE TAPALPA, ESTADO DE JALISCO.

Martínez Moreno Alfredo*
Flores Garnica José Germán*
Benavides Solorio Juan de Dios*

RESUMEN.

El presente trabajo muestra los resultados de una clasificación y ubicación de áreas de acuerdo a su riesgo de incendio. Dicho estudio se ubica en la sierra de Tapalpa, Jalisco, donde se trabajó en la toma de datos en 1988 y el procesamiento de la información en 1989, en 49 predios (agrupados en 8 conjuntos prediales), comprendidos en 8 068 hectáreas. Se muestrearon 2 900 sitios. Para la clasificación del riesgo de incendio se tomaron los parámetros siguientes: hojarasca, topografía, material combustible, vegetación, servidumbre, aprovechamientos, actividades agropecuarias y climatología.

De acuerdo a la información, se definieron tres índices de riesgo de incendio (bajo, medio y alto). Se identificaron los sitios de acuerdo a su índice de riesgo de incendio, con lo que se obtuvo la superficie y la ubicación de las áreas. Los resultados señalan que el 39.7% correspondió a un índice bajo, el 38.4% a un índice medio y el 21.8% a un índice alto.

Se concluye que las áreas que requieren de atención inmediata son los conjuntos prediales de "El Carrizal", "Las Ánimas" y "Las Piedras", debido a que sus predios presentan un alto contenido de material combustible, combinando una topografía accidentada. Se recomienda practicar quemas controladas y la remoción de material combustible.

Palabras clave: Índice, riesgo de incendio, *Pinus*.

ABSTRACT.

The present paper shows the results of a classification and ubication of areas according to their fire risk. This study took place in the Tapalpa mountains, Jalisco; the gathering of data was carried out in 1988 and the information processing in 1989, in 49 landed properties

* Ingeniero Agrónomo Especialista en Bosques, Investigador del Campo Experimental Zapopan, Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Jalisco -CIFAP-Jalisco.

(grouped in 8 sets), within 8 068 ha. In total, 2 900 sites were tested. In order to perform the classification according to the fire risk, the following parameters were considered: topography, debris, vegetation, fuels, services, litter, agricultural activities, poultry activities, and weather.

According to the information, three indexes of fire risk were assessed (i.e. low, medium and high). The sites were sorted out according their index of fire risk, thus obtaining the surface and position of each area. The results show that 39.7% corresponds to a low index, 38.4% to a medium index and 21.8% to a high index.

It is concluded that the areas which require immediate attention are the field sets of "El Carrizal", "Las Animas" and "Las Piedras", due to the fact that these areas have a high amount of flammable material, combined with a very accidented topography. It is recommended the practice of controlled burnings and the removal of flammable material.

Keywords: Index, fire risk, *Pinus*.

INTRODUCCIÓN.

Uno de los principales enemigos de los bosques son los incendios forestales, ya que en México anualmente resultan afectadas miles de hectáreas, produciéndose de 5 000 a 10 000 incendios por año. Como ejemplo se puede mencionar que de 1983 a 1987 la superficie siniestrada fue de 1 238 418 ha. con un promedio de 37 hectáreas por incendio¹.

Con el fin de disminuir este tipo de siniestros, es indispensable formular planes de protección adecuados. Lo que hace necesario conocer las condiciones específicas de los lugares en donde el peligro de un incendio es alto, así como la ubicación de aquellas áreas en las que estos desastres son más frecuentes. Además hay que considerar que son muchos y variados los factores que influyen en la aparición de incendios, lo que propicia que su comportamiento sea diferente en cada sitio.

Existen varias técnicas para el desarrollo de planes de prevención de incendios; una de éstas se basa en la delimitación de las zonas cuyas características naturales son favorables para la presentación de siniestros. Esta demarcación comprende factores topográficos, de clima, de vegetación, de material combustible muerto, vías de acceso y las actividades que se realizan dentro y fuera del bosque.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue clasificar y ubicar áreas en relación a su riesgo potencial a la incidencia de incendios. El trabajo se desarrolló con

¹ SARH. 1987. Incendios forestales. Resultados de la campaña de incendios 1987.

información de sitios de inventario para un manejo forestal en masas arboladas de la sierra de Tapalpa, con la finalidad de proporcionar soporte técnico para un aprovechamiento comercial, con la participación de investigadores del CIFAP-Jalisco, incluidos los autores, en los años de 1988 y 1989.

ANTECEDENTES.

La protección contra incendios forestales es una de las actividades más importantes en todos los países con recursos forestales. Los programas de protección y control de incendios se remontan a principios del siglo XX, siendo Estados Unidos el pionero en su elaboración.

Show y Clarke² mencionaron que el Servicio Forestal de Estados Unidos, con el propósito de lograr una mayor eficiencia en la prevención y lucha contra incendios, delimitó desde 1953 las zonas de acuerdo a su probabilidad de siniestros. Esta clasificación se denominó "Zonas de Incendios". Agregaron que este concepto fue una contribución muy práctica para el planeamiento de la política contra incendios. La asignación de las zonas está basada en registros, en los cuales aparecen los lugares donde se han iniciado los incendios. Asimismo, que las zonas de alta probabilidad se localizan por lo regular a lo largo de las carreteras principales, en los sitios en que se realiza una explotación maderera intensiva y donde las zonas de pastoreo están contiguas a los terrenos forestales.

Hudson y Salazar³ señalaron que la protección contra incendios en América Latina fue introducida por primera vez a los bosques de coníferas de Centroamérica en 1927. Se comenzó en el llano costero de Belice y posteriormente se continuó a la Reserva Forestal Mountain Pine Ridge, en 1943. En 1959 se inició en los llanos costeros del noroeste de Nicaragua. Todos estos programas de protección tratan exclusivamente al *Pinus caribaea*. En Honduras hasta 1964 principia la lucha contra incendios y desde 1975 hasta 1981 incorporaron a la protección más de dos millones de hectáreas de pino; todo esto a través de un programa a nivel nacional. Guatemala adoptó esta misma política en fechas recientes.

Los programas de protección en México habían sido nulos antes del siglo actual, y no es sino hasta la promulgación de la primera Ley Forestal⁴, cuando la lucha contra incendios adquiere una definición más clara. No obstante, puede decirse que es en los últimos 20 años cuando se ha logrado tener un mejor control, debido a que se han modernizado los sistemas, las herramientas y equipos; destacando el aéreo (aviones y helicópteros cisterna, principalmente). Se han definido además estrategias, programas y acciones que contemplan

² Show, S.B. y Clarke, B. 1953. La lucha contra los incendios forestales.

³ Hudson, J. y Salazar, M. 1981. Las quemadas prescritas en los pinares de Honduras.

⁴ Ley Forestal, 1926. "Diario Oficial de la Federación, 11 de febrero de 1926".

la participación directa del sector gubernamental, civil y privado, dirigidos y asesorados por los gobiernos federal y estatal. Aunado a ésto se ha fortalecido la capacitación y adiestramiento del personal de control, tanto en el sector gubernamental como en el civil.

La delimitación de zonas y la evaluación del riesgo de incendios fue aplicada por primera vez por H. T. Gisborne, *cit. pos.* Show y Clarke, de la Estación Experimental del Norte de las Montañas Rocallosas. Posteriormente este sistema fue difundido realizándose algunas modificaciones. Después de éste surge el sistema canadiense para evaluar los riesgos de incendios y determinar la forma de lucha. Éste comprende un índice numérico que contempla el peligro, la descripción del tipo de incendio y las medidas administrativas a seguir. Este índice va de 0 a 16, con los cinco rangos de peligro que se muestran en el cuadro N° 1.

| ÍNDICE NUMÉRICO | PELIGRO |
|------------------------|-----------------------|
| 0 | NINGUNO |
| 1 a 4 | PEQUEÑO |
| 5 a 8 | MODERADO |
| 9 a 12 | GRANDE |
| 13 a 16 | EXTRAORDINARIO |

Cuadro N° 1. Índice numérico de riesgo de incendio.

En 1988 Salazar y Power⁵ trabajaron en el Parque San Bernardino en el Distrito Forestal de San Jacinto en Estados Unidos, donde emplearon el cómputo y el modelaje matemático para la definición de áreas de acuerdo a su riesgo de incendio. Para esto se basaron en la utilización del sistema de información geográfica denominado GIS (Geographic Information System). Los elementos considerados dentro de este sistema son: topografía, uso del suelo, tipos de vegetación, hidrología, climatología, formas de registro de incendios, mapas con el historial de la ocurrencia de incendios, el tratamiento dado a los combustibles, sitios de muestreo y tipos de suelo.

El empleo de esta metodología constituye un gran adelanto en la batalla contra los incendios forestales, ya que ofrece diversas opciones que abarcan desde la prevención hasta el control y combate de incendios con la ventaja de brindar los resultados por computadora en forma

⁵ Salazar, L. y Power, J. 1988. GIS applications in the urban/wildland interface

rápida y precisa. Esto permite optimizar los recursos financieros y humanos en un corto plazo, con la consecuente reducción de costos.

En México la definición de índices de riesgo de incendios forestales, antes del presente trabajo, sólo había sido efectuada por Toledo⁶ en el estado de Michoacán. En su trabajo establece, en un marco estatal, la posibilidad de que surjan incendios en tres “niveles de riesgo de incendio forestal”. Estos niveles se definen con base en cinco elementos., los cuales son los siguientes: clima, vegetación, ocurrencia de fuego, fuerzas de supresión y topografía. Los grados de estos niveles son: alto, medio y bajo, el clima y la vegetación son los elementos más importantes. Por tal motivo Toledo, *op. cit.*, realiza de una manera más específica una clasificación de estos elementos, a fin de poder asignar cada uno de los niveles de riesgo.

Tomando como parámetros principales los diferentes tipos de vegetación y los tipos de climas de Köppen, modificados por García⁷, *cit. pos.* Toledo, llevó a cabo la zonificación de la ocurrencia de incendios (registro histórico), del estado de Michoacán. Este registro comprende el periodo de 1974 a 1984.

Dentro del estado de Jalisco, la Jefatura del Programa Forestal⁸, con base en la ocurrencia histórica de incendios ha establecido zonas de alto riesgo de incendios forestales.

- | |
|---|
| <p>I NORTE</p> <p>II PRIMAVERA</p> <p>III QUILA</p> <p>IV MASCOTA</p> <p>V AUTLÁN, MANATLÁN Y CACOMA</p> <p>VI TAPALPA</p> <p>VII COSTA</p> <p>VIII ATENQUIQUE</p> <p>IX TEQUILA</p> <p>X LAGOS</p> |
|---|

Cuadro No. 2. Zonas de alto riesgo de incendios forestales en el estado de Jalisco.

⁶ Toledo, M. R. 1988. Niveles de riesgo en incendios forestales.

⁷ García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen.

⁸ Jefatura del Programa Forestal en Jalisco. 1987. Resumen de la campaña de incendios forestales 1986-1987.

Estas zonas abarcan un total de 53 municipios, de las cuales las zonas II, VI y VIII son las de más alto riesgo, ya que en éstas los incendios se presentan con mayor frecuencia. No obstante esta delimitación aún no es muy precisa debido a que no consideran otros elementos, como serían la vegetación, climatología y recreación, entre los más importantes.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Situación geográfica. El área estudiada se encuentra localizada entre los meridianos 1 030 40' 15" y los 1 030 51' de longitud oeste y los paralelos 190 52' 10" y los 200 6' 50" de latitud norte⁹. Los montes que integran esta área pertenecen a los municipios de Tapalpa y Chiquilistlán.

Orografía. La zona estudiada se sitúa en el sistema montañoso denominado sierra de Tapalpa, el cual corresponde al eje volcánico transversal, que pasa por la parte sur de Jalisco. Su topografía es sumamente abrupta, con variaciones altitudinales que van desde los 1 900 hasta los 2 500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Hidrología. Existen varias corrientes permanentes en forma de arroyos y riachuelos, resaltando las siguientes: "Arroyo Las Ánimas"; "Arroyo La Estancia"; "Arroyo del Campanario"; "Arroyo del Carrizadillo"; "Arroyo la Yerbabuena"; "Arroyo del Jazmín"; "Arroyo de la Huerta"; "Arroyo de Churincio"; "Arroyo del Calabozo" y "Arroyo de la Lobera". Estas corrientes, enlazadas a otras más grandes, llegan a formar parte del río Tapalapa, que a su vez es afluente del río Tuxcacuesco, al unirse al río Ayuquilla forman el río Armería, quien finalmente desemboca en el Océano Pacífico.

Clima. De acuerdo con García, *op. cit.*, por su localización altimétrica esta región tiene la siguiente fórmula climática: **C (W1) (w) b (i) g**, que corresponde a un clima subhúmedo, las lluvias comienzan en junio para terminar en octubre, presentándose casi siempre en forma de fuertes tormentas, en ocasiones el invierno también es lluvioso. El verano es fresco, aunque se presenta canícula (sequía de medio verano), con menos de 60 de oscilación térmica, siendo mayo el mes más cálido. Se presentan heladas intensas de noviembre a marzo y en ocasiones en abril.

⁹ CETENAL, 1974. Cartas de uso del suelo, Tapalpa E-13-B-14.

| | |
|---------------------------------------|-----------------|
| Temperatura mínima | 9.10 °C |
| Temperatura máxima | 24.30 °C |
| Temperatura media | 16.60 °C |
| Oscilación térmica | 6 grados |
| Horas frío | 284.4 |
| Precipitación pluvial media | 883.1 mm. |
| Precipitación pluvial máxima | 1 315.2 mm. |
| Precipitación pluvial mínima | 536.2 mm. |
| Precipitación del mes más húmedo | 169.7 mm. junio |
| Precipitación del mes más seco | 6.5 mm. febrero |
| Porcentaje de precipitación invernal | 4.0 % |
| Probabilidad de lluvia | 47.8 % anual |
| Régimen de lluvias | verano |
| Número de meses secos | 7 |
| Promedio de días despejados | 193 |
| Dirección de los vientos dominantes | este |
| Velocidad del viento (promedio anual) | 11 km/hr |

Cuadro N° 3. Media anual de los datos climatológicos de 10 años de observaciones en el área.

Geología y suelos. La geología superficial indica una gran proporción de basalto y brecha volcánica. Estos son materiales que posteriormente darán origen a suelos y subsuelos de carácter arcilloso. También destaca la presencia de piroclásticos finos provenientes de erupciones volcánicas. Estos se localizan como capas de cenizas volcánicas y tobas finas superpuestas al material arcilloso original. Además existen zonas con depósitos aluviales, materiales residuales, lutitas y areniscas¹⁰, (*cf.* Revista Ciencia Forestal N° 59).

Ordenando los suelos del área de acuerdo con sus características morfológicas, físicas y químicas, Gómez y Chávez, *op. cit.*, los clasifican en cuatro unidades que son: **Andosol Húmico, Cambisol Crómico, Luvisol Crómico, Regosol Éutrico y Litosol.**

Vegetación. La zona estudiada está constituida por masa forestal de pino, pino asociado con encino y pino mezclado con otras hojosas. La mayoría de los bosques están dominados por el género *Pinus* representado, en orden de importancia, por las especies siguientes: *Pinus michoacana* var. *cornuta* Martínez, *P. oocarpa* Schiede, *P. leiophylla* Schl. et Cham., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. douglasiana* Martínez y *P. lumholtzii* Rob. et Fer.

¹⁰ Gómez, T. A. y Chávez, H. Y. 1984. Aplicación de criterios de agrología forestal al estudio de los suelos de los bosques de la zona oeste de Tapalpa, Jalisco.

El *P. michoacana* var. *cornuta* Martínez está distribuido por toda el área formando masas puras o en ocasiones con los demás pinos. El *P. oocarpa* Schiede se localiza generalmente en zonas de baja calidad, sobre suelos pobres y tendientes a erosionarse. El *P. leiophylla* Schl. et Cham., está asociado con el *P. michoacana* var. *cornuta* Martínez en las mejores calidades de sitio. El *P. douglasiana* Martínez y el *P. pseudostrobus* Lindl., se encuentran en manchones bien definidos y puros.

De las latifoliadas, los géneros más importantes son: *Quercus* spp., *Crataegus* sp., *Arbutus* sp., *Alnus* sp. y *Persea* sp.

Los bosques en estudio presentan una estructura y composición que es resultado de una serie de factores, entre los que destacan los aprovechamientos comerciales. Estos comenzaron hace más de 60 años sin ninguna base para su manejo y control, como lo fuera un estudio dasonómico. Aunado a lo anterior la masa forestal ha sido afectada por incendios, plagas, enfermedades, catástrofes (vientos), talas masivas, cortas selectivas y cortas clandestinas. Lo cual ha ocasionado que las estructuras encontradas no obedezcan a un plan ni programa definido, manifestándose en forma marcada disturbios. En algunos lugares los rodales son de segundo crecimiento, vigorosos, de masa pura, uniforme y coetánea y en otros la mayoría son de mezcla de especies, irregulares en los diámetros e incoetáneas.

1. Parámetros de clasificación.

La aparición de incendios forestales es producto de un gran número de factores; sin embargo, la manifestación de éstos generalmente obedece a un patrón determinado. Es frecuente observar que las áreas de más alta posibilidad de incendio se encuentran próximas a caminos, carreteras o poblados, así como en áreas de fuertes pendientes, zonas de pastoreo, lugares de recreo o áreas de aprovechamiento maderable.

Es importante aclarar que este trabajo se presenta como un estudio preliminar para la clasificación de áreas de acuerdo a su riesgo de incendio y que este reconocimiento corresponde a una primera etapa, debido a que se está omitiendo la medición cuantitativa de los combustibles. No obstante, esta primera clasificación permite elegir donde emprender acciones encaminadas a lograr una protección más eficiente del recurso, además de apoyar su fomento.

Acopio de información. La información utilizada se obtuvo de los datos de campo que se tomaron del inventario del Sistema de Manejo Integrado (SIMANIN), que llevó a cabo el personal del área forestal (incluidos los autores), del CIFAP-Jalisco, de junio a noviembre de 1988. Este inventario se hizo en forma sistemática, para lo cual se definieron líneas de transecto orientadas de oeste a este. En estas líneas se ubicaron los sitios cada 200 m., la separación entre líneas fue de 100 m. y éstas fueron orientadas de norte a sur. Esta sistematización de los sitios permitió tener una intensidad de muestreo del 5%.

Para la organización del inventario el área de estudio se repartió en 8 conjuntos prediales, los cuales contemplan un total de 49 predios. La superficie arbolada considerada fue aproximadamente de 6 000 ha. del total de 8 068, en las que se muestrearon alrededor de 2 900 sitios.

En general, los datos recabados en cada uno de los sitios muestreados, abarcan aspectos del medio físico-geográfico, de vegetación, de fauna y aspectos ecológico-silvícolas.

Descripción de parámetros. De la información recabada en el inventario, se consideraron aquellos aspectos que influyen en la presencia y propagación de incendios. A continuación se señalan y se describe, brevemente, la importancia de ellos.

Hojarasca.

Espesor de materia orgánica. La acumulación de hojarasca u "ocochal" es uno de los principales elementos que contribuyen a la incidencia de incendios, ya que de su presencia y espesor depende la magnitud que adquiere un incendio. Ésto es debido a que la capa de hojarasca actúa como una "mecha", a través de la cual se va difundiendo el fuego. Generalmente esta difusión es por medio de la capa inferior de la hojarasca, lo que hace que en ocasiones sea difícil de detectar el avance del fuego y, lo que es más importante, si en verdad éste se ha extinguido. Esta hojarasca forma parte de los combustibles ligeros.

Topografía.

Pendiente. La inclinación de los terrenos es muy determinante, ya que, combinada con otros agentes como el viento, influyen directamente sobre la velocidad de propagación del incendio. Generalmente esta velocidad aumenta en relación a una mayor pendiente del terreno. Se ha determinado que un incendio que se desarrolla sobre una superficie plana (hasta de 5% de pendiente), se llega a propagar al doble de velocidad cuando alcanza una pendiente del 30%; a su vez esta velocidad se duplica otra vez al aumentar la pendiente al 55%.

Exposición. La orientación que guardan los terrenos es fundamental para la insolación que reciben los bosques. En México los terrenos con exposición sur son los que reciben una mayor incidencia de rayos solares, razón por la cual es donde se localizan las mayores temperaturas, la humedad relativa más baja y los vientos de mayor intensidad, las anteriores son condiciones favorables que aumentan la probabilidad de un incendio.

Altitud. La altitud ejerce una influencia notable en varios de los aspectos que favorecen la probabilidad de incendio. Entre los principales se tiene a la temperatura, la humedad relativa, la precipitación y los tipos de vegetación. Como ejemplo se puede señalar que en altitudes bajas se presentan mayores temperaturas, lo que favorece a que el material combustible natural esté más seco, lo cual aumenta considerablemente la probabilidad de un incendio.

Materiales combustibles.

Combustibles pesados. En este grupo se encuentran las ramas, tallos, troncos y los residuos de aprovechamientos, ya sea de árboles o de arbustos. También se consideran árboles inuertos, ya sea en pie o tirados. La inflamabilidad de los combustibles (ligeros o pesados), está sujeta a diferentes características, como son: la cantidad de combustibles, el tamaño y la forma de los mismos, la humedad que contienen y la presencia de sustancias químicas, como por ejemplo, la resina en las coníferas. Además, debe considerarse que la cantidad de materiales combustibles puede llegar a ser del orden de 25 toneladas por hectárea, siempre y cuando no se haya presentado algún fuego.

Vegetación.

Coníferas. Este es el tipo de vegetación más susceptible al fuego, ya que tiene un aporte constante de hojarasca al suelo y una rápida deshidratación de sus hojas verdes. Además la resina que producen (principalmente el género *Pinus*), representa un peligro como combustible, acelerando la propagación del fuego. Debido a lo anterior son los bosques de coníferas los que sufren más pérdidas por este tipo de siniestros. Los bosques con masa pura de pinos o con dominancia de los mismos son los que mayor peligro de incendios muestran, además de que, una vez ocurrido un fuego, el periodo crítico para que pueda ocasionarse otro es muy corto. Se ha estimado que el material combustible vuelve a alcanzar un nivel crítico en cinco años.

Hojoscas. A pesar de que este tipo de vegetación logra una gran acumulación de hojarasca y de combustibles pesados, no llega a presentar estragos tan considerables como los generados en bosques con dominancia de pinos. Sin embargo, el material combustible que generan no deja de ser un peligro potencial para la generación de incendios.

Vegetación herbácea y arbustiva. Esta vegetación, si bien no contribuye con grandes cantidades de combustibles, se debe tomar en cuenta, ya que generalmente no es en los árboles donde se originan los incendios sino en los estratos más bajos. Estos últimos son los constituidos por hierbas, arbustos, matorrales, breñales y pastizales. Además, este tipo de vegetación es la primera que se desarrolla después de un incendio, siendo altamente susceptible al fuego.

Número de árboles por hectárea (densidad). Este parámetro tiene una relación muy estrecha con la presencia y magnitud de los incendios, ya que el aporte de combustible al piso del bosque depende del número de individuos y la etapa de desarrollo.

Servicios.

Vías de acceso. La existencia de caminos dentro de los macizos forestales constituye un alto peligro, debido al gran número de personas que frecuentemente transitan y que por descuido o mala intención provocan la mayor parte de los fuegos.

Zonas de recreación. El punto anterior y éste guardan una estrecha relación, ya que al contar con una vasta red de caminos, los paseantes, turistas, cazadores furtivos y personas en general, logran internarse con gran facilidad a todas las áreas boscosas. Esto constituye una gran amenaza, ya que muchos de los incendios son ocasionados por esta circunstancia.

En relación al área de estudio, esta situación debe tomarse en cuenta, ya que en los últimos diez años la meseta de Tapalpa ha adquirido gran importancia turística. Cada semana esta región recibe a numerosos visitantes, muchos de los cuales no poseen una cultura forestal, lo cual hace que provoquen daños a la vegetación y a la fauna, debido a la falta de cuidado en el uso del fuego, representando un peligro potencial para la incidencia de incendios.

Aprovechamientos forestales.

Desperdicios de aprovechamientos. Pocas veces se cumple con las disposiciones de las autoridades forestales acerca del control de residuos del monte. Estos últimos deberán picarse y diseminarse sobre la superficie, lo cual no se lleva a cabo.

Actividades agropecuarias adyacentes al bosque.

Zonas agrícolas. Esta actividad es una de las causas importantes de incendios, debido principalmente a la proliferación de "coamiles" (pequeña superficie del bosque donde se quema la vegetación natural para poder establecer algún cultivo). Dichas quemadas se realizan sin llevar a cabo las precauciones necesarias, por lo que su práctica constituye un peligro potencial para el desarrollo de incendios. De acuerdo a lo que establece la ley forestal, en lo relativo a cambio de uso del suelo, estos "coamiles" son ilegales.

Áreas de pastoreo. Al escasear el forraje verde durante la época de secas, algunos campesinos, para alimentar a su ganado, acostumbran quemar los zacatones y pastos naturales viejos para obligar el brote del "pelillo" verde. En ocasiones dichas quemadas salen fuera del control de los campesinos provocando incendios forestales.

Climatología.

Los datos climatológicos no fueron recabados al momento de realizar el muestreo. Tampoco fue posible obtenerlos específicamente del área de estudio ya que no se cuenta con estaciones meteorológicas. No obstante, esta información se obtuvo de una estación meteorológica muy cercana al área de estudio, ubicada en la población de Tapalpa. Dicha información consta de datos de los diez últimos años sobre diferentes aspectos como son la temperatura, precipitación, humedad relativa, así como de la dirección y velocidad del viento.

Además de los parámetros señalados, para el reconocimiento se utilizó como criterio adicional, la fotointerpretación de la vegetación. Ésta se hizo por subtipos de bosque y exposición geográfica.

De acuerdo con lo anterior se manejaron las claves de interpretación siguientes:

Para vegetación.

| | | |
|-----|---|--|
| P | = | Masa de <i>Pinus</i> . |
| Q | = | Masa pura de <i>Quercus</i> . |
| Pq | = | Masa de <i>Pinus</i> dominando a <i>Quercus</i> . |
| PQ | = | Masa de <i>Pinus</i> en condominancia con <i>Quercus</i> . |
| Qp | = | Masa de <i>Quercus</i> dominando a <i>Pinus</i> . |
| C | = | <i>Crataegus</i> spp. |
| Mx | = | Matorral xerófilo (principalmente <i>Opuntia</i> spp). |
| Pz | = | Pastizal (<i>Festuca</i> spp). |
| FOU | = | Forestal otros usos. |

Para densidad (%).

| | | | | |
|-----|----|----|---|-----|
| I | de | 1 | a | 20 |
| II | de | 21 | a | 40 |
| III | de | 41 | a | 60 |
| IV | de | 61 | a | 80 |
| V | de | 81 | a | 100 |

Para altura de árboles (metros).

| | | | | |
|----|----|----|---|----|
| 1. | de | 1 | a | 5 |
| 2. | de | 6 | a | 10 |
| 3. | de | 11 | a | 15 |
| 4. | de | 16 | a | 20 |
| 5. | de | 21 | a | 25 |
| 6. | de | 26 | a | 30 |

2. Clasificación de sitios.

Para la clasificación de áreas de acuerdo a su riesgo de incendio, generalmente se utilizan los niveles o índices de incendio siguientes:

- NULO
- BAJO
- MEDIO
- ALTO
- MUY ALTO

En el presente trabajo se decidió utilizar sólo tres índices, esto se consiguió mediante la fusión de cuatro de los niveles señalados, para formar sólo dos. Ésto fue debido a que difícilmente el área de estudio presenta, dentro de la masa arbolada, zonas con un nulo riesgo de incendio (éstas son principalmente partes erosionadas). Además, las características entre un nivel nulo y un nivel bajo son muy similares.

Los otros dos niveles que se fusionaron fueron los del índice alto y el índice muy alto, ya que sus especificaciones son muy parecidas.

De acuerdo a lo anterior se trabajó con los índices de riesgo de incendio siguientes:

- BAJO
- MEDIO
- ALTO

Con esta clasificación y una vez definidos los parámetros a utilizar, se procedió a establecer que condiciones de éstos especifican un alto grado de riesgo de incendio, cuáles un medio y cuáles un bajo. Como ejemplo se referirá el parámetro hojarasca, específicamente en su factor de espesor de materia orgánica.

Como ya se mencionó, este aspecto es de gran importancia ya que prácticamente constituye una "mecha" para la propagación de los incendios. La efectividad de tal "mecha" está determinada principalmente por su profundidad de materia orgánica. De acuerdo con esto, tomando en cuenta lo que reporta la literatura y las condiciones que presenta el área de estudio, se especificaron los riesgos (en este caso de profundidad del suelo); que definieron los tres niveles de riesgo de incendio.

Con base en lo anterior, para definir que a un sitio le correspondía el índice de riesgo bajo, debía estar en cualquiera de las tres opciones siguientes:

1. Ausencia de suelo.
2. Profundidad entre 0 y 2 cm.
3. Área de pastizales.

En cuanto al riesgo de incendio medio, éste sólo considera dos opciones, que son:

- 1ª Que el piso no se cubra regularmente.
- 2ª Que la profundidad de materia orgánica oscile entre los 3 y 5 cm.

El riesgo de incendio alto se asignó cuando un sitio cumplía con alguna de las opciones siguientes:

1. Espesor de la materia orgánica más de 6 cm.
2. Combustibles pesados abundantes con distribución uniforme.

En forma similar se procedió para definir las condiciones de los demás parámetros que diferenciaban cada uno de los tres niveles de riesgo de incendio. En los cuadros 4, 5, y 6 se resumen los rangos y condiciones -incluyendo opciones- que se especifican para cada nivel. Es importante remarcar que en estos cuadros los "indicadores específicos" presentan, dentro de un mismo nivel, varias opciones, siendo suficiente para ubicar un sitio en determinado nivel, el que presente alguna de estas opciones.

Los rangos que se señalan, así como las opciones para cada uno de éstos, fueron definidos principalmente con base en las observaciones del área de estudio. Esto restringe necesariamente su aplicación a esta área. No obstante, la metodología utilizada puede aplicarse en otras áreas, aunque la definición de los niveles a usar deberá establecerse de acuerdo a las condiciones de sus bosques. Sin embargo, la decisión final será de los técnicos a cargo de la clasificación.

De acuerdo a lo anterior y con base en los rangos de los parámetros señalados en los cuadros 4, 5 y 6, se procedió a clasificar cada uno de los sitios muestreados en el inventario. Para esta clasificación se consideró que algunos parámetros son prioritarios sobre otros, por lo que los principales parámetros utilizados fueron:

- SUELO "mecha", propagación
- TOPOGRAFÍA velocidad de propagación
- COMBUSTIBLE intensidad calórica

Se tomó primeramente al suelo porque, como ya se mencionó, la materia orgánica de éste actúa como una "mecha", la cual inicia y propaga un incendio. En segundo término se consideró la topografía, ya que ésta influye directamente en la velocidad de propagación del fuego. En seguida, se tomaron los combustibles ya que éstos definen la intensidad del calor de un incendio, el cual establece el grado de daño causado por un incendio.

| PARÁMETRO | FACTOR | INDICADORES ESPECÍFICOS | | |
|----------------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| SUELO | PROFUNDIDAD DE MATERIA ORGÁNICA | 6 - 10 CM. | MÁS DE 10 CM. | |
| | | | | |
| TOPOGRAFÍA | PENDIENTE | MÁS DE 25% | MUY IRREGULAR | |
| | EXPOSICIÓN | SUR | SURESTE | SUROESTE |
| | ALTITUD | VARIABLE | | |
| COMBUSTIBLES | LIGEROS | SE CUBRE TOTALMENTE LA SUPERFICIE | 11 - 15 CM. | MÁS DE 15 CM. |
| | PESADOS | ABUNDANTES (DESPERDICIOS, ÁRBOLES CAÍDOS, COPAS) | DISTRIBUCIÓN UNIFORME EN EL ÁREA | DISTRIBUIDOS EN EL ÁREA EN GRUPOS |
| VEGETACIÓN | CONÍFERAS | DOMINANCIA MÁS DE 80% | EESPESURA CERRADA | DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA |
| | HOJOSAS | ESCASAS MENOR DE 20% | EESPESURA MUY ACLARADA | DISTRIBUCIÓN AISLADA |
| | HERBÁCEA Y ARBUSTIVA | ABUNDANTE | COBERTURA SEMICERRADA | DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA |
| | DENSIDAD | MUY VARIABLE | + 800 ARB/HA | |
| SERVIDUMBRES | VÍAS DE ACCESO | CRUCE DE CARRETERAS CAMINOS DE TERRACERÍA ABUNDANCIA DE BRECHAS | TRANSITABLES EN TODA LA ÉPOCA DEL AÑO | NULAS LABORES DE PROTECCIÓN; LIMPIEZA, QUEMAS CONTROLADAS |
| | RECREACIÓN | DENTRO DEL ÁREA | ZONAS CONTIGUAS | MUY CERCAÑAS |
| MANEJO SILVÍCOLA | RESIDUOS DE APROVECHAMIENTO | ABUNDANTES | NO PICADOS Y DISEMINADOS | DISTRIBUCIÓN UNIFORME EN TODO EL SITIO |
| ACTIVIDADES AGROPECUARIAS | ZONAS AGRÍCOLAS | DENTRO DEL BOSQUE | CERCA DEL BOSQUE | QUEMA DE RESIDUOS |
| | ÁREAS DE PASTOREO | DENTRO DEL BOSQUE | CERCA DEL BOSQUE | QUEMA DE PASTOS |

Cuadro N° 4. Indicadores físico-geográficos para áreas con riesgo de incendio alto.

| PARÁMETRO | FACTOR | INDICADORES ESPECÍFICOS | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| SUELO | PROFUNDIDAD DE MATERIA ORGÁNICA | NO SE CUBRE REGULARMENTE EL PISO | MÁS DE 5 CM. | |
| TOPOGRAFÍA | PENDIENTE | 15 A 25% | SIN MUCHAS VARIACIONES | |
| | EXPOSICIÓN | NORTE | OESTE | NORESTE |
| | ALTITUD | VARIABLE | | |
| COMBUSTIBLES | LIGEROS | NO SE CUBRE REGULARMENTE LA SUPERFICIE | MÁS DE 10 CM. | DISTRIBUCIÓN IRREGULAR |
| | PESADOS | CANTIDAD REGULAR | DISTRIBUCIÓN DISPERSA | |
| VEGETACIÓN | CONÍFERAS | CODOMINANCIA CON HOJOSAS, O LIGERA DOM. EN HOJOSAS | ESPEURA MEDIA | DISTRIBUCIÓN REGULAR |
| | HOJOSAS | CODOMINANCIA (40-60%) | ESPEURA MEDIA | DISTRIBUCIÓN UNIFORME |
| | HERBÁCEA Y ARBUSTIVA | MODERADA | COBERTURA MEDIA | DISTRIBUCIÓN UNIFORME |
| | DENSIDAD | MUY VARIABLE | 600-800 ARB/HA | |
| SERVIDUMBRES | VÍAS DE ACCESO | CERCANÍA O CRUCE DE CAMINOS, CARRETERAS Y BRECHAS | TRANSITABLES LA MAYOR PARTE DEL AÑO | |
| | RECREACIÓN | EN LOS ALREDEDORES | PROPAGANDA | LEJOS DE LA ZONA |
| MANEJO SILVÍCOLA | RESIDUOS DE APROVECHAMIENTO | MODERADOS | APILADOS PERO SIN QUEMAR | DISTRIBUCIÓN IRREGULAR EN EL SITIO |
| ACTIVIDADES AGROPECUARIAS | ZONAS AGRÍCOLAS | CERCA DEL BOSQUE | QUEMA DE RESIDUOS | NO EXISTEN |
| | ÁREAS DE PASTOREO | DENTRO DEL BOSQUE | CERCA DEL BOSQUE | SIN QUEMAR |

Cuadro N° 5. Indicadores físico-geográficos para áreas con riesgo de incendio medio.

| PARÁMETRO | FACTOR | INDICADORES ESPECÍFICOS | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--|------------------------------|-----------------------------------|
| SUELO | PROFUNDIDAD DE MATERIA ORGÁNICA | AUSENCIA | 0-2 CM. | ÁREAS DE PASTIZALES |
| TOPOGRAFÍA | PENDIENTE | 0 A 10% | MESETA O TERRENO PLANO | |
| | EXPOSICIÓN | NORTE Y OESTE | NOROESTE Y NORESTE | ZENITAL |
| | ALTITUD | VARIABLE | | |
| COMBUSTIBLES | LIGEROS | GRAN ESCASEZ O AUSENCIA | 0-2 CM. DE ESPESOR | DISTRIBUCIÓN AISLADA |
| | PESADOS | CANTIDAD MÍNIMA | DISTRIBUCIÓN AISLADA | NO EXISTEN |
| VEGETACIÓN | CONÍFERAS | CODOMINANCIA CON HOJOSAS, O LIGERA DOM. EN HOJOSAS | ESPELURA MUY ACLARADA | DISTRIBUCIÓN IRREGULAR |
| | HOJOSAS | DOMINANCIA O LEVE DOM. SOBRE CONIF. | ESPELURA MEDIA O SEMICERRADA | DISTRIBUCIÓN UNIFORME O EN GRUPOS |
| | HERBÁCEA Y ARBUSTIVA | MUY POCAS | COBERTURA MUY ACLARADA | DISTRIBUCIÓN AISLADA |
| | DENSIDAD | MUY VARIABLE | -600 ARB/HA | DISTRIBUCIÓN AISLADA |
| SERVIDUMBRES | VÍAS DE ACCESO | PROXIMIDAD A CAMINOS, CARRETERAS Y BRECHAS | POCO TRANSITABLES | ESCASEZ |
| | RECREACIÓN | NO HAY ZONAS | MUY ALEJADAS | |
| MANEJO SILVÍCOLA | RESIDUOS DE APROVECHAMIENTO | NO EXISTEN | MUY ESCASOS | PICADO, AMONTONADO Y QUEMADO |
| ACTIVIDADES AGROPECUARIAS | ZONAS AGRÍCOLAS | NO EXISTEN | PRÓXIMAS AL BOSQUE | NO QUEMAN DESHECHOS |
| | ÁREAS DE PASTOREO | POCO EN EL BOSQUE | ALEJADAS DEL BOSQUE | NO QUEMAN LOS PASTOS |

Cuadro N° 6. Indicadores físico- geográficos para áreas con riesgo de incendio bajo.

Una vez que se clasificaba un sitio con los tres parámetros arriba mencionados, se corroboraba el nivel asignado usando los otros parámetros. Por ejemplo, si un sitio fue clasificado con un nivel bajo, de acuerdo al suelo, topografía y combustible, pero que de acuerdo a los demás parámetros se podía clasificar como de nivel medio, entonces se cambiaba su clasificación al nivel superior. Este último procedimiento se usó cuando se pasaba de un nivel inferior a un nivel alto, pero en ningún caso se cambió la clasificación inicial de un nivel alto a uno bajo.

Al tener clasificados todos los sitios y con ayuda de mapas, se procedió a asignarles una clave de acuerdo al índice al que pertenecían (B = BAJO, M = MEDIO, A = ALTO). Ésto permitió empezar a definir áreas, dentro de los predios donde se ubican los sitios, en relación a su riesgo de incendio. Después de esto se hizo una última depuración para definir de forma más precisa dichas áreas, lo cual se trata en el punto siguiente.

3. Delimitación de áreas por índice de riesgo de incendio.

Una vez asignadas las claves a cada uno de los sitios muestreados, de acuerdo al índice de riesgo de incendio con que se calificó, se procedió a delimitar las áreas que correspondieron a cada nivel. En algunos casos esto fue relativamente sencillo ya que un grupo de sitios clasificados con el mismo nivel definían claramente un rodal. En otros casos se encontraban uno o tres sitios dentro de un rodal de calificación diferente, lo cual implicaba una nueva revisión de la calificación de estos sitios. Esto último se hizo debido a que operativamente no es funcional la definición de rodales tan pequeños, como lo es el área que infiere un sitio de muestreo (2 ha).

A partir de la detección de estos sitios aislados se cambió su calificación de acuerdo al rodal en el que estaban contenidos. En general no hubo problemas en el cambio de calificación de los sitios, ya que la mayoría de éstos se encontraban en o cerca de los límites entre un área y otra. Es importante señalar que estos casos fueron pocos y que de ninguna manera influyeron en un cambio en la metodología.

Para una delimitación más aproximada de las áreas de los índices, se utilizaron mapas donde se presentaban rodalizados cada uno de los predios trabajados de acuerdo a la fotointerpretación de su vegetación. Los criterios de rodalización fueron: el tipo de vegetación, su densidad y altura, los cuales ya fueron mencionados anteriormente. Los rodales fotointerpretados fueron sobrepuestos (a la misma escala), a los mapas de asignación de índice. Esto permitió observar que había una fuerte coincidencia entre uno o más rodales de la vegetación y las áreas que correspondían a los índices de riesgo de incendio. Siguiendo el contorno de los rodales de vegetación se pudo conseguir una delimitación más precisa de cada una de las áreas por índice de riesgo.

Con los mapas resultantes se hizo el cálculo de las superficies de cada uno de los índices de riesgo de incendio, tanto por predio como por conjunto (cuadros 7 y 8). Para la estimación de estas superficies se utilizó la malla de puntos.

Índices de riesgo de incendio en la sierra de Tapalpa, estado de Jalisco.

| CONJUNTO PREDIAL | PREDIO | SUPERFICIE POR ÍNDICE (ha) | | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------|--------|--------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| EL CARRIZAL | OJO DE AGUA | — | 74.73 | 83.21 |
| | EL CASCO | — | 73.08 | — |
| | EL DIVISADERO | 3.14 | 62.51 | 157.43 |
| | LOS ZOPILOTES | — | 87.91 | 173.06 |
| | PEGUEROS | 7.43 | 87.51 | 128.14 |
| | LAS MAQUINITAS | — | 115.65 | 29.70 |
| | LA PITILLA | 4.50 | 165.25 | 76.57 |
| | AGUA ZARCA | — | 116.43 | 96.10 |
| | LAS ÁNIMAS | — | 29.71 | 3.14 |
| LAS ÁNIMAS | YERBABUENA | 17.29 | 161.82 | 60.65 |
| | LAS JUNTAS | — | 58.40 | 77.05 |
| | PICACHITOS | 53.22 | 122.75 | 86.43 |
| LAS PIEDRAS | FRACC. SUR ESTAN. | 67.19 | 158.98 | 23.83 |
| | TABERNA Y FRES. | 98.44 | 60.42 | 34.76 |
| | MILPILLAS | 64.84 | 7.81 | 2.73 |
| LOS FRAILES Y RINCÓN DE ROSAS | FRAILE VI | 26.64 | 26.25 | 5.15 |
| | FRAILE IV | 16.88 | 102.03 | 5.55 |
| | FRAILE V | 4.77 | 32.89 | 20.00 |
| | EST. DE SAN FCO. | 351.64 | 188.75 | 71.95 |
| | RINCÓN DE ROSAS | 214.92 | 38.36 | 12.97 |
| | PRESA Y TRIGO | 78.20 | 20.00 | 12.97 |
| | PADRE MARTÍNEZ | 25.08 | 15.70 | 20.00 |
| | FRESNO=CRUZ ARCO | 18.83 | 11.02 | 5.55 |
| | DOÑA JUANA Y O. | 222.73 | 16.48 | 8.67 |
| | ESTANCIA NORTE | 173.90 | 186.80 | 55.55 |
| LA LECHUGUILLA | CRUZ DEL ROBLE | 45.57 | 77.60 | 17.83 |
| | MADROÑERA | 73.69 | 20.57 | 13.14 |
| | LA LECHUGUILLA | 102.21 | 47.13 | 39.32 |
| | TLALCOZAHUATL | 36.58 | 61.97 | 24.08 |
| SANTA ELENA | EL CASCO | 97.53 | 20.06 | — |
| | LA CRUZ | 56.51 | 65.89 | 14.72 |
| | LA PRESA | 96.75 | 51.44 | 36.98 |
| LOS ASOLEADEROS | ASOLEADERO I | 98.09 | 38.72 | 10.30 |
| | ASOLEADERO II | 39.11 | 67.62 | 29.73 |
| | ASOLEADERO III | 31.69 | 82.86 | 25.43 |
| | ASOLEADERO IV | 17.23 | 73.48 | 53.56 |
| | ASOLEADERO V | 11.38 | 103.17 | 30.91 |
| CHIQUILISTLÁN | EL COLOMO | 42.84 | 27.83 | 9.25 |
| | EL CHARCO | — | 12.32 | — |
| | CERRITOS | 19.12 | 9.36 | 19.51 |
| | LA MESA | 75.02 | 42.99 | 47.01 |
| | DURAZNO I | 102.41 | 22.34 | 15.98 |
| | EL POCHOTE | 190.00 | 61.88 | 51.33 |
| | LA TORTUGA | 199.40 | 38.08 | — |
| | EL SALTO VI | 113.04 | 73.25 | 29.11 |
| | EL SALTO VII | 200.04 | 52.39 | — |
| | LA LIMA | — | — | 27.10 |
| | LOS CUARTOS | — | 10.94 | 11.72 |

Cuadro No. 7. Superficie por predio que corresponde a cada uno de los tres índices de riesgo de incendio.

| CONJUNTO PREDIAL | SUPERFICIE TOTAL (ha) | SUP. POR ÍNDICE (ha) | | |
|--------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|
| | | BAJO | MEDIO | ALTO |
| EL CARRIZAL | 1, 575 - 85 - 89 | 15.07 | 812.70 | 747.38 |
| LAS ÁNIMAS | 637 - 67 - 00 | 70.51 | 342.97 | 224.13 |
| LAS PIEDRAS | 518 - 42 - 00 | 230.46 | 227.21 | 61.33 |
| FRAILES Y R. ROSAS | 2, 016 - 00 - 00 | 1, 133.59 | 638.29 | 218.37 |
| LECHUGUILLA | 559 - 39 - 52 | 258.05 | 207.27 | 94.38 |
| SANTA ELENA | 568 - 92 - 00 | 361.99 | 155.10 | 51.70 |
| LOS ASOLEADEROS | 713 - 90 - 00 | 197.50 | 365.86 | 149.94 |
| CHIQUILISTLÁN | 1, 488 - 87 - 68 | 941.90 | 351.37 | 211.02 |
| GRAN TOTAL: | | 3,209.08 | 3,100.78 | 1,758.21 |

Cuadro N° 8. Superficie por conjunto predial que corresponde a cada uno de los tres índices de riesgo de incendio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para llevar a cabo un mejor control y poder definir las labores de prevención, así como el control de los incendios, los resultados se obtuvieron por predio (cuadro N° 7). También se señala un resumen a nivel de conjunto predial (cuadro N° 8).

En el cuadro N° 7 se presenta la superficie que corresponde a cada uno de los índices de riesgo de incendio. De un total de 8 068 06 ha. (superficie estudiada) se tiene que 1 758 20 ha. se encuentran con riesgo de incendio alto; 3 100 78 ha. con riesgo de incendio medio y 3 209 08 ha. con riesgo de incendio bajo.

Aunque la superficie calificada con riesgo de incendio alto sólo cubre el 21.8% (figura N° 1), no deja de ser la más importante, por su alta acumulación de materia orgánica, mayores volúmenes y pendientes fuertes. Ésta se concentra en cinco conjuntos prediales: "El Carrizal" (figura N° 2), "Las Ánimas" (figura N° 3), "Los Frailes" y "Rincón de las Rosas"

(figura N° 4), "Chiquilistlán" (figura N° 5) y "Los Asoleaderos" (figura N° 6). Los dos primeros son los más críticos por varias circunstancias, la primera de ellas es el alto contenido de material combustible y la ubicación en terrenos de pendientes pronunciadas arriba del 30%. Además de esto se tienen demasiadas vías de acceso, gran influencia de la exposición sur y la vecindad de estos dos conjuntos.

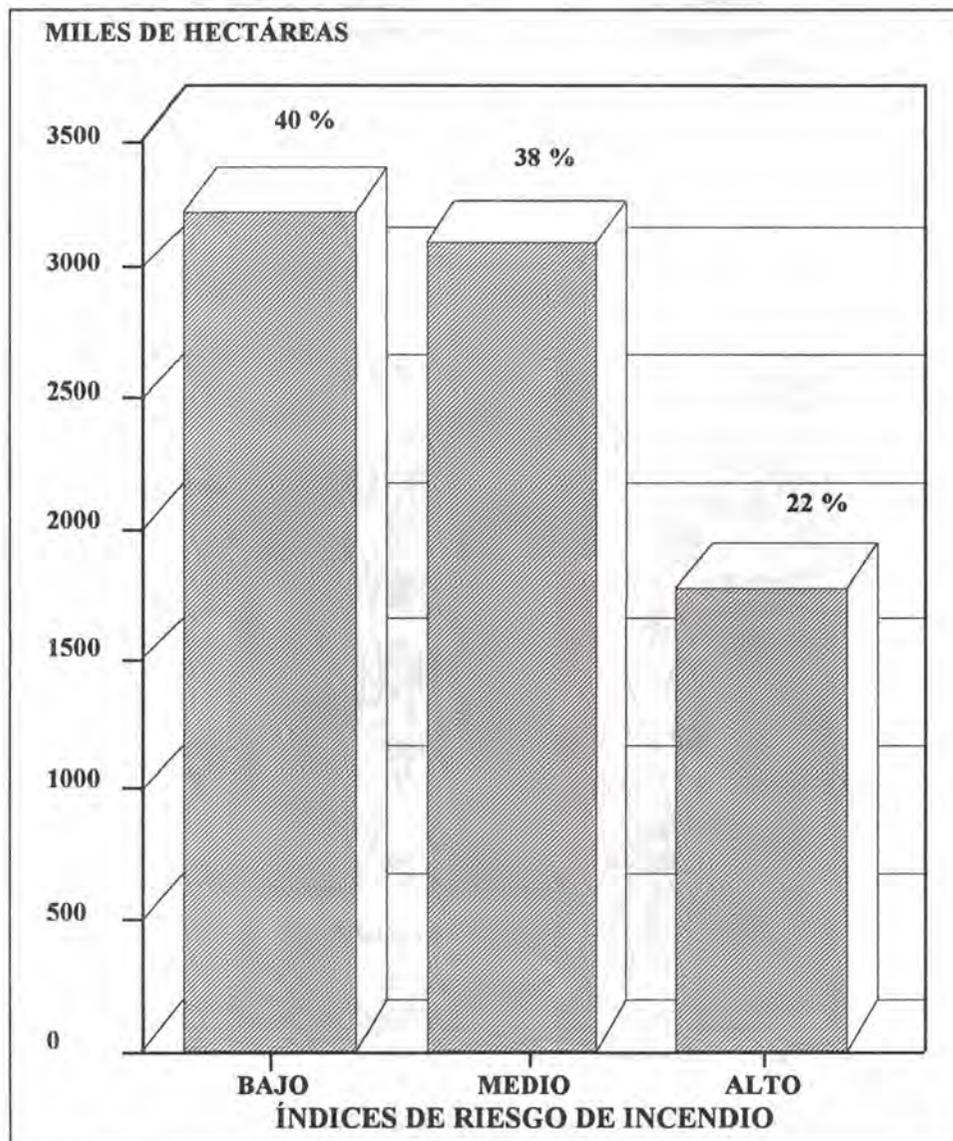


Figura N° 1. Frecuencia de índices de riesgo de incendio, en ocho conjuntos prediales de la sierra de Tapalpa.

Otro aspecto que da prioridad a los dos conjuntos señalados es que en éstos se encuentran las mejores condiciones de arbolado comercial, por lo que en cualquier incendio en estas áreas implicaría un mayor daño en relación a los demás conjuntos prediales. Como ejemplo puede mencionarse que los montes del conjunto "El Carrizal" (fig. 2), son los que cuentan con mayores extensiones volumétricas (hasta 500 m³ por ha.), los más altos incrementos, la mejor calidad, las más altas densidades, la mejor capacidad productiva del suelo, etc. De acuerdo a lo anterior un incendio en estos montes ocasionaría graves pérdidas, no sólo en el aspecto económico, sino también en el ecosistema.

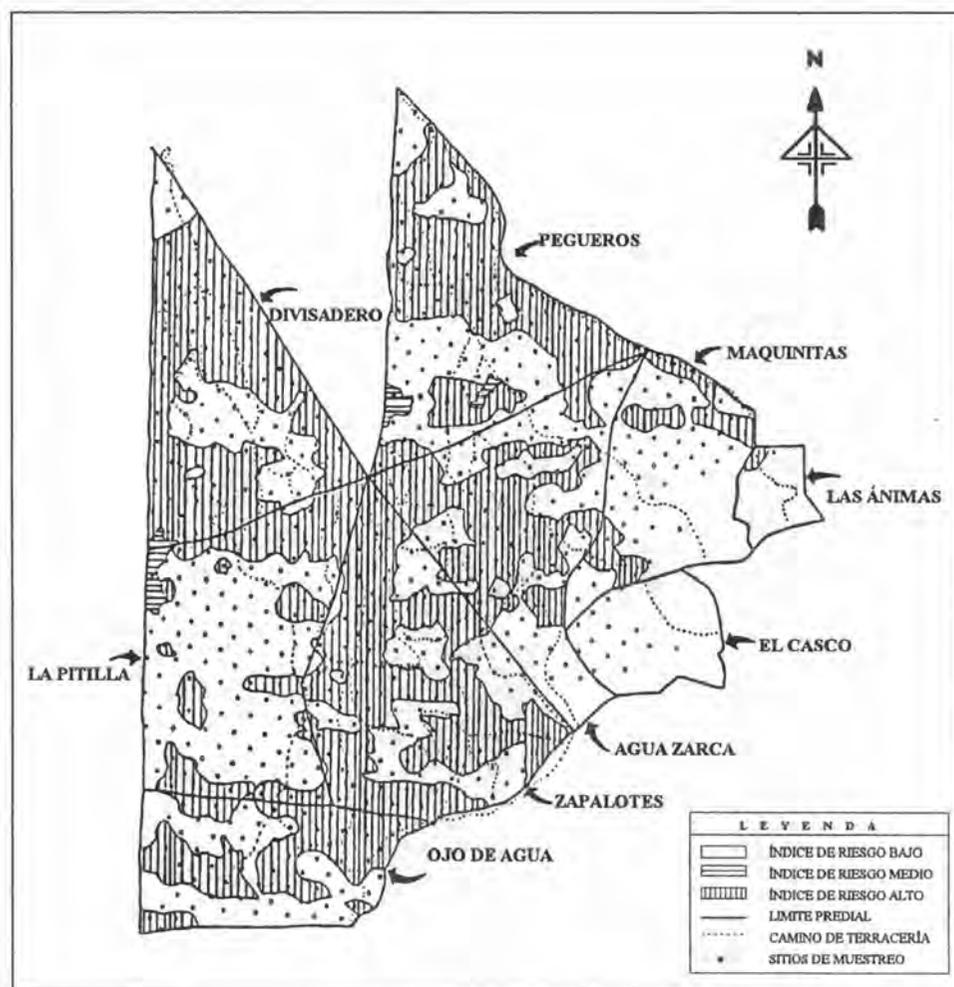


Figura N° 2. Conjunto predial "El Carrizal". Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

Referente al riesgo de incendio medio, este representa el 38.4% del total de la superficie, lo cual se considera muy grande. La principal importancia de estas áreas, además del riesgo latente, es el hecho de que ya sea a corto o a mediano plazo, éstas pueden ir incorporándose paulatinamente a una mayor categoría de riesgo, debido a la acumulación consecutiva de hojarasca en el piso forestal, la presencia mayor de desperdicios de aprovechamiento y la posible mayor densidad del arbolado con el paso del tiempo.



Figura N° 3. Conjunto predial “Las Ánimas”. Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

Nuevamente el conjunto predial "El Carrizal" (fig. 2), encabeza esta clase con 812 hectáreas, lo que representa el 51% de su superficie. Le siguen el conjunto de "Los Frailes" y "Rincón de las Rosas" (fig. 4), con 638 ha.; "Los Asoleaderos" (fig. 6), con 365 ha.; "Chiquilistlán" (fig. 5), con 351 ha. y el conjunto de "Las Ánimas" (fig. 3), con 343 ha. En este último conjunto, al igual que en "El Carrizal", el riesgo medio corresponde a un alto porcentaje, en este caso el 54%. Una de las particularidades que exhiben los predios de estos conjuntos, en sus áreas de riesgo medio, es el desmedido saqueo de madera al borde de los caminos, lo cual contribuye a la acumulación de combustibles precisamente en los puntos más vitales, las vías de acceso.



Figura N° 4. Conjunto predial "Los Frailes" y "Rincón de las Rosas". Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

El riesgo de incendio bajo abarcó el 39.74% (fig. 1), de la superficie total, observándose sólo en cinco conjuntos prediales. En algunos de éstos existe un ligero equilibrio en relación con el índice de riesgo medio. Los conjuntos “El Carrizal” (fig. 2), y “Las Ánimas” (fig. 3), presentan la menor superficie de riesgo bajo, 15 y 70.5 ha. respectivamente. Esto último remarca la importancia de los dos conjuntos prediales, ya que la superficie con menor peligro de ocurrencia de incendio, es demasiado baja en relación a la superficie total de cada conjunto. Es decir, prácticamente el total de estos conjuntos prediales requiere de una atención inmediata.



Figura N° 5. Conjunto predial “Chiquilistlán”. Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

El conjunto predial "Chiquilistlán" (fig. 5), posee el mayor porcentaje, en relación a su superficie total, del nivel de riesgo de incendio bajo; esto es, el 63% que corresponde a 942 ha. Ello es muy aceptable sobre todo si se considera que estos predios se encuentran en una etapa de recuperación, ya que en épocas pasadas fueron sometidos a una intensa degradación.



Figura N° 6. Conjunto predial "Los Asoleaderos". Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

Para ilustrar mejor la dimensión que representan los tres índices de riesgo de incendio, se elaboraron mapas temáticos (ver figuras N° 2 al 9). Éstos se presentan por conjunto predial, señalándose las delimitaciones prediales respectivas. En estos mapas se señalan las áreas que corresponden a cada uno de los índices de riesgo de incendio.

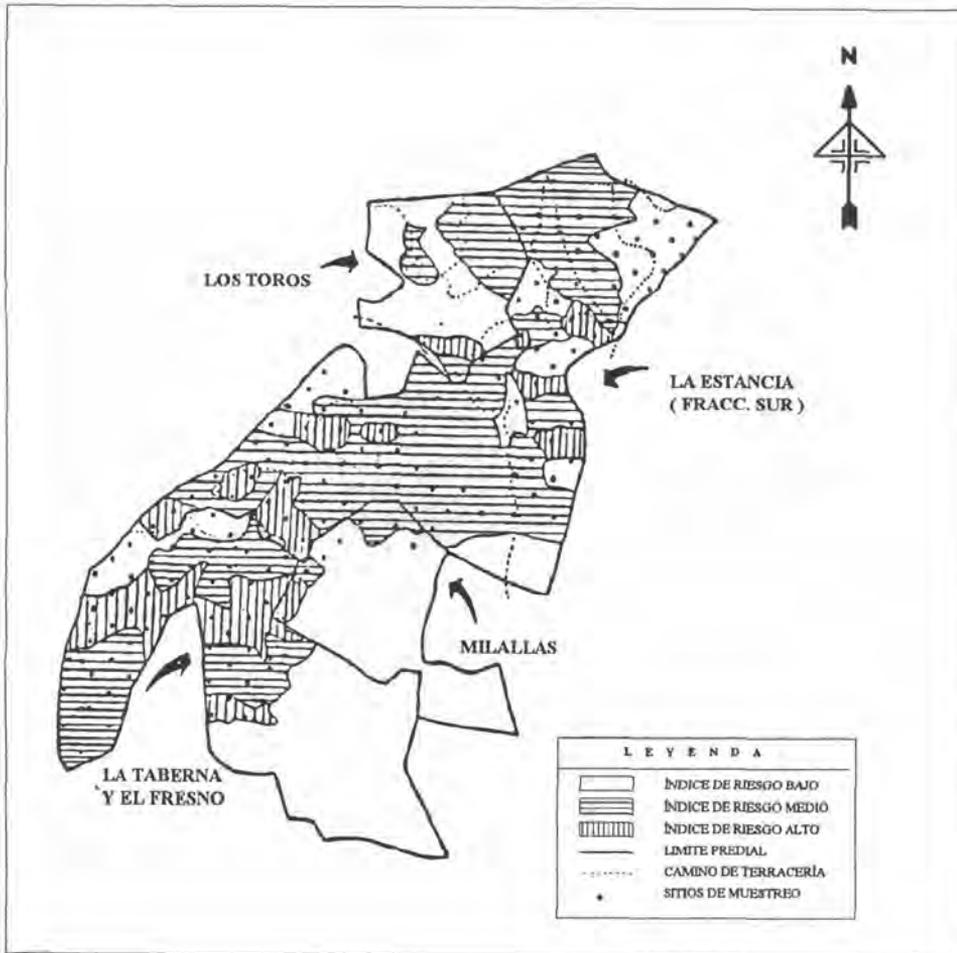


Figura N° 7. Conjunto predial “Las Piedras”. Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

En los mapas también se señala una ubicación aproximada de los sitios de muestreo y de los caminos. La decisión de incluir estos dos elementos se basó en tener un mejor control de la ubicación de las áreas de cada nivel de riesgo en cada predio, obteniéndose una mayor seguridad a fin de establecer o prescribir planes de prevención, protección o control. En este aspecto los caminos juegan un papel muy importante ya que tienen dos funciones primordiales: la primera de ellas es que son las vías de acceso a las áreas que se quieren atender, con lo que se ahorra tiempo y esfuerzo; la segunda contribución de los caminos es que éstos pueden funcionar como brechas corta-fuegos permanentes.



Figura N° 8. Conjunto predial “Lechuguilla”. Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

De acuerdo a una investigación realizada en el CIFAP-Jalisco en los años 1989 y 1990, la densidad actual de caminos y la superficie arbolada del predio, es adecuada para el establecimiento de planes de aprovechamiento, con un promedio de 31.25 m/ha; el parámetro internacional es de 25m/ha. para considerarlo adecuado, sin embargo, es importante señalar que dentro de un manejo integral deben considerarse varios aspectos, en este caso, los incendios forestales. De acuerdo al presente trabajo existen predios con una densidad excesiva de caminos, todos aquellos arriba del 31.25 m/ha. Aunque éstos representan un servicio muy importante, también constituyen un serio peligro para la incidencia de incendios, debido a que, como se mencionó anteriormente, muchos de estos incendios se originan por descuidos de excursionistas, pastores y otros individuos que transitan por ellos.



Figura N° 9. Conjunto predial “Santa Elena”. Delimitación de áreas con riesgo de incendio forestal.

En el área de estudio se encontró que el espesor de la materia orgánica en proceso de descomposición, ha llegado a ser en algunos lugares hasta de 15 cm. o más.

Los incendios forestales sólo podrán disminuirse si existe una cultura forestal, vigilancia en las áreas forestales y una aplicación estricta de la ley. Asimismo deberán probarse alternativas de combate y programas de prevención durante todo el año, basados en investigaciones. De acuerdo a lo anterior se sugiere lo siguiente:

1. Entre las labores que ayudarán a la prevención de los incendios se encuentran las quemas controladas.

2. Las quemas controladas deberán efectuarse bajo estricto control técnico. Entre otros aspectos, deberá cuidarse que se efectúen con la protección de "guardarrayas" necesarias, que se apliquen en la época del año más conveniente, que se utilice personal capacitado y extremar al máximo las precauciones. La época de aplicación varía según los objetivos, aunque en forma más segura puede hacerse en invierno.

3. Las áreas donde se apliquen quemas controladas deberán tener también como propósito que puedan servir como módulos demostrativos, en los que se aprecien las bondades de estas medidas previsorias.

4. Deberán continuar y establecerse en el área estudiada investigaciones sobre los incendios y el uso adecuado del fuego; valorando los beneficios, perjuicios, costos, repercusiones, etc. Siendo prioritarias las investigaciones tendientes a la reducción de materiales combustibles.

5. De ser posible las investigaciones sobre incendios forestales deberán basarse en la integración de grupos interdisciplinarios, con el fin de considerar la mayor parte de aspectos y dar mejores alternativas.

6. Se recomienda introducir nuevos cultivos forrajeros así como praderas artificiales y cambio de especies de ganado, con el fin de facilitar la estabulación, tendiendo a eliminar la dependencia de los campesinos de la región a la quema de pastos.

7. Ya que para los campesinos el fuego representa una forma barata y sencilla de eliminar la maleza y desperdicios en áreas de cultivos agrícolas, debe proporcionárseles asesoría y capacitación para su uso adecuado.

8. Todo programa de protección contra incendios deberá formularse en coordinación con el plan de manejo propuesto, principalmente si la silvicultura a aplicar es de carácter intensivo. De no existir una definición o programación clara de las áreas de corta, es conveniente considerar la propuesta de Show y Clark, *op. cit.*, en la que señalan que la magnitud del riesgo, las pérdidas probables y los intereses públicos serán los elementos de criterio al establecer un sistema de prioridades en la prevención de incendios forestales.

CONCLUSIONES

Con la metodología empleada es posible clasificar, dentro de una masa forestal, áreas de acuerdo a su riesgo de incendio.

1. Se definieron claramente tres niveles de índice de riesgo de incendio.
2. Las áreas de índice alto y medio, por su superficie y rango de peligro, constituyen una gran amenaza para los montes estudiados.
3. El aumento de riesgo de incendio sigue un patrón determinado, ya que las áreas con alta probabilidad de este siniestro se localizan en lugares con características similares como son: zonas de topografía accidentada, gran presencia de combustibles, sitios próximos a poblados, caminos o carreteras, así como zonas de pastoreo, áreas agrícolas, etc.
4. Las áreas que requieren de atención inmediata son las comprendidas dentro del conjunto predial "El Carrizal" (*Vid., supra*, fig. 2), seguidas de los conjuntos "Las Ánimas" (*Vid.*, fig. 3), y "Las Piedras" (*V.*, fig. 7).
5. Por presentar las mayores superficies de índice de riesgo medio en orden prioritario los siguientes predios a atender son: "Los Frailes" y "Rincón de las Rosas" (fig. 4), "Los Asoleaderos" (fig. 6), y "Chiquilistlán" (fig. 5).
6. Aunque la mayor superficie presenta un índice bajo, no se deben descuidar estas áreas, ya que potencialmente pueden llegar a formar parte de los índices medio y alto.

BIBLIOGRAFÍA.

- Aguirre, B. 1981. Efecto del fuego en algunas propiedades físicas de suelos forestales. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. U. A. CH. Chapingo, México. 73 p.
- Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 1974. Cartas de uso del suelo, Tapalpa E-13-B-14. Secretaría de la Presidencia, México.
- Flores, G. J. G. 1989. Caracterización y análisis de los caminos forestales de la sierra de Tapalpa, Jalisco. Inédito. 14p.

- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen. Ed. Lanos. 71p.
- Gómez, T. A. y Chávez, H. Y. 1984. Aplicación de criterios de agrología forestal al estudio de los suelos de los bosques de la zona oeste de Tapalapa, Jalisco. Rev. Ciencia Forestal. Nº 59. Vol. 11. INIF. 25p.
- Hudson, J. y Salazar, M. 1981. Las quemas prescritas en los pinares de Honduras. Serie miscelánea Nº 1. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras.
- Jefatura del Programa Forestal en Jalisco, 1987. Resumen de la campaña de incendios forestales 1986-1987. Propuesta a infraestructura para 1988. Delegación de la SARH en Jalisco. Guadalajara, Jalisco, México.
- Komarek, E.U. 1967. Fire and ecology of man. Proc. Tall. Timbers Fire Ecology conference Nº 6. Tallahassee, Florida, U.S.A.
- Ley Forestal 1926. "Diario Oficial de la Federación del 11 de febrero de 1926" pp. 14-27
- Salazar, L. y Power, J. 1988. Geographic Information System, GIS aplicaciones in the urban/wildland interface. Poster paper presented at the Fire Safe California Symposium, March 24-25, 1988. California, Politechnic State University, Pomona, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. U.S.D.A. Forest Service, Riverside Fire Laboratory.
- Sánchez, C. J. y Zerecero, L.G. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Nota divulgativa Nº 9. CIFONOR. INIF. SFF. SARH.
- SARH. 1987. Incendios Forestales. Resultados de la campaña de incendios de 1987. Tríptico s/n. México, D.F.
- Show, S.B. y Clarke, B. 1953. La lucha contra los incendios forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Subsecretaría de Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. 1986. Como se realiza una quema controlada. SARH México, D.F.
- Spurr, H. y Barnes, B. 1982. Ecología Forestal. AGT. Editor, S.A , México, D.F.
- Toledo, M.R. 1988. Niveles de riesgo en incendios forestales. Inédito.
- Willson, C. y Sorenson, J. 1979. Algunos factores comunes acerca del comportamiento del fuego, en casos de incendios forestales trágicos y casi trágicos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. USA.

APLICACIÓN DE HERBICIDAS PARA LIBERAR LA REGENERACIÓN DE PINOS EN ÁREAS INCENDIADAS.

Vázquez Collazo Ignacio *

Pérez Chávez Rogelio **

Pérez Chávez Ramón ***

RESUMEN.

En áreas incendiadas, la competencia entre los brinzales y las malezas por agua, nutrientes y luz, es crítica; por tal razón, se ensayó el tratamiento químico como una herramienta para liberar a la regeneración de pinos en áreas afectadas por el fuego. Se probaron cinco herbicidas bajo dos tipos de exposición del terreno, en dos épocas del año y en diferentes dosis. Los resultados indican que existe una amplia diferencia entre los productos utilizados, dependiendo de su origen, modo de acción y selectividad, sin existir diferencia en el comportamiento de los herbicidas, considerando la exposición del terreno y la dosis utilizada, pero sí se manifestó discrepancia al considerar la época de aplicación.

Palabras clave: Incendios, herbicidas, regeneración, *Pinus*.

ABSTRACT.

In areas burned by fire, competition between saplings and weeds for water, nutrients and light is critical. Hence, chemical treatment was tried as a tool to release pine regeneration in areas affected by fire. Five herbicides were tested under two kinds of land exposures, in two different seasons and at various doses. Findings show there is a difference between the products used depending on their origin, mode of action and selectivity with no difference in herbicide behavior, considering the land exposure and dose used. However, a discrepancy was found regarding the time of application.

Key words: Fires, herbicide, regeneration, *Pinus*.

* Ing. Agrónomo Parasitólogo. M.C. Investigador de la Sección de Protección Forestal del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH.

** Ing. Agrónomo Forestal. Investigador de la Sección de Protección Forestal del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH.

*** Ing. Agrónomo Forestal. Investigador de la Sección de Manejo de Bosques del Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP-SARH

INTRODUCCIÓN.

Las áreas deforestadas aumentan día con día, debido a varias razones; talas inmoderadas, presencia frecuente de plagas y enfermedades, incendios forestales e inadecuadas intervenciones silvícolas, que no permiten el establecimiento de la regeneración en forma natural.

Las causas de esta falta de restauración pueden ser diversas:

- El cambio total del uso del suelo.
- Rodales sobreexplotados.
- Existencia de un dosel arbustivo o herbáceo denso, con una capa de materia orgánica muy gruesa que impida el contacto de la semilla con el suelo mineral.
- La presencia de plagas y enfermedades de conos y semillas.
- El hecho de que los brinzales una vez establecidos, entren en competencia por la luz y nutrientes con el estrato herbáceo y dado su temperamento intolerante, mueran.

Se considera que en áreas donde se presentan incendios forestales superficiales, que provocan la desaparición de la gruesa capa de materia orgánica, el fenómeno de la competencia es uno de los más importantes para lograr el establecimiento de la regeneración natural; dicha competencia propicia también que las malas hierbas obtengan condiciones óptimas para su propagación y desarrollo dada la rapidez con que se efectúa su ciclo biológico, superando fácilmente el crecimiento de los brinzales al formar un dosel superior con una cobertura que hace que la luz requerida por las plántulas de pino para su desarrollo sea insuficiente, el crecimiento de las mismas sea raquítico, llegando incluso a perecer por la insatisfacción de esta necesidad.

Son tres los objetivos básicos de este trabajo:

- 1) Encontrar una práctica económica y eficiente que permita liberar la regeneración de la competencia con las malas hierbas en áreas incendiadas.
- 2) Definir la época adecuada de aplicación de los herbicidas.
- 3) Localizar para la región, la dosis económica del herbicida seleccionado.

ANTECEDENTES.

1. Del incendio.

Durante el periodo de estiaje 1982-1983, que fue particularmente seco, se presentaron dos incendios forestales internacionales en el campo experimental forestal Barranca de

Cupatitzio (CEFBC); en la zona de Malpaís se produjo un incendio subterráneo muy difícil de controlar, mientras que en las áreas de Ojo de Agua y Semillera, el siniestro fue de tipo aéreo, debido a las fuertes pendientes y a las grandes cantidades de combustible existentes en la zona.

Una vez controlado el siniestro, se llevó a cabo una evaluación de la superficie afectada (179-34-00 ha.); posteriormente, se realizó un muestreo con una intensidad del 10%, para detectar el número de árboles muertos y la presencia de plagas y enfermedades. Al finalizar la época de lluvias (noviembre), se efectuó otro muestreo con la finalidad de evaluar la intensidad de la regeneración, obteniéndose un valor promedio de nueve brinzales por m², equivalente a una densidad de regeneración de 90 000 plantas/ha., que se consideró excelente, pues en áreas contiguas no incendiadas la regeneración fue nula. A los cuatro meses de haberse evaluado la regeneración (un año después del incendio), se llevó a cabo una cuantificación de la población de brinzales/ha., determinando que la regeneración había decrecido en un 45%, debido principalmente a la fuerte competencia por la luz y los nutrientes entre aquella y la población de malas hierbas.

Los estudios sobre supresión de especies maderables por pastos han sido amplios, no así los factores responsables del reducido crecimiento y pobre apariencia de las mismas. Todo indica que la competencia por humedad no es el factor directo responsable de la reducción en el crecimiento de las especies estudiadas, la competencia por el elemento nitrógeno sí tiene un efecto significativo en el desarrollo de las mismas, a través de un bioensayo, se demostró que la competencia natural y de los pastos incluye el mecanismo de la alelopatía, ya que al colocar lixiviados de las raíces de *Festuca rubra*, *Lolium perenne* y *Poa pratensis* en plantas de *F. intermedia*, se logró inhibir el crecimiento radical de esta última especie¹.

En una investigación realizada por Balneaves², en *Pinus radiata*, se determinó que grandes poblaciones de pastos pueden causar la muerte de los árboles debido a la fuerte competencia que existe por la luz y nutrientes; en un área donde se tenía una supervivencia del 95%, después de dos años se redujo al 54% básicamente por la competencia con las malas hierbas.

De la observación del fenómeno de competencia y sus efectos sobre la regeneración, surgió la idea de aplicar una labor silvícola con el objeto de obtener niveles óptimos de densidad de plántulas/ha.; cabe mencionar que la aplicación de herbicidas en áreas incendiadas para liberar la regeneración sólo se justifica cuando dichos niveles sean deficitarios.

¹ Fales S.L. y Wakefield R.C. 1981. "Effects of turfgrass on the establishment of woody plants". pp.605-610.

² Balneaves J.M. 1982. "Grass control for *Radiata Pine* establishment on droughty sites". pp.259-276.

2. Del tratamiento químico.

En silvicultura es muy importante la reacción que tienen las plantas a la sombra: si las especies que requieren luz son las más valiosas, empleando diferentes métodos silvícolas, entre los que se encuentra el tratamiento químico, se pueden eliminar las especies que no tienen valor comercial³.

Los principales objetivos de los tratamientos químicos son: reducir temporalmente la dominancia potencial de la vegetación indeseable⁴, eliminar la competencia y liberar los árboles en crecimiento de la vegetación competitiva⁵.

Fryer⁶, llevó a cabo una investigación sobre el efecto de cuatro herbicidas en la fertilidad del suelo; los resultados obtenidos después de 16 años demostraron que no existe un efecto adverso en el desarrollo de las plantas causado por el uso de herbicidas, tampoco una predisposición de las plantas hacia ciertos patógenos del suelo: no se reduce el porcentaje de germinación de las semillas, ni el peso de las mismas y tampoco se ve afectada la fertilidad del suelo.

Muchos de los químicos utilizados en el bosque pueden tener efectos indeseables en el ecosistema; la mayoría de los herbicidas usados en silvicultura son tóxicos en grado variable y peligrosos si se ponen en contacto o son ingeridos por humanos y animales. El 2,4-D y el 2,4,5-T pueden persistir en el suelo, agua y plantas por semanas, meses y años dependiendo de los factores físicos y químicos que los rodean⁷.

Estudios recientes muestran que el 2,4,5-T contiene menos de 0.1 ppm de dioxina llamada TEDD, sustancia conocida como cancerígeno y teratogénico: cuando la concentración de la dioxina es mayor a 0.1 ppm, existe el peligro de que si los animales y humanos la consumen, se puede inducir la formación de fetos deformados o cáncer, Goor, *op.cit.* Sin embargo, la probabilidad de que los herbicidas produzcan daño directo a la fauna es muy bajo; la aplicación de 1 kg/ha. da niveles residuales iniciales de 100 ppm y menos de 0.05 ppm en corrientes de agua, Daniel, *op.cit.*; además los herbicidas son rápidamente degradados por la flora microbiana y muy rara vez se pueden detectar residuos del producto pasado un año de la aplicación, Fryer, *op.cit.*

De acuerdo con Hallett⁸, no existe problema de residuos de herbicidas cuando éstos se aplican en las dosis recomendadas; en estudios efectuados en viveros forestales, se

³ Daubenmire R.F. 1979. Ecología Vegetal, Tratado de autoecología de plantas

⁴ Daniel et al. 1982. Principios de Silvicultura.

⁵ Aguirre C.B. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo.

⁶ Fryer J.D. 1981. "Herbicidas: ¿Do they affect soil fertility span?" pp. 5-10

⁷ Goor A.Y. y Barney C.W. 1976. Forest tree planting in arid zones.

⁸ Hallett R.D. 1982. Seedling. Injury by simazine and other triazine herbicides.

determinó que el 85% de la simazina y el 90% de la propazina (herbicidas derivados de las triazinas), se eliminaron seis meses después de la aplicación; estos herbicidas no afectan la germinación de las semillas, sin embargo, pueden causar graves daños a las plántulas en desarrollo.

En general, los herbicidas son productos no móviles en el suelo, ya que se fijan con fuerza a las partículas de arcilla y materia orgánica, de modo que rara vez se encuentran abajo de los primeros 15 cm. de profundidad⁹, Daniel, *op. cit.*

La utilización de herbicidas con el propósito de eliminar la vegetación indeseable ha aumentado desde 1950, Goor, *op. cit.*, ya que su uso además de reducir el costo del combate de las malezas, ayuda a conservar la humedad del suelo, mantiene su efecto por un tiempo considerablemente largo, no perjudica a la fauna silvestre y causa poco o nulo daño a las coníferas, Daniel, *op. cit.*; Goor, *ibid.* Los productos orgánico sintéticos más utilizados en la actualidad son los siguientes: simazina, amitrol, atrazina, 2,4-D; 2,4,5-T, dalapon, tardon, silvez, asulox, faena, gramoxone, ammate, picloran, asulan y bifenox¹⁰, Aguirre, *op. cit.*; Daniel, *ibid.*

La vegetación indeseable es más sensible a los fenoxi-herbicidas a principios del verano, época en la que se tiene una reducción substancial en la tasa de crecimiento de las malezas, sin que importe la sensibilidad de las coníferas, Daniel, *ibid.*; se recomienda que para obtener un buen resultado en el control de malas hierbas, se debe aplicar el herbicida cuando están en desarrollo vigoroso para que no se produzca el daño a las coníferas^{11,12}, Goor, *op. cit.* Cuando el objetivo es liberar los pinos de la competencia, la aplicación debe hacerse en otoño, una vez que las coníferas estén en latencia y cuando el crecimiento de las malezas es todavía activo, Daniel, *op. cit.*; Siren, *ibidem.*

3. De los herbicidas.

Auxinas sintéticas.

El 2,4-D fue descubierto como regulador del crecimiento en 1942 por Zimmerman y Hitchcock; el ingrediente activo es el ácido 2,4 dicloro fenoxiacético. El ácido es muy volátil y corrosivo, por lo que las formulaciones comerciales se preparan como sales, aminas o ésteres del producto; las formulaciones de sales y ésteres son las que se encuentran con mayor frecuencia en el mercado.

⁹ Klingman G.C. y Ashton F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas.

¹⁰ Heidman L.J. 1984. Using herbicides for reforestation in the Southwest.

¹¹ Hawley R.C. y Smith D.W. 1972. Silvicultura Práctica.

¹² Siren G. 1979. Otros tratamientos culturales. Memorias del curso de Silvicultura.

Los ésteres pueden clasificarse en poco y muy volátiles, por lo que en caso de zonas con vientos moderados, es preferible hacer aplicaciones de ésteres poco volátiles; además las formulaciones de ésteres son más tóxicas que las sales, debido a que los primeros penetran con mayor eficacia en las hojas y otras superficies de la planta¹³.

Por lo común, el 2,4-D perdura de 2 a 4 semanas en el suelo, ya que es fácilmente degradado por la acción de los microorganismos y desaparece rápidamente en suelos orgánicos cálidos y húmedos; se ha observado que existe una correlación directa entre el número de bacterias en el suelo y el índice de desaparición del herbicida, las sales del 2,4-D se absorben en los suelos con alto contenido de materia orgánica, pero en suelos ligeros (arenosos), se lixivian con facilidad, Waver, *op.cit.*

Ureas.

El karmes fue desarrollado por Dupont en el año de 1952, se usó inicialmente como un herbicida total¹⁴; se conoce también como diuron, que es el nombre común del 3 - (3,4-diclorofenil) -1,1-dimetil urea. Los productos derivados de las ureas son herbicidas persistentes que se utilizan para controlar todo tipo de malezas de manera preemergente o para prevenir la emergencia de las mismas en suelos sin cultivos; el karmex por sí sólo tiene poca actividad foliar en la mayoría de las plantas, pero si se añade un adherente a la solución, se obtiene una considerable toxicidad aérea, Klingman, *op.cit.*

Los herbicidas del tipo urea son, relativamente, persistentes en el suelo; bajo condiciones de temperatura y humedad favorables pueden permanecer hasta 24 meses. Uno de los principales factores que intervienen en la descomposición del karmex es la población de microorganismos; en condiciones de humedad y temperatura moderadas, algunos géneros de bacterias (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Sarcina* y *Bacillus*) y hongos (*Penicillium* y *Aspergillus*) pueden utilizarlo como fuente de energía, Klingman, *op.cit.*

Bipiridílicos.

El gramaxone o paraquat, que es un herbicida sintetizado a partir de la piridina, fue introducido en 1958 por la Imperial Chemical Industries de Inglaterra, Cremlyn, *op. cit.*; es el nombre común del ión 1,1- dimetil - 4,4 bipiridino. Los herbicidas bipiridílicos son de contacto, es decir matan rápidamente a toda planta verde donde caen, Cremlyn, *idem*. Se obtienen mejores resultados cuando se efectúa la aplicación por la tarde, deduciéndose que existe transportación interna durante la noche, antes de que se presente una fitotoxicidad aguda inducida por la luz.

¹³ Weaver R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura.

¹⁴ Cremlyn R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica.

Propiedad importante del paraquat es la rapidez con que es inactivo en el suelo; esto se debe a la reacción entre el catión de carga doble del herbicida y los sitios de carga negativa de los minerales arcillosos. De hecho, la molécula del herbicida es fuertemente presionada por la estructura de la arcilla y absorbida por los coloides del suelo, Klingman, *op.cit.*

Alifáticos.

Al herbicida faena o glifosato también se le conoce como roundup; se obtiene a partir de glicina y ácido clorometil fosfónico. El glifosato es un herbicida sistémico postemergente, no selectivo, que se recomienda para el control de pastos y malezas de hoja ancha, anuales y perennes, Cremlyn, *op.cit.*; Heidmann, *ibidem*, Klingman, *ibid.*

Los síntomas de toxicidad se desarrollan lentamente y durante 1 a 3 semanas pueden no ser observados, Klingman, *idem*.

Jaworski *cit.pos.* Kligmann, sugiere que el glifosato es degradado con rapidez en el suelo o en agua con materia orgánica en suspensión, y en las plantas superiores es más resistente a la descomposición.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Descripción del área.

El trabajo de campo se estableció en el CIFBC, en dos exposiciones de terreno (SE y NE) con una pendiente del 20%; en el estrato arbóreo se presentan tres especies de pino: *Pinus michoacana*, *P. douglasiana* y *P. lawsonii*. El estrato herbáceo está formado por las siguientes especies: *Piqueria trinerva* (Compositae), *Salvia lavanduloides* (Labiatae), *Phaseolus heterophyllus* (Papilionaceae), *Festuca amplissima* (Graminae), *Heterotheca inuloides* (Compositae), *Baccharis conferta* (Compositae), *Desmodium callilepis* (Papilionaceae), *Gnaphalim* sp. (Compositae), *Caenothus coeruleus* (Rhamnaceae) y *Pteridium* sp. (Polypodiaceae)¹⁵. El género *Pteridium* sp. cuenta con un mayor porcentaje de cobertura (40% como valor medio).

Experimentos de campo.

Los trabajos de campo se iniciaron durante el período de secas de 1984; se establecieron dos

¹⁵ Bello G.M.A. 1985. Comunicación personal.

experimentos en diferente exposición de terreno (SE y NE), con dosis en 4 lt/ha. en la exposición SE y de 6 lt/ha. en la exposición NE., el diseño utilizado consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones, que se ubicaron en relación a la pendiente (posición en la pendiente) y cinco tratamientos. En el cuadro N° 1, se puede observar la dosis de ingrediente activo (aplicada por ha.) de cada uno de los productos seleccionados, de acuerdo con la exposición del terreno.

| TRATAMIENTO | PRODUCTO | DISTRIBUIDOR | EXPOSICIÓN | |
|-------------|--------------|----------------------|------------|----------|
| | | | SE | NE |
| 1 | KARMEX | DUPONT | 3.2 KG | 4.8 KG |
| 2 | ESTERON 47 M | DOW | 1.6 LT | 2.4 LT |
| 3 | GRAMOXONE | ICI | 0.8 LT | 1.2 LT |
| 4 | FITOAMINA 49 | AGRICULTURA NACIONAL | 1.640 LT | 2.460 LT |
| 5 | TESTIGO | | SÓLO AGUA | |

Cuadro N° 1. Cantidad de ingrediente activo aplicado por hectárea de acuerdo con la exposición del terreno.

La parcela útil fue de 9m² y la aplicación de los herbicidas se llevó a cabo con aspersoras manuales de émbolo marca Expo, con una capacidad de 15 lt. En el caso de karmex se utilizó el adherente Super Coral ADH, en una dosis de 20cc/100 lt. de agua.

La evaluación de los herbicidas se efectuó mediante una escala elaborada en base a la superficie dañada del follaje en las malas hierbas; los valores de dicha escala se presentan a continuación:

| VALOR | SUPERFICIE DE FOLLAJE DAÑADA (%) |
|-------|----------------------------------|
| 0 | Sin daño aparente |
| 1 | 1 a 20 |
| 2 | 21 a 40 |
| 3 | 41 a 60 |
| 4 | 61 a 80 |
| 5 | 81 a 100 |

Para tener una idea más clara de los valores dados en la escala, la figura N°1 ilustra los diferentes porcentajes de daño en porciones de plantas de *Pteridium* sp., así como una fracción de planta sana.



Valor 0 = hoja sana (parte superior izquierda)

Valor 5 = hoja muerta (parte inferior derecha)

Figura N° 1. Diferentes porcentajes de follaje dañado

Los experimentos fueron observados durante un periodo de seis meses, se hicieron visitas periódicas cada 15 días, con el propósito de determinar el efecto secundario de los herbicidas en las malas hierbas, también se evaluó el efecto dañino producido por estos productos en los brinzales.

Para el cálculo del análisis de varianza (ANVA), se consideró el daño producido por el herbicida (escala) con una confiabilidad del 95%; la separación de medias se efectuó a través del método de comparaciones con contrastes ortogonales¹⁶, que consiste en fraccionar la suma de cuadrados de tratamientos en tantas veces como grados de libertad tenga la misma; esta participación está basada en hipótesis, de acuerdo con el problema que se quiera resolver. Para el cálculo de la suma de cuadrados del contraste, se utiliza la fórmula siguiente:

¹⁶ Santizo R.A. 1983. Notas del curso de Diseños Experimentales.

$$SC(\hat{C}_j) = \frac{n(\hat{C}_j)^2}{\sum (C_i)^2}$$

donde :

n = número de repeticiones

(\hat{C}_j) Producto de la media de los tratamientos por el contraste.

$\sum (C_i)^2$ = Suma de los cuadrados del contraste.

En el otoño se repitieron los experimentos, ya que en la aplicación de primavera se observó fitotoxicidad en los brinzales causada por algunos herbicidas. Los trabajos fueron similares a los establecidos en la primera ocasión, sustituyendo el herbicida karmex por el faena, pues los resultados mostraron nulo efecto del primero sobre las malezas; la cantidad aplicada del herbicida faena fue de 1.436 kg/ha. en la exposición SE y de 2.154 kg/ha. en la exposición NE.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante las aplicaciones de primavera y otoño, se estableció un último experimento en la exposición NE durante el invierno de 1985, con el propósito de determinar la dosis adecuada del herbicida faena para el control de malas hierbas. El diseño utilizado consistió en bloques al azar con cuatro repeticiones (posición en la pendiente) y cinco tratamientos que se desglosan en el cuadro N° 2; el experimento tuvo las mismas características y forma de evaluación de los anteriores, sólo que en este caso, la separación de medias se llevó a efecto mediante la prueba de Tukey *cit. pos.* Santizo.

| TRATAMIENTO | PRODUCTO | EQUIVALENTE ÁCIDO/HA | DOSIS LT/HA |
|-------------|----------|-------------------------|----------------|
| 1 | TESTIGO | SÓLO AGUA | — |
| 2 | FAENA | 0.718 KG. | 2.0 |
| 3 | FAENA | 1.077 KG. | 3.0 |
| 4 | FAENA | 1.436 KG. | 4.0 |
| 5 | FAENA | 1.795 KG. | 5.0 |

Cuadro N° 2. Cantidad de ingrediente activo aplicada por hectárea en los diferentes tratamientos.

Pruebas de laboratorio.

Los resultados de las aplicaciones de primavera y otoño mostraron que el herbicida gramoxone es altamente tóxico para los brinzales en las dosis aplicadas (4 y 6 lt/ha); por ello, se llevó a cabo una prueba de laboratorio para determinar si con dosis más bajas se presentaba el fenómeno. Se utilizaron brinzales de *Pinus michoacana* y *P. douglasiana* de un año de edad, aplicando las siguientes dosis: 2 ml/lt (0.4 ml de ingrediente activo), 4 ml/lt (0.8 ml de ingrediente activo) y 6 ml/lt (1.2 ml de ingrediente activo). La aplicación se efectuó con una bomba manual Expo y los brinzales se colocaron bajo condiciones ambientales.

La evaluación de la prueba se hizo en forma diaria para determinar el tiempo en que se presentaron los daños y observar si hay relación directa entre la dosis aplicada y la aparición de los síntomas fitotóxicos; por otro lado, se hicieron cortes de las hojas para determinar el daño que sufren las mismas a causa del herbicida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Aplicación de primavera.

Los resultados obtenidos en los experimentos establecidos durante el periodo de secas indican que no hay diferencia entre el comportamiento de los productos aplicados, considerando la exposición del terreno y las especies de coníferas, ya que en las dos exposiciones los resultados fueron similares (cuadro N° 3 y N° 4).

| FACTOR DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SC | CM | F. CALCULADA | F. TABULADA |
|----------------------------|--------------------|------|--------|----------------------|-------------|
| TRATAMIENTOS | 4 | 29.7 | 7.425 | 33.0** | 5.41 |
| BLOQUE | 3 | 1.8 | 0.0600 | 2.66 NS | |
| ERROR | 12 | 2.7 | 0.225 | | |
| TOTAL | 19 | 34.2 | | | |
| ** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO | | | | NS: NO SIGNIFICATIVO | |

Cuadro N° 3. Análisis de varianza del experimento establecido en la exposición SE (primavera).

El grupo de contrastes ortogonales para los dos experimentos es el mismo y se conforma como sigue:

Contraste a: $1 + 1 + 1 + 1 - 4 = 0$

Contraste b: $1 - 1 + 1 - 1 + 0 = 0$

Contraste c: $1 + 0 - 1 + 0 + 0 = 0$

Contraste d: $0 + 1 + 0 - 1 + 0 = 0$

En el cuadro N° 5 se muestra la descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos en cuatro sumas de cuadrados de contrastes ortogonales para la exposición SE, mientras que en el cuadro N° 6 se muestran los resultados correspondientes a la exposición NE.

| FV | GL | SC | CM | F. CALCULADA 0.05 |
|----------------------------------|----|------|-----------------------------|----------------------|
| TRATAMIENTOS | 4 | 29.7 | 7.428 | 33.0** |
| C ₀ | 1 | 7.2 | 7.2 | 32.0** |
| C ₁ | 1 | 4.0 | 4.0 | 17.73** |
| C ₂ | 1 | 18.0 | 18.0 | 80.0** |
| C ₃ | 1 | 0.5 | 0.5 | 2.22 NS |
| ERROR | 12 | 2.7 | 0.225 | |
| **ALTAMENTE SIGNIFICATIVO | | | NS: NO SIGNIFICATIVO | |

Cuadro N° 5. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres de tratamientos en contrastes ortogonales (exposición SE).

De los resultados obtenidos en el cuadro N° 5 se infiere la siguiente conclusión estadística: las hipótesis H₀, H₁ y H₂ se rechazan, mientras que la H₃ no.

Esta conclusión nos dice lo siguiente:

1) Que con la aplicación de cualquier herbicida se obtienen mejores resultados que si no se aplica nada.

gramoxone, donde el valor de la media para las dos exposiciones fue de 4.0 lo que se puede explicar por la acción disecante del herbicida¹⁸, Klingman, *op. cit.*; por otro lado, aún cuando la aplicación se llevó a cabo en la mañana, el efecto del producto fue excelente (fig. N° 2), contradiciendo lo expresado por Klingman y Ashton *ibid.*, en el sentido de que se tienen mejores resultados en el campo cuando se realiza por la mañana o al mediodía.



a). Exposición SE



b). Exposición NE

Figura N° 2. Parcelas tratadas con gramoxone durante la aplicación de primavera.

En el caso de los productos karmes, esterón 47 M y fitoamina, se pudo observar un ligero incremento en el daño a las malas hierbas al aumentar la dosis por ha.; sin embargo, los resultados indican que el efecto de dichos productos es muy inferior al del gramoxone. En el caso de karmes, es probable que el poco efecto (0.25 en dosis de 4 lt/ha. y 1.0 en dosis de 6 lt/ha.), del producto en el control de malas hierbas se deba a que la dosis de surfactante empleada fue tan baja que no permitió el buen funcionamiento del producto, Klingman, *op.cit.*; en el caso de los herbicidas derivados del ácido dicloro fenoxiacético, la toxicidad fue baja: el esterón tuvo un valor medio de 1.2 en la dosis de 4 lt/ha. y de 1.75 en la dosis de 6 lt/ha., mientras que los valores dados por la fitoamina fueron de 0.75 y 1.25 respectivamente.

Este reducido efecto de los herbicidas se debió a que la aplicación se efectuó cuando el

¹⁸ Rojas G. M. 1980. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores.

crecimiento de las malas hierbas era lento, puesto que el producto se concentra en los tejidos jóvenes, ya sea embrionario o meristemático; las yemas que sufren una rápida diferenciación y las que se encuentran en un estado de gran actividad fisiológica durante la aplicación, son las que muestran los mayores efectos, Klingman, *idem*.

Además, las plantas prevalentes en la época de secas son plantas anuales o perennes que están en la última etapa de su desarrollo, por lo que es más difícil la absorción y translocación del producto, ya que la superficie cerosa es más gruesa, Klingman, *op.cit.*; Weaver, *ibid*. Para su control, se sugiere la aplicación de 2, 4, 5-T, Waver, *ib*.

Otro fenómeno que se apreció fue que el herbicida esteron 47M presentó mayor toxicidad que la fitoamina; esto concuerda con lo observado por Kligman, *ibidem*., quien señala que las formulaciones ésteres del 2, 4-D son consideradas las más tóxicas para las plantas.

Por lo menos existen tres explicaciones posibles para este proceso:

1. La volatilidad del producto permite la absorción de los gases a través de los estomas.
2. La acción humectante del éster, parecido al aceite, puede realmente ayudar a la penetración de los estomas.
3. Las formas ésteres, con su baja polaridad, son compatibles con la cutícula ayudando a la penetración directa a través de la misma.

También se registró un daño mínimo en los testigos (0.25 en la dosis de 4 lt/ha. y 0.50 en la dosis de 6 lt/ha.), debido al arrastre de los productos por el viento al momento de la aplicación; posiblemente la velocidad del viento en ese punto fue superior a los 16 km por hora, Heidmann, *op.cit*.

Por último, se observó fitotoxicidad en los brinzales de las tres especies de pino causada por los herbicidas gramoxone y esteron 47M (cuadro N° 7); en el primer caso, se presentó inicialmente la formación de lesiones en forma de banda circular, de color amarillo; más tarde las plántulas tomaron un color café bronceado y posteriormente perecieron (fig. N° 3). Este daño se puede confundir con síntomas producidos por deficiencia de magnesio o potasio, pudrición radical, efecto de calor y ácaros, Hallett, *op.cit*.

En el caso del esteron 47M se observó, en algunos brinzales, un amarillamiento y distorsión del meristenio apical (fig. N° 3), pero sin causar la muerte de las plántulas. El promedio de brinzales dañados por gramoxone en la exposición SE (4 lt/ha.), fue de 62.3%, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.), fue de 65%, no existiendo diferencia estadística de acuerdo con la dosis empleada; con el herbicida esteron 47M se obtuvo, en la exposición SE (4 lt/ha.), un 21% de plántulas dañadas, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.),

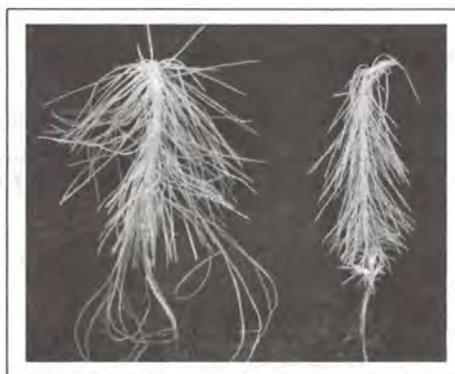
el valor fue de 26.6 %, lo cual indica que el comportamiento en las dos exposiciones fue similar.



a



b



c

Figura N° 3. Brinzales con síntomas de fitotoxicidad producida por gramoxone (a, b,) y esterón (c).

En ningún tratamiento hubo muerte total del estrato herbáceo, siendo el género *Pteridium* el que presentó mayor resistencia en esta época del año (primavera); esto concuerda con lo reportado por Heidmann, *op.cit.*, en el sentido de que para obtener mejores resultados en la utilización de los herbicidas, se deben aplicar en verano u otoño, cuando la vegetación se encuentra en estado de desarrollo vigoroso.

Se denota que el comportamiento entre bloques es similar a la aplicación de primavera, es decir, que no hay influencia de la posición de la parcela dentro de la pendiente en el efecto de los herbicidas sobre las malas hierbas y en la regeneración, en los dos tipos de exposición.

Las hipótesis y los contrastes ortogonales de estos experimentos fueron iguales a los de la aplicación de primavera, recordando que en esta estación (otoño), se sustituyó el herbicida faena por el herbicida karmex. La descomposición de la suma de cuadrados de tratamientos, en las dos exposiciones, en cuatro sumas de cuadrados de los contrastes, se pueden observar en los cuadros N° 9 y N° 11.

| FV | GL | SC | CM | F. CALCULADA |
|-----------------------------------|----|-------|-----------------------------|--------------|
| TRATAMIENTOS | 4 | 38.30 | 9.58 | 46.05 |
| C ₀ | 1 | 18.05 | 18.05 | 86.77** |
| C ₁ | 1 | 20.25 | 20.25 | 97.35** |
| C ₂ | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 NS |
| C ₃ | 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 NS |
| ERROR | 12 | 2.5 | 0.208 | |
| ** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO | | | NS: NO SIGNIFICATIVO | |

Cuadro N° 9. Descomposición de la suma de cuadrados y grados libres de tratamientos en contrastes ortogonales (exposición SE).

La conclusión estadística nos indica que se rechazan las hipótesis H_0 y H_1 , mientras que las hipótesis H_2 y H_3 no. Traslada esta conclusión estadística a la práctica, podemos decir que:

- 1) Es mejor aplicar cualquier herbicida que no aplicar nada.
- 2) La suma de los efectos de los herbicidas gramoxone y faena es diferente a la suma de los efectos de los herbicidas esterón 47M y fitoamina.
- 3) El efecto del herbicida gramoxone es igual al efecto del faena.
- 4) El efecto del herbicida esterón 47M es igual al efecto del herbicida fitoamina.

La conclusión estadística del tratamiento químico en la exposición NE es la siguiente: se rechazan las hipótesis H_0 y H_1 y no se rechazan las hipótesis H_2 y H_3 ; esta conclusión nos indica que:

- 1) El efecto de cualquier herbicida, para el control de malas hierbas, es mejor que si no se aplican.
- 2) El efecto de los herbicidas faena y gramoxone es diferente y mayor que el de los herbicidas derivados del ácido fenoxiacético.
- 3) El efecto del herbicida gramoxone es igual al efecto del herbicida faena.
- 4) El efecto del herbicida esteron 47M es igual al de la fitoamina.

Aunque los resultados en las dos exposiciones son similares, se puede observar que hay un efecto directamente proporcional al aumentar la dosis del producto, fenómeno que no se pudo apreciar en la aplicación de primavera, y sí se presentó en esta época del año, pues las plantas están en su máxima actividad fisiológica, Heidmann, *op.cit.* El fenómeno fue más notable con faena y gramoxone, ya que en la exposición SE (4 lt/ha.), se registraron medias de 3.5 para ambos productos, mientras que en la exposición NE (6 lt/ha.), se presentaron medias de 4.5 y 5.0 respectivamente; sin embargo, para estos herbicidas no existe diferencia significativa, aunque la acción de faena es mucho más lenta que la acción de gramoxone.

Esto se debe a que faena es un producto sistémico que debe ser absorbido por la planta, translocado a todas las partes de la misma, para posteriormente iniciar su acción herbicida al interferir con la biosíntesis de la fenilalanina, mientras que gramoxone es un producto desecante que actúa en corto tiempo, Cremlyn, *op.cit.*; Klingman, *ibid*; Rojas, *idem*.

El efecto del herbicida faena se observó por vez primera a los 15 días de haberse aplicado el producto; se inició con una clorosis, marchitamiento en los márgenes de las láminas foliares, que con el tiempo se hizo extensivo a toda la hoja y por último, ocasionó la muerte de la planta; todo el proceso se llevó a cabo en un período no mayor a los dos meses.

En el caso de los herbicidas derivados del ácido diclorofenoxiacético (esteron 47M y fitoamina), no se presentó un efecto proporcional al aumentar la dosis del ingrediente activo. Se esperaba que este tipo de herbicidas sistémicos efectuara buen control de las malas hierbas en esta época del año (otoño); sin embargo, el efecto fue bastante leve en las dos exposiciones para los dos productos, si se compara con los herbicidas anteriores; esto posiblemente se deba, en el caso del esteron 47M, a que es un compuesto no polar (hidrofóbico), que atraviesa sin dificultad la cera cuticular, pero se le dificulta penetrar en los tejidos siguientes: a la fitoamina, que es un compuesto polar (hidrofilico), se le dificulta considerablemente atravesar la cera cuticular, pero una vez hecho esto, penetra rápidamente los estratos subsiguientes.

Además, sólo se efectuó una aplicación de dosis alta (6 lt/ha.), notándose que se puede lograr un mejor control de las malezas aplicando repetidamente dosis bajas, Klingmann, *op.cit.*; esta recomendación puede utilizarse en cultivos anuales de alto rendimiento, pero en el

caso del bosque, la sugerencia no es factible, porque los costos por tratamiento se verían incrementados considerablemente.

Durante la aplicación de otoño, también se presentó fitotoxicidad en los brinzales causada por los herbicidas gramoxone y esterón 47M (cuadro N° 12); en el caso del herbicida gramoxone se alcanzó un porcentaje promedio de 75.8 plántulas afectadas en la exposición SE, mientras que en la exposición NE, el valor alcanzado fue de 100%, existiendo una relación directa entre la dosis y el porcentaje de brinzales dañados por el herbicida.

| EXPOSICIÓN HERBICIDA | SE | | | | NE | | | |
|-------------------------|----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | BLOQUE I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| GRAMOXONE | 70.5 | 83.4 | 85.5 | 64.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| ESTERON | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.3 | 55.6 |

Cuadro N° 12. Porcentaje de brinzales afectados por los herbicidas gramoxone y esterón 47M durante la aplicación de otoño.

Lo anterior nos indica que para tal producto no hay influencia en el desarrollo de la planta¹⁹, ni de la época de aplicación, Daniel, *op. cit.*, ya que inclusive los valores medios obtenidos en otoño son mayores que los conseguidos en primavera; esto contradice lo observado por Daniel, *ibid*, quien señala que cuando el objetivo de la aplicación es liberar a los pinos de la competencia, la aspersión debe hacerse en otoño, una vez que las coníferas están en período de latencia y cuando el crecimiento de las malezas es todavía activo. Sin embargo, gramoxone es un producto que se puede aplicar en aquellos terrenos donde se va a reforestar y existe una alta cobertura por parte de las malas hierbas; es decir, como una labor de limpieza Balneaves, *op. cit.*

En el caso del esterón 47M, el porcentaje de plántulas dañadas fue bajo (0.0% en la exposición SE y de 22.2% en la NE), en comparación con la aplicación de primavera, lo que nos muestra que para este producto sí es importante la época y dosis de aplicación

¹⁹ Bello G.M.A. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapán, Michoacán.

Daniel, *op.cit.*; su acción se debió a la persistencia del producto, mientras que con el herbicida fitoamina, que es una sal del 2,4-D, no se presentó el fenómeno, Klingman, *ibid.*

De acuerdo a Heidmann, *op.cit.*, el herbicida faena (glifosato), no debe aplicarse si existe regeneración en el área a tratar, a menos que la aplicación sea dirigida evitando rociar las coníferas; sin embargo, en este ensayo el producto no presentó señales de fitotoxicidad en los brinzales, aún cuando la aplicación se llevó a cabo en forma total, concordando con lo reportado por Daniel, *op.cit.*, quien menciona que el glifosato es efectivo contra malezas, pero inocuo para las coníferas cuando se aplica durante el otoño, invierno e inicio de primavera.

Durante esta época del año también se pudo observar, que no hay plantas resistentes a los productos gramoxone y faena, siendo adecuada la estación para aplicar este tipo de tratamientos a las malas hierbas; por otro lado, se determinó que el herbicida faena protege la regeneración por un lapso mínimo de seis meses (noviembre a abril), lo que constituye un excelente plazo que permite a los brinzales desarrollar sin competencia hasta la siguiente temporada de lluvias, dando como resultado plantas más vigorosas que pueden resistir el embate de los agentes destructivos del bosque.

Un aspecto que no se debe olvidar al efectuar tratamientos químicos al bosque, con el propósito de favorecer el establecimiento de la regeneración, es que las especies del género *Pinus* son intolerantes, por lo que se deben utilizar los herbicidas cuando la cobertura del sustrato herbáceo sea mayor del 40%; coberturas menores no causan daño significativo a los brinzales, ya que en tal caso, la población no es tan grande como para competir por los factores agua, luz y nutrientes, Hawley y Smith, *op.cit.*

Dosis de faena.

De los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro N° 13), del experimento establecido para lograr la dosis económica del herbicida faena, podemos inferir que no hay diferencia estadística entre bloques, pero sí una alta significancia entre tratamientos. Ésto en términos reales nos dice que no hay influencia de la posición de la parcela en la pendiente en el comportamiento del herbicida y que existe una gran diferencia en el control de malas hierbas al aplicar diferentes dosis del producto.

| FACTOR DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | SC | CM | F. CALCULADA | F. TABULADA 0.05 |
|-----------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------------------------|---------------------|
| TRATAMIENTOS | 4 | 39.2 | 9.8 | 36.704** | 5.41 |
| BLOQUE | 3 | 0.55 | 0.183 | 0.685 | NS |
| ERROR | 12 | 3.2 | 0.267 | | |
| TOTAL | 19 | 42.95 | | | |
| ** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO | | | | NS: NO SIGNIFICATIVO | |

Cuadro N° 13. Análisis de varianza del experimento establecido para obtener la dosis de faena.

El valor mínimo para aplicar la prueba de Tukey fue el siguiente:

$$Q = 4.5. (0.258) = \underline{1.163}$$

La agrupación de los tratamientos quedó como se expresa a continuación:

| Tratamiento | \bar{X} |
|---------------|-----------|
| faena 5 1/ha. | 3.75 a |
| faena 4 1/ha. | 3.50 a |
| faena 3 1/ha. | 1.50 b |
| faena 2 1/ha. | 1.50 b |
| testigo | 0.00 c |

La prueba de separación de medias nos da como resultado la formación de tres grupos, donde el tratamiento 5 (5 lt/ha.) y 4 (4 lt/ha.), no son significativamente diferentes entre sí, pero son significativamente mayores que los tratamientos 1(testigo),2,3; los tratamientos 3 (3 lt/ha.) y 2 (2 lt/ha.), no son significativamente diferentes entre sí, pero son significativamente menores que los tratamientos 5 y 4 y significativamente mayores que el testigo; este último es significativamente menor a los demás tratamientos (fig. N° 4).

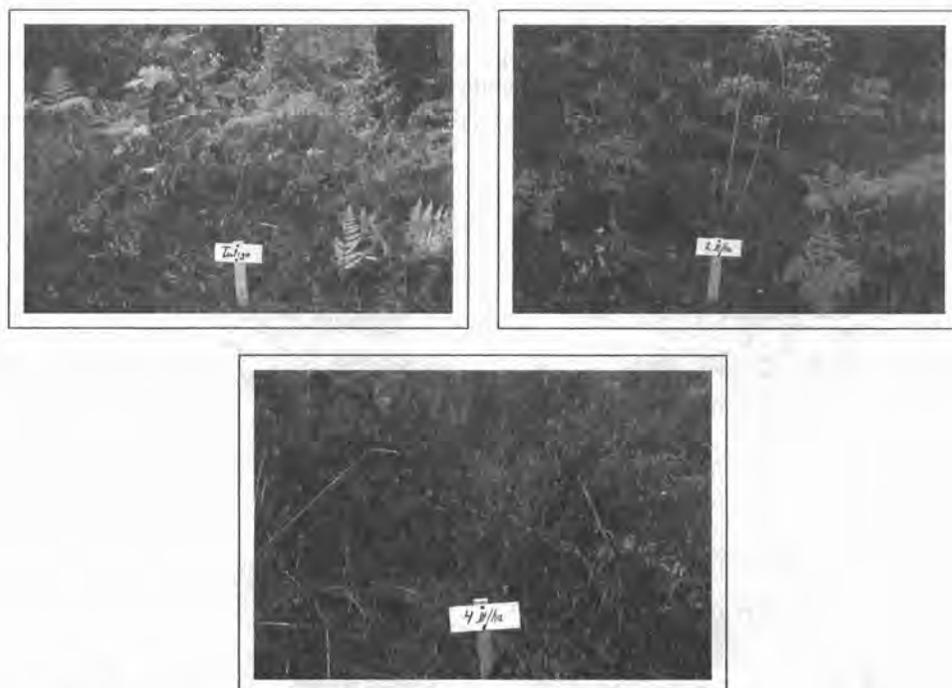


Figura N° 4. Diferentes dosis de faena y su efecto en las malas hierbas.

De acuerdo con los resultados, se encontró que existe un mejor control de las malas hierbas al aplicar el herbicida faena en dosis de 4 y 5 lt/ha.; le siguen, en efectividad de control, las dosis de 3 y 2 lt/ha. y por último, el testigo. Desde el punto de vista económico, la dosis de 4 lt/ha. es la mejor, ya que una aplicación tendría un costo aproximado de \$18,397.00 (considerando tres peones con un costo de \$879.00 diarios y \$15,760.00 de cuatro litros del herbicida), mientras que aplicando la dosis de 5 lt/ha., el costo se incrementaría en \$3,940.00 (precios de marzo de 1985), que corresponde a un 17.63% del costo total.

Estos resultados concuerdan con lo recomendado por la compañía Monsanto²⁰, que sugiere para el control de malas hierbas perennes de hoja ancha y gramíneas, dosis que varían de 4 a 7 lt/ha.; por otro lado, se hace notar que con el herbicida faena se obtiene una reducción en costos, se permite un eficiente uso de la mano de obra y se mantiene limpio el terreno por un lapso aproximado de 90 a 120 días.

Pruebas de laboratorio.

Los brinzales de *Pinus michoacana* y *P. douglasiana* mostraron los efectos de fitotoxicidad (fig. N° 5), aún con dosis de 2 ml. del herbicida gramoxone por litro de agua; sin embargo,

²⁰ Monsanto Comercial, S. A. de C. V., 1984. Herbicida Faena.

existe una relación directa entre la dosis aplicada y la muerte de las plántulas, ya que con dosis de 2 ml los daños aparecieron al segundo día de la aplicación y la planta murió hasta los siete días, mientras que con la dosis de 6 ml. los síntomas aparecieron el primer día y los brinzales perecieron a los cuatro días.



Figura N° 5. Efecto del herbicida gramoxone en plántulas de pino de un año de edad.

En cortes a las acículas, efectuados bajo la luz del microscopio, se pudo detectar un fuerte daño en la epidermis, el cual propició la fuga excesiva de agua y la muerte del tejido; este fenómeno se debió a la acción desecante del producto, Rojas, *op.cit.*

CONCLUSIONES

1. En áreas incendiadas, la utilización del tratamiento químico para la regeneración da excelentes resultados para el control de malas hierbas.
2. Con los herbicidas derivados del ácido diclorofenoxiacético, (2, 4-D y esteron 47M), no se obtiene un buen control de las malas hierbas y se pueden presentar efectos fitotóxicos en los brinzales.

3. La aplicación de herbicidas derivados de la urea (karmex), tienen un nulo efecto sobre el estrato herbáceo y no impiden la competencia, por luz y nutrientes, entre las malas hierbas y la regeneración.
4. Con el uso de los herbicidas bipyridílicos (gramaxone), se obtiene un excelente control de la población de las malas hierbas en cualquier época del año; su aplicación se debe efectuar en áreas donde no exista regeneración (como una labor de limpieza), ya que causa graves daños a los brinzales debido a su alta fitotoxicidad.
5. La utilización de herbicidas alifáticos (faena), da un excelente resultado para el control de malezas, en áreas incendiadas; además no tienen efectos fitotóxicos sobre la regeneración y protegen a la misma, por un período de seis meses.
6. Los productos químicos de acción herbicida, con el propósito de liberar a la regeneración de la competencia por las malas hierbas, se deben aplicar cuando las malezas están en crecimiento activo y los brinzales en latencia (otoño y principios de invierno).
7. La dosis económica del herbicida faena, en la zona estudiada, es de 4 lt/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, B.C. 1982. Labores silvícolas complementarias al suelo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. Boletín Técnico N° 93. 44 p.
- Balneaves, J. M. 1982. "Grass control for Radiata Pine Establishment on Droughty Sites". *New Zealand Jour. of Forestry* 27(2): pp. 259-276
- Bello, G.M.A. 1983. Estudio fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Mich. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico No.96, México.
- Cremlyn, R. 1982. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Ed. Limusa. México. 356 p.
- Daniel, P.W. ; Helms, V.E. y Baker, F.S. 1982. Principios de Silvicultura. Ed. McGraw-Hill. México. 492 p.
- Daubemire, R.F. 1979. Ecología Vegetal. Tratado de autoecología de plantas. Ed. Limusa. 3a. ed. México. 496 p.

- Fales, S.L. y Wakefield R.C. 1981. "Effects of turfgrass on the establishment of woody plants". *Agronomy Journal* 73. pp. 605-610.
- Fryer, J.D. 1981. "Herbicides: Do they Affect Soil Fertility Span?" 24 (1) pp. 5-10.
- Goor, A.Y. y Barney, C.W. 1976. Forest tree planting in arid zones. Ronald Press Co. New York. 504 p.
- Hallett, R.D. 1982. Seedling Injury by simazine and other triazine Herbicides. Canadian Forestry Ser. Inf. Rep. M-X-145.
- Hawley, R.C y Smith, D.W. 1972. Silvicultura Práctica. Ed. Omega, S.A. Barcelona, Esp. 545 p.
- Heidmann, L.J. 1984. Using herbicides for reforestation in the Southwest. Forest Service USD. RM - 103.
- Klingman, G.C. y Ashton, F.M. 1980. Estudio de las plantas nocivas. Principios y prácticas. Ed. Limusa. México. 449 p.
- Monsanto Comercial, S.A. de C.V. 1984. Herbicida Faena. División Agrícola. Mexico.
- Rojas, G.M. 1980. Manual teórico práctico de herbicidas y fitoreguladores. Ed. Limusa. México. 116 p.
- Samek, V. 1979. Elementos de silvicultura de los bosques latifolios. Ediciones de Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba. 291 p.
- Santizo, R.A. 1983. Notas del curso de Diseños Experimentales. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Siren, G. 1979. Otros tratamientos culturales. Memorias del curso de Silvicultura en la UIEF Atenquique. México.
- Spurr, S.H. y Barnes V.B. 1973. Forest Ecology. Ed. Ronald Press Co. New York. 2ª ed. 57. p.
- Waver, R.J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas. México 622 p.

ELIMINACIÓN DE LA DORMICIÓN DE SEMILLAS DE CAPULÍN *Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.), MEDIANTE EL REMOJO Y SECADO.

Camacho Morfín Francisco*

RESUMEN.

En siembras sobre papel, las diásporas del capulín tardaron más de 20 días en alcanzar una germinación menor a 60%. Al abrir el endocarpio leñoso que las contiene, este porcentaje se incrementó aproximadamente en 20%; este estímulo se perdió al sellar la sutura abierta con vaselina. La dormición se eliminó completamente al quitar la cubierta externa, ya que prácticamente todas las semillas emitieron la radícula en menos de 10 días, este comportamiento fue similar al de los embriones extraídos.

Estas reacciones se atribuyeron a la presencia de inhibidores tanto en el endocarpio como en las semillas, dado que los extractos de las diásporas intactas, así como los de las semillas sin endocarpio, redujeron significativamente el crecimiento del coleóptilo de trigo.

Tanto en siembras realizadas sobre papel, como en las efectuadas en tierra, la aplicación de dos y de cuatro ciclos de remojo y de secado a las diásporas de capulín con endocarpio intacto estimuló la germinación, más que el remojo continuo por períodos de uno a cuatro días; el estímulo obtenido fue similar al alcanzado al abrir manualmente el endocarpio.

Palabras clave: Germinación, dormición, remojo y secado, capulín.

ABSTRACT.

In paper sowing, intact "capulín" stones germinated after more than 20 days, with 60 percent. When opening the woody endocarp where they are, this percentage increased in 20 percent; this percentage was lost when the suture was sealed with vaseline. Dormancy was wholly overcome with endocarp removal, since almost all the seeds showed their radicle in less than ten days. This behaviour was similar when the embryos were extracted.

This reactions were attributed to the presence of inhibitors in seeds and endocarp, since

* Ingeniero Agrónomo. Especialista en Fitotecnia, Investigador titular del CIFAP, Distrito Federal. INIFAP-SARH.

intactstones and seeds extracts as those from the endocarp free seeds, limited significantly the growth of wheat coleoptile.

In sowing over paper and soil, two and four cycles of soaking and drying to the "capulin" stones with intact endocarp promoted germination more than continuous soaking from one to four days; the stimulation obtained was similar to the hand cutopen stone.

Key words: Germinated, dormancy, soaking and drying, capulin.

INTRODUCCIÓN.

En las zonas templadas de las sierras de México, Centroamérica y el sur de Estados Unidos, se desarrolla un árbol conocido en nuestro país como capulín *Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.) Mc Vaugh, interesante por producir frutos y semillas comestibles. De la planta se pueden extraer aceites y productos medicinales; además, como es un vegetal rústico y de crecimiento rápido, podría emplearse en la producción de madera útil para ebanistería y en la elaboración de artesanías. No obstante estas cualidades, en México se le propaga poco; por lo general, los frutos se obtienen de árboles aislados que han nacido espontáneamente en las orillas de las parcelas.

Actualmente hay interés en la propagación de esta planta en los viveros, con el fin de utilizarla en programas de reforestación y de huertos frutícolas. Como limitante se ha encontrado que las plántulas emergen lentamente y en bajos porcentajes. Con el fin de mejorar la germinación, en el Laboratorio de Semillas Forestales del Campo Experimental Coyoacán, se realizó el presente trabajo, que partió de la identificación del tipo de dormición presente, para evaluar un tratamiento que contrarreste los mecanismos inhibitorios.

ANTECEDENTES.

Se ha investigado poco sobre la propagación del capulín por estacas u otros medios vegetativos¹; su multiplicación se realiza por semillas.

Niembro² hizo una caracterización morfológica de las semillas del capulín la cual, ampliada con observaciones del autor del presente trabajo, indica que la llamada semilla del capulín es en realidad una diáspora en la que la semilla botánica o verdadera está dentro de un endocarpio o hueso leñoso, éste tiene una sutura prominente en la que destaca la terminación de la perforación micropilar, que se continúa dentro del endocarpio en forma de espiral hasta

¹ Malpica, R.G. 1985. Propagación in vitro de capulín (*Prunus serotina* Cav.), a partir de yemas axilares.

² Niembro, R.A. 1982. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales.

un lugar cercano a la punta de la radícula.

Prácticamente la cavidad del endocarpio está ocupada por los cotiledones del embrión, al que recubre una testa membranosa a la que está adherido un endospermo delgado, que engrosa en el área cercana a la radícula.

Entre las especies del género al que pertenece esta planta, es común que la germinación sea retrasada por el endocarpio leñoso que cubre la semilla y por los inhibidores contenidos tanto en la testa como en el endospermo y el embrión; por tal razón, para lograr la germinación de plantas como el ciruelo, chabacano y durazno se deben combinar la estratificación a temperaturas superiores a 10° C por 2 o 3 meses, seguido por un período similar a temperaturas entre 3° y 7° C; esto es necesario, pues si se hace germinar a las semillas sin aplicar el frío, se obtienen frecuentemente plántulas arrosadas y con las hojas arrugadas^{3,4}.

La información acerca de la germinación del capulín es contradictoria. En algunos casos se dice que no hay problemas^{5,6}, en otros, se afirma que las semillas conservan la viabilidad por menos de un año y que debe aplicarse un tratamiento para incrementar el porcentaje de germinación y reducir el tiempo que las semillas tardan en germinar^{7,8,9,10}.

Camacho, *op.cit.*, encontró en tres colecciones de semillas de capulín procedentes del estado de México, que el endocarpio dificultó la germinación ya que sin tratamiento requirió casi un mes para alcanzar valores inferiores a 70%, en cambio al quitar esta cubierta se obtuvo una germinación cercana a 100% en aproximadamente 10 días. Abrir el endocarpio mediante presión, sin quitarlo produjo un estímulo significativo en siembras realizadas sobre papel, pero no en las efectuadas en tierra.

Estos autores observaron que la aplicación de agua caliente o de ácido sulfúrico, y la estratificación a 7° C y a 30° C por un mes, fueron perjudiciales para las semillas de capulín; en cambio, obtuvieron un ligero estímulo de la germinación remojando las diásporas 24 horas en agua a 22° C.

¹ Grizes, T.J. 1974. "Seeds of woody plants in United States". pp. 658-673.

⁴ Nikolaeva, M.G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds.

³ Galloway, G; Borgo, G. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana".

⁶ Petell, *et al.* 1985. "Apuntes sobre algunas especies forestales en la sierra peruana". pp. 21-2316.

⁷ Avitia, G.E. y Muratalla, L.A. 1982. "Estudio de la germinación del capulín" pp. 256-257.

⁸ Báez, V.H. 1986. Evaluación del por ciento de germinación de una selección de capulín criollo (*Prunus capuli* Cav.), en la región de Cd. Serdán, Pue.

⁹ Camacho, *et al.* 1985² Observaciones acerca de la germinación del capulín (*Prunus capuli* Cav.).

¹⁰ López, *et al.* 1988. Germinación de semillas de tejocote (*Crataegus pubescens* H.B.K.), durazno (*Prunus persica* L.) y capulín (*Prunus capuli* Cav.).

Pettell, *op. cit.*, menciona que la germinación del capulín se puede favorecer aplicando 48 horas de remojo en agua a temperatura ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Las diásporas empleadas se colectaron en el municipio de Ozumba, estado de México, en 1985; antes de realizar los experimentos se almacenaron a 3° C dentro de bolsas de plástico.

Primer experimento.

Para identificar el efecto de las distintas partes de la diáspora en la germinación, se hicieron los siguientes tratamientos, de acuerdo con la propuesta de Camacho¹¹.

- a) Endocarpio intacto o testigo.
- b) Endocarpio perforado: A esta cubierta leñosa se le hizo un agujero con una segueta sobre el plano de los cotiledones, en sentido perpendicular a la sutura.
- c) Endocarpio abierto: La cubierta se apretó con unas pinzas de presión graduables hasta que la sutura se abrió.
- d) Endocarpio abierto y sellado con vaselina: Se siguió el proceso anterior, pero la abertura se cerró con una delgada capa de vaselina.
- e) Semillas sin endocarpio: Esta cubierta se presionó hasta que sus mitades se separaron y se pudo sacar la semilla.
- f) Embrión extraído: Las semillas sin endocarpio se remojaron 24 horas, después se desinfectaron durante un minuto en una solución de bicloruro de mercurio al 1%, finalmente, se enjuagaron tres veces en agua estéril. Una vez que las semillas se colocaron en una cámara ascéptica, se hizo un corte en la testa sobre la línea de unión de los cotiledones y en el lado contrario a la radícula. La extracción se realizó presionando la semilla entre el pulgar y el índice, sobre los cotiledones en el lado opuesto al corte. Los embriones se recibieron en un recipiente con agua para suavizar el impacto.

Las siembras se hicieron dentro de cajas de petri estériles que tenían como sustrato una capa de arena de 1cm. de espesor. Dentro de cada caja se colocaron 20 semillas, las cuales

¹¹ Camacho, M.F. 1985^b "Determinación de tipos de dormición en semillas forestales". pp. 153-159.

constituyeron la unidad experimental.

Se realizaron cuatro repeticiones de cada tratamiento, las cuales se distribuyeron de acuerdo con un diseño de bloques al azar, en las charolas de varias incubadoras a una temperatura de 22° C.

El líquido o extracto obtenido de remojar 25 semillas de capulín durante 72 horas a 25° C en 20 ml. de agua destilada, se empleó para evaluar el efecto inhibitorio de las sustancias solubles presentes.

Se prepararon extractos tanto de semillas intactas como de semillas abiertas y semillas sin endocarpio, con ellos se regaron siembras de trigo variedad *Salamanca* en cajas de petri sobre papel filtro. Para cada extracto se dispuso de cinco cajas que contenían 20 semillas cada una. Como testigo se hizo una siembra que se regó con agua destilada.

La incubación se realizó en la oscuridad a 25° C, transcurridos cuatro días se midió la longitud alcanzada por el coléoptilo.

Segundo experimento.

Debido a que se ha recomendado aplicar ciclos de remojo y secado para eliminar las dificultades que causa a la germinación una cubierta leñosa¹², algunos autores, Camacho, *op.cit.* ; Petell, *idem*, han recomendado remojar las diásporas del capulín, se evaluó el efecto de estos tratamientos en siembras realizadas sobre arena como en el experimento anterior; como testigos se dispuso de diásporas con el endocarpio intacto, con el endocarpio abierto y sin endocarpio. El remojo se realizó a una temperatura media de 21° C, utilizando 1 litro de agua por unidad experimental; se empleó un frasco diferente para cada repetición; para facilitar el manejo las semillas se colocaron dentro de bolsas de malla de mosquitero de plástico.

Los períodos de remojo probados fueron de uno a cuatro días, el agua de los frascos se renovó diariamente.

La aplicación de los ciclos de remojo y secado consistió en alternar un día de remojo con un día de secado de las semillas a 30° C en un horno con ventilación forzada; se probó desde la aplicación de un ciclo hasta cuatro de ellos.

Para evitar ventajas por el momento en que las semillas empiezan la imbibición, los testigos del experimento de remojo continuo se sembraron el día que se inició la aplicación de los tratamientos, con los cuales las semillas se sembraron embebidas conforme cumplieron con los períodos asignados. En cuanto a los endocarpios sometidos a ciclos de remojo y secado,

¹² Fairlamb, J. y Davison, J. 1976. "Germination of teak seed; preliminary evidence of a chemical inhibitor". pp. 73-80.

los tratamientos se dispusieron de manera que terminaran el mismo día, y las semillas se sembraron secas al mismo tiempo que los testigos.

Tanto en este experimento como en el anterior la incubación duró 30 días, durante los cuales se evaluó diariamente el número de semillas germinadas, que debían tener una radícula de 1.5 cm de largo.

Tercer experimento.

Se observó el comportamiento de las diásporas de capulín sometidas a remojo y sembradas en tierra, para lo cual se emplearon macetas o tiestos de 10 cm. de diámetro y 14.5 cm. de largo, las que se llenaron con tierra negra de monte, hasta una altura de 9 cm; en cada una de ellas se colocaron 20 semillas que se cubrieron con una capa de arena sílica de 1 cm. de grosor para facilitar la emergencia y las evaluaciones.

Se realizaron 5 repeticiones de cada uno de los tratamientos del experimento anterior; durante el remojo el agua tuvo una temperatura media de 20°C, con 21° C como máxima y 18° C como mínima. Se incluyó la siembra de semillas sin endocarpio, con endocarpio abierto y semillas sin tratamiento como testigos.

A lo largo del experimento, la temperatura de la tierra de las macetas varió de 19 a 26° C, con una media de 21° C; todos los días se contaron las semillas germinadas, que se evidenciaban en que la plúmula o tallo salía del suelo y el gancho de emergencia estaba estirado.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Con los datos obtenidos durante las evaluaciones de los experimentos se determinó la calidad de germinación mediante la fórmula de Maguire, para el valor germinativo¹³.

$$\text{Índice de Maguire} = G1/D1 + G2/D2 + \dots G_n/D_n$$

donde:

G = semillas germinadas en la evaluación que indica el subíndice.

D = días transcurridos desde la siembra hasta la evaluación que indica el subíndice.

n = número de evaluaciones realizadas.

A los resultados obtenidos con esta fórmula se les aplicó análisis de varianza y prueba de medias de Tukey con alfa - 0,05.

¹³ Morales, V.G. y Camacho, M.F. 1985. "Formato y recomendaciones para evaluar germinación" pp.123-138.

Para tener varianzas homogéneas, los datos del tercer experimento se transformaron a rangos antes de hacer el estudio estadístico¹⁴.

A pesar de la objetividad en la interpretación de resultados, el uso de los valores germinativos tiene la limitante de lo abstracto de las cantidades obtenidas; para eliminarla, se presentan las medidas alcanzadas con los tratamientos como porcentajes en relación con lo obtenido por el testigo, los cuales se acompañan también con los porcentajes de germinación y los días en 75%, Morales; *op.cit.*

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del primer experimento indican que las semillas del lote empleado fueron durmientes, ya que tardaron más de 25 días en germinar en una proporción menor a 60%, mientras que la germinación de los embriones extraídos se realizó en menos de 10 días y se alcanzó un porcentaje de germinación cercano a 100 %, como se muestra en el cuadro N° 1.

| TRATAMIENTO | ÍNDICE DE MAGUIRE | GERMINACIÓN EN: % DÍAS A 75% | | COLEÓPTILO*DE TRIGO REGADO CON EXTRACTOS EN % |
|-------------------------|-------------------|---------------------------------|------|---|
| TESTIGO | 100 c | 51.3 | 23.5 | 59.9 |
| ENDOCARPIO PERFORADO | 94 c | 47.5 | 27.3 | — |
| ENDOCARPIO ABIERTO | 240 b | 86.3 | 20.1 | 64.9 |
| ABIERTO CON VASELINA | 66 c | 38.8 | 27.9 | — |
| SIN ENDOCARPIO | 494 a | 95.0 | 8.0 | 64.2 |
| EMBRIÓN EXTRAÍDO | 534 a | 98.3 | 7.1 | — |

Las medidas seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

* Crecimiento en porcentaje respecto a los 11.02 mm. obtenidos con agua destilada.

Cuadro N° 1. Efecto de las cubiertas sobre la germinación de (*Prunus serotina* ssp. *capuli* Cav.).

¹⁴ Conover, W.J. y Iman, R.L. 1981. "Rank transformation as a bridge between parametric and nonparametric statistics". pp. 124-133

El embrión extraído no manifestó tener un papel importante en la dormición, las radículas se emitieron en poco tiempo y las plántulas obtenidas trasplantadas en el suelo, elongaron tanto el tallo como las hojas.

La formación de callos en vez de radículas, el crecimiento arrosado y la existencia de hojas arrugadas, delatan la presencia de los embriones durmientes característicos de la dormición fisiológica intermedia y profunda, Nikoaleva, *op. cit.*

Se concluyó que el endocarpio es el principal responsable de la dormición de las semillas de capulín, debido a que al extraer los embriones, la germinación no se incrementó más que al quitar la cubierta leñosa.

No obstante que abrir a dicha cubierta produjo un notorio estímulo a la germinación, no eliminó por completo la dormición; para lograrlo, se requirió quitar el tejido, lo que indica de acuerdo con la propuesta de Camacho, *op. cit.*, que el efecto de ésta resulta principalmente de los inhibidores que contienen.

Como inhibidor se entiende a toda sustancia que al estar en contacto con tejidos vegetales retrasa o impide el crecimiento.

El estímulo obtenido al abrir el endocarpio se perdió al sellar la sutura con vaselina, esto es similar a lo encontrado en semillas de durazno por Toit y coautores¹⁵.

Considerando que es más fácil separar las mitades de un endocarpio con la sutura abierta y sellada con vaselina, que la de uno con la sutura intacta, debe descartarse a la resistencia mecánica que opone dicha cubierta al crecimiento del embrión como un mecanismo inhibitorio importante. Posiblemente al sellar la sutura se restablece un obstáculo que impide la salida de inhibidores presentes en el interior de la diáspora.

La evaluación de los extractos evidenció la presencia de inhibidores tanto en la cubierta leñosa como en la semilla botánica, pues se redujo en forma significativa el crecimiento del coleóptilo de trigo, (*vid supra*, cuadro N° 1).

La presencia de una cubierta leñosa que actúa como una barrera selectivamente permeable a los reguladores del crecimiento, la existencia de inhibidores tanto en dicha cubierta como en la propia semilla y la facilidad con la que germinaron los embriones extraídos, indican un tipo puro de dormición mecánica dentro de la clasificación de Nikolaeva, *op. cit.*

Para estimular la germinación de las semillas con este tipo de dormición en operaciones de gran escala, se emplean frecuentemente la estratificación cálida en un medio no esterilizado, Nikolaeva, *ibidem*, y no la estratificación fría como se ha recomendado para el capulín¹⁶,

¹⁵ Toit, *et al.* 1979. "Rols of various seed parts in peach dormancy and seedling growth". pp. 490-492.

¹⁶ Carvalho, F. 1981. Estratificación de semillas.

Avitia, *op.cit.*; Grizes, *idem*. Por otra parte hay que recordar que el invierno es seco en muchas de las localidades en las que habita el capulín en México, y por ende, las exigencias de enfriamiento en húmedo no tendrían sentido adaptativo al medio; además, hay trabajos en los que el enfriamiento en húmedo ha perjudicado la germinación, Camacho, *op. cit.*

Considerando que la germinación de las semillas intactas de esta planta se realizó casi en un mes, no es conveniente el uso de la estratificación cálida por ser un tratamiento a largo plazo, debido a lo cual se decidió probar la aplicación de ciclos de remojo y secado; que han sido efectivos para estimular la germinación de semillas rodeadas por un endocarpio como las de *Tectona grandis*, Fairlamb, *op.cit.*

En el experimento realizado sobre papel, se encontró que la aplicación de uno a cuatro ciclos de remojo y secado produjo un valor germinativo similar al que se obtuvo con las semillas abiertas, (*vid infra*, cuadro N° 2). Aunque los resultados fueron superiores a los del testigo, no se consiguió eliminar por completo la dormición, ya que los valores germinativos fueron estadísticamente inferiores a los obtenidos por las semillas sin endocarpio.

El estímulo obtenido con la aplicación de los ciclos no fue atribuible a la acción exclusiva de remojar las semillas, pues depositarlas en agua de uno a cuatro días no mejoró la germinación.

| TRATAMIENTO | VALOR GERMINATIVO | PORCENTAJE DE GERMINACIÓN | DÍAS AL 75% |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------|
| TESTIGO | 100 c | 62.3 | 24.6 |
| ENDOCARPIO ABIERTO | 223 c | 88.7 | 18.3 |
| SIN ENDOCARPIO | 452 c | 83.1 | 7.0 |
| REMOJO 24 HS. | 119 c | 62.0 | 24.6 |
| REMOJO 24 HS. | 112 c | 57.6 | 27.0 |
| REMOJO 72 HS. | 127 c | 57.6 | 27.1 |
| REMOJO 96 HS. | 144 c | 71.3 | 23.5 |
| UN CICLO DE REMOJO Y SECADO | 182 b | 92.5 | 22.5 |
| DOS CICLOS | 207 b | 93.7 | 18.5 |
| TRES CICLOS | 206 b | 90.0 | 16.8 |
| CUATRO CICLOS | 186 b | 91.2 | 21.1 |

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro N° 2. Efecto del remojo continuo y el alternado con secado sobre la germinación de las semillas de (*Prunus serotina* ssp. *capuli* Cav.), en siembras sobre papel.

En siembras efectuadas en suelo, a pesar de que prácticamente todos los tratamientos evaluados redujeron notablemente el tiempo de germinación con respecto a lo que requirió el testigo, sólo con la aplicación de dos y cuatro ciclos de remojo y secado se obtuvo un valor germinativo significativamente superior al del testigo, (*vid infra*, cuadro N° 3).

| TRATAMIENTO | VALOR GERMINATIVO | PORCENTAJE DE GERMINACIÓN * | DÍAS AL 75% |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------|
| TESTIGO | 100 b | 79.0 | 28.3 |
| ENDOCARPIO ABIERTO | 143 ab | 79.0 | 24.9 |
| SIN ENDOCARPIO | 322 a | 81.0 | 16.6 |
| REMOJO 24 HS. | 183 ab | 89.0 | 27.0 |
| REMOJO 48 HS. | 153 ab | 76.0 | 25.0 |
| REMOJO 72 HS. | 166 ab | 79.0 | 25.6 |
| REMOJO 96 HS. | 272 ab | 91.0 | 25.0 |
| UN CICLO DE REMOJO Y SECADO | 155 ab | 95.0 | 26.3 |
| DOS CICLOS | 274 b | 95.0 | 24.5 |
| TRES CICLOS | 159 ab | 88.0 | 25.4 |
| CUATRO CICLOS | 340 a | 98.0 | 23 |

* Incluye todas las semillas germinadas de las cuales emergió del suelo un promedio de 82%.

Las medias seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tukey 0.05.

Cuadro N° 3. Efecto del remojo continuo y el alternado con secado sobre la germinación de las semillas de (*Prunus serotina* ssp. *capuli* Cav.), sembradas en tierra.

En futuros trabajos y para facilitar el uso de los ciclos de remojo y secado, conviene probar distintas combinaciones de los periodos para cada alternativa; observaciones del autor indican que se puede debilitar el endocarpio al grado de que sea fácil abrirlo con las manos.

Teniendo en cuenta que en todos los experimentos la máxima germinación obtenida fue mayor a 90%, y que en ellos se exploró un período de almacenamiento desde un mes en el primer caso, hasta de un año y dos meses en el último; se evidencia, que la viabilidad no es tan corta como se ha señalado, Carvalho, *op.cit.*

En cuanto a la utilidad de los valores germinativos como variables para estudiar la respuesta de las semillas a los tratamientos, en los resultados se observa que fueron sensibles tanto al incremento de los porcentajes de germinación como a la reducción del tiempo requerido para que ésta ocurra.

CONCLUSIONES

1. El endocarpio de las diásporas del capulín inhibe la germinación.
2. La germinación obtenida sin endocarpio fue tan completa y veloz como la de los embriones extraídos.
3. Los extractos obtenidos de las semillas del capulín tuvieron efectos inhibitorios.
4. La aplicación de dos y cuatro ciclos de remojo y secado estimuló la germinación del capulín.

BIBLIOGRAFÍA

- Avitia, G. E. y Muratalla, L. A. 1982. "Estudio de la germinación del capulín". Avances de la Investigación en el Colegio de Postgraduados. México. Colegio de Postgraduados. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. pp. 256-257.
- Báez, V. H. 1986. Evaluación del por ciento de germinación de una selección de capulín criollo (*Prunus capuli* Cav.) en la región de Cd. Serdán, Pue. Tesis Profesional. Ingeniero Agrícola. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán México. UNAM. 178 p.
- Camacho, M. F.; Villagómez, A. Y. y Morales, V. G. 1985. Observaciones acerca de la germinación del capulín (*Prunus capuli* Cav.). Resúmenes del Primer Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas México. SOMECH. 69 p.
- Camacho, M. F. 1985. "Determinación de tipos de dormición en semillas forestales". Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (Publicación Especial N° 48). pp 153-159.
- Carvalho, F. 1981. Estratificación de semillas. México. Coplamar. Col. Tec. No. 13. 7 p.

- Conover, W. J. y Iman, R. L. 1981. "Rank transformation as a bridge between parametric and nonparametric statistics". *JASA* 35(3): pp.124-133.
- Fairlamb, J. y Davidson, J. 1976. "Germination of teak seed; preliminary evidence of a chemical inhibitor". Ed. Asakawa, S. Proc. Sec. Int. Symp. Physiol. of seed Germ. IUFRO. Japón. pp 73-80.
- Galloway, G. y Borgo, G. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INCAFOR. Perú. 33 p.
- Grizes, T. J. 1974. "Prunus L. Seeds of Woody Plants in United States." Ed. Shopmeyer, C.S. (Comp.). Agric. Handbook N° 450. U. S. A. pp. 658-673.
- López, G. A. y Nieto, A. R.; Michel B. 1988. Germinación de semillas de tejocote (*Crataegus pubescens* H. B. K.), durazno (*Prunus persica* L.) y capulín (*Prunus capuli* Cav.). Resúmenes del XII Congreso de Fitogenética. SOMEFI, México. 137 p.
- Malpica, R. G. 1985. Propagación in vitro de capulín (*Prunus serotina* Cav.) a partir de yemas axilares. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México. 90 p.
- Morales, V. G. y Camacho, M. F. 1985. "Formato y recomendaciones para evaluar germinación". Tercera Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Publicación Especial No.48). pp. 123-138
- Niembro, R. A. 1982. Caracterización morfológica y anatómica de semillas forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Serie Premio Nacional No. 5 México. 65p
- Nikolaeva, M. G. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Td Shapiro S. ISPT Israel. 220 p.
- Petell, C. J.; Ocaña, V. D.; Jon, J. R. y Barahona, Ch. E. 1985. "Apuntes sobre algunas especies forestales en la sierra peruana". Perú. Proyecto FAO/INFOR. pp. 21-2316.
- Sharma, H. C. y Singh R. N. 1978. "Effect of stratification temperature, stratification period and seed coat on seed germination of peach cultivar Shrivati". *Sci. Horticult.* 9(1): pp. 43-53.
- Toit, H. J. D.; Jacobs, G. y Strydom, D. K. 1979. "Rols of various seed parts in peach dormancy and seedling growth". *J. Amer. Hort. Sci.* 104(4): pp. 490-492.
- Venero, A. 1966. "El capulín, su comportamiento en la provincia de Buenos Aires". *Rev. Fac. de Agronomía de la Plata.* 42: pp.143-160.

PRIMER LISTADO DE INSECTOS QUE SE ALIMENTAN DEL FOLLAJE DE CONÍFERAS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL PAÍS (COLECCIÓN Y CATÁLOGO).

Hernández Hernández Ma. del Socorro *

RESUMEN.

Se presenta un primer informe sobre los insectos que se alimentan del follaje de especies de coníferas en la región central de México, colectados en los estados de México y Tlaxcala, los cuales fueron identificados y registrados. El listado comprende 4 órdenes, 20 géneros y 12 especies, con un total de 420 ejemplares. Se describen los daños observados. Se destacan *Pandeletius calliatipenis*, *P. viridiventris* y *Luperodes* spp. en estado adulto, causando daños severos al follaje en regeneración de bosques de pino y *Halisota alternata*, causando severas defoliaciones en arbolado de pino.

Palabras clave: Insectos, catálogo, daños, *Pinus*, región central.

ABSTRACT.

A first report is filed on the insects which feed themselves from foliage of coniferous species in the central region of Mexico, collected at the states of Mexico and Tlaxcala, which were both identified and recorded. The listing includes 4 orders, 20 genera and 12 species, with a total of 420 specimens. Observed damages are described. The main ones are *Pandeletius Calliatipenis*, *P. viridiventris* and *Luperodes* spp. in adult state, causing severe damage to regenerating foliage of pine forests and *Halisidota alternata*, causing severe defoliation in pine trees.

Key words: Insects, catalogue, damage, *Pinus*, central region.

* Bióloga, Investigadora del Campo experimental Valle de México, Centro de Investigación Regional del Centro, INIFAP-SARH.

INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo corresponde al primer reporte con que cuenta la colección de este tipo de insectos, pertenece al proyecto regional denominado Colección y Catálogo de Insectos de Coníferas en el Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central; el trabajo tuvo su origen en el proyecto de Protección Forestal de Oficinas Centrales en aquel entonces Instituto Nacional de Investigaciones Forestales en el año de 1979. Sin embargo, fue hasta después de 4 años que se iniciaron los trabajos en el Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central.

Bajo el criterio de hábitos alimenticios, la colección y catálogo del Centro de Investigaciones Forestales Región Central, se dividió en cuatro grupos de insectos que son:

1. Insectos descortezadores.
2. Insectos defoliadores.
3. Insectos barrenadores de brotes y yemas.
4. Insectos barrenadores de conos y semillas

Resulta de gran interés, desde el punto de vista ecológico y económico, conocer la diversidad de insectos que habitan en los bosques naturales y plantaciones de coníferas, en especial de aquellos insectos que residen en el follaje del que toman su alimento, causando con ello daños parciales o totales e implicando pérdidas económicas del recurso para el abastecimiento forestal.

Por tal razón, es necesario contar con una colección y catálogo de insectos de interés forestal, ya que para la realización de trabajos científicos sobre entomología forestal, brinda información sobre los hábitos y comportamiento de la especie, así como de los problemas específicos del hospedero, elementos que sirven de base para tomar decisiones adecuadas sobre su prevención y control.

Con el propósito de realizar el trabajo actual se plantearon los siguientes objetivos:

1. Iniciar la colección y el catálogo de insectos de interés forestal del Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central.
2. Tener la información necesaria para conocer la fauna que vive en los bosques, principalmente de aquellos insectos que habitan en el follaje.
3. Con los datos obtenidos, establecer prioridades para la realización de investigaciones referentes a aspectos biológicos y de control, con el fin de combatirlos con oportunidad.

ANTECEDENTES

García¹ elaboró un listado de insectos de interés agrícola en México, donde recopiló datos sobre dos grupos muy importantes: parásitos y depredadores, material que sirve de referencia para estudios y programas de control biológico de plagas agrícolas. Años después, Domínguez y Carrillo², hicieron un listado de insectos también de interés agrícola, cuyos objetivos principales consistieron en reunir el mayor número posible de especies de México y de otros países, información básica que pretende dar a conocer el material entomológico que existe en las colecciones, mismas que apoyan trabajos científicos en las diferentes áreas, sea agrícola, médica o forestal, por ejemplo.

Aguilera³, hizo referencia a la importancia de una colección de insectos porque representa un instrumento esencial para la investigación científica, enfocada a realizar estudios de evaluación de daños para conocer la trascendencia económica, así como emprender campañas de control de los insectos-plaga. El mismo autor señaló que de no contar con una colección de insectos, sería aventurado planear campañas de control, pues se desconocerían aspectos sobre el nombre de la especie y la fauna relacionada con las especies vegetales y animales.

A su vez, Pacheco⁴, destacó el valor de las colecciones de insectos en función del conocimiento preciso que proporcionan sobre fauna entomológica regional; esto permite al investigador enterarse con precisión de los estudios realizados sobre insectos-plaga, o bien de aquellos benéficos. Esto finalmente, se traduce en una buena recomendación en el control de las plagas, que tiende a incrementar el rendimiento y calidad del producto; por otra parte, al personal de las industrias de parasiticidas, les permite efectuar una mejor labor.

En su trabajo Loya⁵, indicó que una colección es indispensable, debido a que aporta información sobre algunas de las especies que forman parte de los ecosistemas; además sirve de base como material de consulta para los productores del campo, entomólogos de instituciones oficiales y privadas, conocimiento que permite tomar decisiones adecuadas sobre el combate de las plagas. Reyes⁶, se refirió a las colecciones científicas en países en vías de desarrollo como México; éstas debieran ser consideradas como valiosos instrumentos de progreso que contribuyen a elevar la calidad de las investigaciones científicas; y así mismo enriquecen el patrimonio nacional, pues constituyen fuente permanente de información.

¹ García, M.C. 1973*. "Primer listado de insectos entomófagos de interés agrícola en México" pp. 1-47.

² Domínguez, R.Y. y Carrillo, S.J.L. 1974. Lista de insectos en la colección entomológica del INIA.

³ Aguilera, P.A. 1968. La colección de insectos del Centro de Investigaciones Agrícolas CICA-ARICA.

⁴ Pacheco, M.F. 1974. Catálogo de insectos de las colecciones del CIANO-INIA, SARH.

⁵ Loya, G.J. 1980. Catálogo de artrópodos de la colección del Campo Agrícola Experimental de Zacatepec de INIA.

⁶ Reyes, C.P. 1980. "Problemas de las colecciones científicas en los países en desarrollo", pp. 19-27.

Barrera, *cit.pos.* Reyes *op.cit.*, también señala que las colecciones científicas han sufrido graves pérdidas por la falta de continuidad y permanencia de las instituciones, así como por la falta de recursos, interés y comprensión; por lo tanto, donde mejor se presenta la biota de nuestro país es en el extranjero: en museos europeos y norteamericanos.

Reyes y Brailovsky⁷, plantearon que el futuro desarrollo de las colecciones entomológicas debe definir sus objetivos, en función de los recursos de los que dispone la institución y evitar, además, la duplicación de esfuerzos. Sin embargo, ante la demanda urgente de resolver problemas entomológicos se carece de una serie de apoyos. Por ejemplo, no existen suficientes recursos humanos (taxónomos y laboratoristas); se carece de información actualizada para la identificación, es limitado el número de revistas científicas para publicar trabajos especializados; son pocas las colecciones que existen y las bibliotecas asociadas son insuficientes.

Muñiz y coautores⁸, señalaron que las colecciones son un instrumento de incalculable valor para el desarrollo de estudios biológicos. Constituyen un importante acervo de información, tanto por los datos contenidos en las etiquetas, como por los estudios efectuados sobre los ejemplares que los forman. También se consideran inventarios precisos y completos, que permiten cotejar en forma constante el conocimiento en todos los campos científicos. Gutiérrez⁹, mencionó que una colección resulta ser un banco de información donde se concentran datos del insecto ya sean nocivos o benéficos, tanto en la agricultura como en otras áreas.

Morón¹⁰, indicó que las colecciones entomológicas deben ser dinámicas y los ejemplares deben estar disponibles para la consulta del investigador, puesto que deben ser bibliotecas abiertas para contribuir en el trabajo de personas dedicadas a esta área de conocimiento. El contenido de una colección debe difundirse con cierta periodicidad por medio de listas o catálogos especialmente de tipos depositados, ya que éstos representan elementos básicos de la descripción original de una nueva especie, según lo indica el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica¹¹.

Llorente¹², en su trabajo, menciona que algunos autores consideran a las colecciones como cosas del pasado, y que las investigaciones resultan anticuadas como un simple pasaje histórico de la biología.

⁷ Reyes, C.P. y Brailovsky, H. 1981. "Estado actual de las colecciones entomológicas de México" pp. 113-117.

⁸ Muñiz, *et al.* 1981. "Primer listado de tipos depositados en el museo de Zoología Alfonso L. Herrera". pp. 155-168.

⁹ Gutiérrez, S.J. 1981. "Apoyo de la colección entomológica al diagnóstico de insectos de interés agrícola en la Dirección General de Sanidad Vegetal SARH". pp. 121-123.

¹⁰ Morón, R.M.A. 1981. "Ventajas y desventajas de las colecciones entomológicas institucionales y particulares" pp. 118-120

¹¹ Vázquez, G.L. 1981. "Tipos, su uso y su salvaguarda, importancia actual". pp. 150-154.

¹² Llorente, B.J. 1981. "Estado actual de las colecciones entomológicas de México". pp. 133-139.

Sin embargo, la nueva tendencia entre los especialistas en entomología es considerar a una colección bien preservada, rotulada, ordenada y catalogada, como una fuente extraordinaria de información para los estudios de taxonomía, sistemática y otros.

Existen varias personas e instituciones que a través de los años y en constante trabajo, han logrado el establecimiento de colecciones, sean oficiales o particulares, cada una con objetivos precisos como a continuación se indica:

Brailovsky¹³, relató en particular la importancia de la colección del Instituto de Biología a la que considera de tipo científico, y la más rica del país, puesto que es una fuente de referencia a las diferentes ramas de las ciencias, ya que permite hacer inferencias ecológicas, biogeográficas y evolutivas. El buen uso de esta colección puede formar personal que asesore a las dependencias donde se requiera de estos conocimientos.

Reyes, *op.cit.*, se refirió a la colección del museo de Historia Natural, indicando que fue iniciada en el año de 1965 por el dr. Alfredo Barrera, donde la meta principal fue la formación de personal capacitado en el estudio taxonómico, el manejo y la conservación de la colección con el propósito de acrecentarla tanto en calidad como en cantidad, reforzando en especial la colección de coleópteros.

Cibrián¹⁴, indicó que son pocas las instituciones que cuentan con una colección entomológica de interés forestal y que se carece de personal capacitado en esta área, así como de material bibliográfico asignado a la colección.

Díaz y Barrera¹⁵, hicieron referencia a la colección particular de lepidópteros de Müller a principio de siglo, derivada de la simple afición, contiene 12 636 ejemplares y actualmente se localiza en el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Dentro de las especies raras, la parte de Heterocera es la más rica, a diferencia de otras colecciones; aún se continúan los trabajos de catalogación y arreglos con el fin de integrarlas a una colección nacional de insectos.

Beutelespacher¹⁶, señaló que este tipo de colecciones deberían tener libre acceso a los científicos, ya que dicho material es propiedad de la nación según lo señalan los tres primeros artículos sobre la Ley Federal de Caza, vigente en 1981.

El autor agrega que los coleccionistas particulares deberían de comprometerse a conservar

¹³ Brailovsky, H. 1981. "La colección entomológica del Instituto de Biología de la UNAM; Historia y Objetivos. pp. 142-145.

¹⁴ Cibrián, T.D. 1981. "Colecciones de interés forestal. pp. 156-158.

¹⁵ Díaz, B.M.E. y Barrera, A. 1981. "La colección Müller de Lepidoptera en el museo de Historia Natural de la Ciudad de México". pp. 35-40.

¹⁶ Beutelespacher, R.C. 1981. "Problema de las colecciones particulares, su importancia y utilización". pp. 139-142.

el material entomológico, preservarlo y no ser objeto de venta ni de herencia. Al contrario, estos ejemplares deberían formar parte de las colecciones científicas de las instituciones del país, lográndose así un acervo cultural.

Quiñones¹⁷, en su trabajo indica que la Dirección General de la Fauna Silvestre estableció los lineamientos que los colectores e investigadores científicos deben seguir para la captura de organismos con el fin de amparar y proteger a la fauna silvestre y así limitar la explotación irracional y el tráfico ilícito de insectos.

Perrusquia¹⁸, elaboró su instructivo debido a la carencia de un acervo organizado de colecciones de insectos forestales. El mismo autor señala que las colecciones entomológicas forestales ampliarán los conocimientos cuando se realicen las exploraciones regionales de los bosques y las detecciones de brotes de plagas, lo que conducirá a concretar los datos obtenidos por especies y sus correlaciones ecológicas y de distribución; asimismo las especies representadas tendrán relevancia en la economía nacional. Por lo anterior, es conveniente conservar las colecciones mexicanas, sean particulares o institucionales como sistemas abiertos, paralelo a lo cual se deberá estrechar la colaboración interinstitucional entre los especialistas, conservadores, curadores y encargados de colecciones entomológicas.

Tomando como referencia la información revisada se puede apreciar que la bibliografía sobre colecciones de insectos de interés forestal en México es escasa; por otra parte, es más abundante la enfocada a los aspectos agrícolas. Resulta entonces que el presente estudio se hace necesario debido al interés y desconocimiento que hay sobre la entomofauna que habita en el follaje de las coníferas, conocimientos que servirán de instrumento cuando se realicen estudios taxonómicos, biológicos, ecológicos y de control.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo cubrió varias fases; comprende desde el mes de junio de 1983 hasta el mes de junio de 1985.

1. Trabajo de campo.

En la primera fase se realizaron recorridos por las diferentes áreas forestales de los estados de México y Tlaxcala, visitando zonas con regeneración natural y plantaciones, con el fin de apreciar los daños y ubicar los sitios de observación y colecta.

¹⁷ Quiñones, L.G. 1981. "Problemas legales relacionados con la colecta científica de insectos" pp. 154-156.

¹⁸ Perrusquia, D.P. 1979. Instructivo para la formación y conservación de una colección entomológica.

Los criterios que se utilizaron para ubicar los sitios fueron: que éstos presentaran una variedad de especies de pinos, que las especies manifestaran daños en el follaje, restos y excremento del insecto y/o al propio insecto.

Una vez ubicados los sitios, se procedió a coleccionar el material entomológico; la colecta se realizó tomando como referencia el tipo de insecto y su estado de desarrollo; para la captura de insectos adultos, se utilizaron redes entomológicas y después el material se pasó a frascos letales con cianuro.

Para la colecta de estados inmaduros (larvas), se procedió a cortar la rama donde se hospedaban y se alimentaban, posteriormente se colocaban las muestras en bolsas de polietileno con el fin de criarlas y obtener los insectos adultos.

Sin embargo, la falta de un insectario donde se pudieran controlar factores de humedad y temperatura dificultó el desarrollo de esta etapa.

También se colectó material infestado particularmente de follaje con agallas y follaje deformado; la colecta de este material se hizo con la finalidad de examinarlo cuidadosamente y determinar el o los patógenos.

Las visitas a los sitios no se pudieron realizar con la periodicidad deseada, sin embargo se visitaron en las diferentes épocas del año.

2. Trabajo de Laboratorio.

El trabajo de laboratorio consistió a su vez en varias fases:

- a). Realizar la crianza.
- b). Montaje.
- c). Identificación y registro de los insectos.

a). La crianza únicamente fue necesaria para los estados inmaduros del orden Lepidoptera y Diptera (Fam: *Cecidomyiidae*); para el primer orden se colocaron las muestras en jaulas entomológicas, periódicamente se revisaron y se les cambió de alimento. Con respecto al orden Diptera (Fam: *Cecidomyiidae*), se colocaron en bolsas de polietileno, con una poca de tierra con el propósito de que las larvas de último estadio puparan y así obtener los adultos.

b). Con respecto al montaje se efectuó según el grupo; para el orden Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera y Homoptera se montaron en alfileres entomológicos, después se etiquetaron con los datos correspondientes; para insectos del orden Diptera se preservaron en alcohol al 70%.

c) Para la identificación y el registro de ejemplares, se procedió a citar primero su nombre científico, seguido por un número que corresponde a la clave del registro, después se menciona el estado de desarrollo del insecto, indicando sus hábitos alimenticios, posteriormente, un número entre paréntesis que corresponde al nombre científico del hospedero y finalmente la localidad de la recolección.

La colección contiene especímenes montados en seco y en alcohol al 70%. En ambos casos los órdenes familiares y géneros, están ordenados de acuerdo a las indicaciones de Borroy y de Long (1979), o sea por sus afinidades filogenéticas; las especies se han arreglado alfabéticamente de acuerdo con las categorías a las que pertenecen.

RESULTADOS.

Actualmente la colección de insectos del follaje del Centro de Investigaciones Forestales de la Región Central, suma 4 órdenes, 0 familias, 20 géneros y 12 especies, haciendo un total de 420 ejemplares.

A continuación se da a conocer la primera lista de insectos del follaje de coníferas de la Región Central.

LISTADO DE INSECTOS DEL FOLLAJE DE CONÍFERAS DE LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO.

1. HOMOPTERA.

- Aphididae

Cinara (Curtis) 54.

Chupadores de las ramas y fuste del oyamel; el insecto ataca a partir de estados inmaduros y adultos, causando con ello el secado del follaje (1). Río Frío, México.

2. COLEOPTERA.

- Lampyridae

Micropsephus mniophitinos,
(Gorh) 16.

Los adultos son masticadores del follaje del ocote (3).
Tlaxco, Tlaxcala.

- *Photinus* sp. 23

Los adultos son masticadores del follaje de pino, causando con ello la escasez de hojas (2).
Sultepec, México.

| | |
|---|---|
| - <u>Tenebrionidae</u> <i>Cyrtomius plicatus</i> (Cham) 29. | El estado adulto mastican el follaje del pino (4). Sultepec, México. |
| - <u>Chrysomelidae</u> <i>Cryocephalus dolorosus</i> (joe) 20. | El adulto es masticador del follaje del ocote o pino, causando severos daños al follaje (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <i>Dolichosoma</i> sp. 9 | El adulto se alimenta del follaje de pinos (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <i>Pachibrachis C. bajula</i> (Stuff). 34 | Los adultos se alimentan del follaje de pinos, masticando y causando severos daños. (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <i>Luperodes</i> sp. 7 | El adulto es masticador de follaje de pino, causando severos daños en las puntas de las hojas (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <i>Luperodes</i> sp. 3 | El adulto es masticador de follaje de pino, causando severos daños en las puntas del follaje (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <i>Luperodes</i> sp. 3A | El adulto es masticador de follaje de pino, dañando principalmente las puntas (7). Zinacantepec, México. |
| - <i>Melyrodes</i> sp. 21 | El adulto se alimenta del follaje de pinos (3). Tlaxco, Tlaxcala. |
| - <u>Curculionidae</u> <i>Amphides acuminatus</i> (Sharp) 17 | El adulto es masticador de follaje del oyamel (1). Parque Nacional El Chico, Hidalgo. |
| - <i>Pandelelius cilliatipenis</i> , (Champ). 2A | El adulto es masticador de follaje de pino (3) y (7). Tlaxco, Tlaxcala y Zinacantepec, México. |
| <i>Pandelelius viridiventris</i> (Champ). 1 | El adulto es masticador de follaje de pino (3) y (7). Tlaxco, Tlaxcala y Zinacantepec, México. |

| | |
|---|---|
| - <i>Apion trichapion mexicanus</i> , (Weg). 11 | El adulto se alimenta del follaje de los pinos (3). Tlaxco, Tlaxcala |
| - <i>Apion trichapion oscillator</i> , (Sharp). 12 | El adulto se alimenta del follaje de los pinos (3). Tlaxco, Tlaxcala.. |
| - <i>Apion trichapion quicarne</i> (kiss). 13. | El adulto se alimenta de follaje de pinos (3). Tlaxco, Tlaxcala |

3. LEPIDOPTERA.

| | |
|---|--|
| - <u>Tortricidae</u> | 40. No se conoce el género y especie, en estado larval se alimentan del follaje de los pinos (3). Coatepec, México. |
| - <i>Pyralidae</i> | 36. No se conoce el género y especie, en estado larval se alimenta del follaje de los pinos (3). Sultepec, México. |
| - <u>Geometridae</u> <i>Boarmia zaragoza</i> , (Beutelespacher). 38 | En estado larval se alimenta del follaje de pino (7). Zinacantepec, México. |
| - <i>Sabulodes matrona</i> (Druce). 37 | Las larvas se alimentan del follaje de pino (7). Zinacantepec, México. |
| - 39. Otra especie no identificada. | En estado larval también se alimenta del follaje de pino (8) Texcoco, México. |
| - <u>Arctiidae</u> <i>Halisidota alternata</i> (Grote). 43 | En estado larval se alimentan del follaje de pinos (6). Villa Victoria, México. |

4. DIPTERA.

| | |
|---|--|
| - <u>Cecidomyiidae</u> <i>Dasyneura</i> sp. 46 | En estado larval forman agallas en las hojas de los pinos (6). Coatepec, Harinas, México. |
| - <i>Miastor</i> sp. 45 | En estado larval forman agallas en las hojas de los pinos (6). Coatepec, Harinas, México. |

NOMBRES CIENTÍFICOS DE LAS PLANTAS HOSPEDERAS.

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. <i>Abies religiosa</i> Champ et. Sche. | 5. <i>Pinus montezumae</i> Lamb. |
| 2. <i>Pinus douglasiana</i> Martínez | 6. <i>Pinus patula</i> Schl. et Cham. |
| 3. <i>Pinus rudis</i> Endl. | 7. <i>Pinus Hartewii</i> Lindl. |
| 4. <i>Pinus oocarpa</i> Schiede. | 8. <i>Cupressus</i> sp. |

CONCLUSIONES.

Considerando los objetivos propuestos, se ha logrado un avance del trabajo, con el que se pretende atraer la atención de entomólogos forestales hacia la contribución de estudios referentes al tema, ya que si no se han colectado los insectos de mayor importancia económica, si se tienen algunos ejemplares que causan daños severos y además carecen de registro y estudios previos.

De los insectos colectados *Pandeletius cilliatipenis*, *P viridiventris* y *Luperodes* spp. en estado adulto se les pudo detectar causando severos daños al follaje en regeneración de pinos; así también insectos del orden Lepidoptera, principalmente en estado larval, causan severas defoliaciones, por ejemplo, *Halisidota alternata* al alimentarse destruye gran parte del follaje de pino y afecta de esta manera el desarrollo del arbolado.

En cuanto a insectos que forman agallas, como la familia *Cecidomyiidae*, se ha observado que causan deformaciones al follaje y al poco tiempo las agallas se secan y ocasionan una gran pérdida del mismo; se desconoce el efecto del daño en el desarrollo del árbol por lo que se hace necesario realizar estudios sobre los factores que influyen en el desarrollo del insecto, así como la evaluación del daño.

El presente trabajo se considera fundamental para continuar con el conocimiento de los insectos defoliadores, así también para contribuir a formar una colección y catálogo de insectos de interés forestal.

RECOMENDACIONES.

Considerando la importancia que representa el presente estudio, se estiman recomendables los siguientes puntos:

1. Que la institución siga brindando, como hasta ahora, apoyo técnico y administrativo para los estudios referentes a la colección de insectos.

2. Se deberán tomar en consideración los conocimientos existentes sobre las colecciones de insectos de nuestro país y del extranjero, para corregir las fallas que se han tenido para formar y ordenar esta colección.

3. Algunos de los insectos del presente trabajo resultan por el momento poco comunes, no obstante, se están reproduciendo peligrosamente, por lo que se hacen necesarios estudios inmediatos sobre sus hábitos, prevención y control.

AGRADECIMIENTOS.

El presente trabajo se realizó gracias al apoyo recibido por los especialistas, como en el caso del orden Lepidoptera, al dr. Carlos R. Beutelespacher, investigador del Departamento de Zoología en el Instituto de Biología de la UNAM, para el orden Coleoptera al m.c. Santiago Zaragoza., de la misma Institución y al m.c. Raul Muñoz Vélez, investigador y Jefe del Laboratorio de Entomología del INIFAP.

Así también al ing. Armando Equihua, Jefe del Laboratorio de Entomología del Colegio de Postgraduados, por la revisión del manuscrito y la asesoría en el manejo de la colección y el catálogo de insectos.

BIBLIOGRAFÍA.

Aguilera, P.A. 1968. La colección de insectos del Centro de Investigaciones Agrícolas (CICA) - ARICA. Separata de la Revista de la Universidad del Norte. ARICA-CHILE Vol. 11. Núm. 1.

Brailovsky, H. 1981. "La colección entomológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México; Historia y Objetivos". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48. pp.142-145.

Beutelespacher, R.C. 1981. "Problemas de las colecciones particulares, su importancia y utilización". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48; pp.139-142.

Cibrián, T.D. 1981. "Colecciones de interés forestal". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48. pp. 156-158.

- Díaz, B.M.E. y Barrera, A. 1981. "La colección Müller de Lepidoptera en el museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Folia Entomológica Mexicana. Núm. 49. pp. 35-40.
- Domínguez, R. Y. y Carrillo, S.J. L., 1974. "Lista de insectos en la colección entomológica del INIA", 2º Suplemento a la "Lista de insectos en la colección entomológica de la oficina de estudios especiales", S.A.G. (en prensa).
- García, M.C. 1973^a. "Primer listado de insectos entomófagos de interés agrícola en México". Fitófilo. Núm. 68. pp. 1-47.
- García, M.C. 1973^b. "Primer catálogo de insectos fitófagos de México". Fitófilo Núm. 69. pp. 1-176.
- Gutiérrez, S.J. 1981. "Apoyo de la colección entomológica al diagnóstico de insectos de interés agrícola en la Dirección General de Sanidad Vegetal. S.A.R.H." Folia Entomológica Mexicana Núm. 48. pp. 121-123.
- Llorente, B.J. 1981. "Estado actual de las colecciones entomológicas de México". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48. pp. 133-139.
- Loya, G.J. 1980. Catálogo de artrópodos de la colección del Campo Agrícola Experimental de Zacatepec de INIA. Folleto Misceláneo N°1.
- Morón, R.M.A. 1981. "Ventajas y desventajas de las colecciones entomológicas institucionales y particulares". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48. pp. 118-120.
- Muñiz, S.A.M.; Morales, M.J.C.; Ayala, B.R.; y Llorente, B.J. 1981. "Primer listado de tipos depositados en el museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias de la UNAM: Colección de insectos Ectoparásitos, Alfredo Barrera". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 49. pp. 155-168.
- Pacheco, M.F. 1974. Catálogo de insectos de las colecciones del C.I.A.N.O. INIA SARH. Divulgación Técnica- INIA-México.
- Perrusquía, D.P. 1979. Instructivo para la formación y conservación de una colección entomológica. Boletín Divulgativo. INIF SARH. Núm. 47
- Quiñones, L.C. 1981. "Problemas legales relacionados con la colecta científica de insectos". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 48. pp. 154-156.
- Reyes, C.P. 1980. "Problemas de las colecciones científicas en los países en desarrollo". Folia Entomológica Mexicana. Núm. 46. pp. 19-27

Reyes, C.P. y Brailovsky, H. 1981. "Estado actual de las colecciones Entomológicas de México". *Folia Entomológica Mexicana*. Núm. 48. pp. 113-117.

Reyes, C.P. 1981. "La colección entomológica del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México". *Folia Entomológica* Núm. 48. pp. 145-150.

Vázquez, G.L. 1981. "Tipos, su uso y su salvaguarda, importancia actual " *Folia Entomológica Mexicana*. Núm. 48. pp. 150-154

ESTUDIO SOBRE PLANTAS INDICADORAS DE CALIDAD DE ESTACIÓN EN LA SIERRA DE TAPALPA, JALISCO.

Arellano Arellano Raquel *
Benavides Solorio Juan de Dios **
Talavera Zúñiga Esteban ***

RESUMEN.

En ciertas condiciones las plantas pueden utilizarse como indicadores de calidad de estación. Existen varios países donde se han utilizado con bastante éxito. El presente estudio se realizó en la sierra de Tapalpa en un área de 825 hectáreas, se muestrearon 202 sitios en forma sistemática, de 1 000 m² c/u. y de conformación circular, en los cuales se colectaron las tres plantas herbáceas y/o arbustivas más frecuentes del sitio, a las cuales se dieron valores de 1, 2 ó 3 de acuerdo a la frecuencia en que se encontraron en el sitio.

Para el análisis estadístico se utilizó el método del coeficiente de correlación del rango de Kendall, siendo éste un método de estadística no paramétrica. Se tomaron como variables la frecuencia de plantas y la calidad de estación (estimada mediante índices de sitio por Benavides¹). También se analizaron, bajo el mismo método, algunos factores del medio físico como: altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.), posición en la pendiente, pendiente, exposición y grado de erosión, tomando como variables, la frecuencia de plantas y los factores mencionados.

En el área se encontraron 15 especies herbáceas y 7 arbustivas, de las cuales se analizaron 8 herbáceas y 4 arbustivas. Los resultados de correlación de la frecuencia de plantas con la calidad de estación no fueron significativos, por lo tanto no se consideró a ninguna especie como indicadora de calidad de estación. En lo relativo a los resultados de los factores del medio físico sí se encontró cierta relación, sobre todo con los factores de pendiente, posición en la pendiente y grado de erosión.

También se detectó la preferencia de algunas especies por lugares sombreados, espacios

¹ Benavides S. J. de D. 1987. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio del *Pinus michoacana cornuta* Martínez y *Pinus oocarpa* Schiede.

* Lic. en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara. Extécnico de la Delegación SARH, Jalisco.

** Investigador del Campo Forestal Colomos, CIPAC-Jalisco. Red de Manejo Integrado de Recursos naturales.

*** M. C. Investigador del Centro Regional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Pacífico Centro. Jefe del Área de Biometría.

abiertos o lugares erosionados.

Palabras clave: Tapalpa, Jalisco, rango de Kendall, indicadores, calidad.

ABSTRACT.

Under certain conditions, plant can be utilised as site quality indicators, they have been used as such in several countries. The present study was carried out in the Tapalpa mountains, in an area of 825 ha. testing in systematic way 202 sites of circular shape and 1 000 m² each, collecting the three plants (herbaceous and/or shrubbies) more abundant in the site, giving to them the values of 1, 2, or 3 according to their abundance in the site.

In order to perform the statistical analysis, the method of the coefficient of correlation of Kendall's range was used, being this a method of non-parametric statistical analysis. The variables used were the abundance of plants and the site quality (estimated previously, through site indexes by Benavides, *op.cit.*). Under the same method, there were analysed some factors concerning the surrounding environment of the site, such as: height over the sea level (h.s.l.), its position in the slope, degree of slope, exposure and weathering, using as variables the abundance of plants and the mentioned factors.

In the area, there were found 15 herbaceous species and 7 shrubbies, from which 8 herbaceous and 4 shrubbies were analysed. The results of correlation of the abundance of plants with the site quality were not significative, therefore neither species was considered to be an indicator of the site quality. Concerning the results of the factors of the surrounding environment, some relationship was found, mainly with the slope, position in it, and weathering. The preference of some species for the shady areas, open spaces or weathered places was detected, as well.

Key words: Tapalpa, Jalisco, Kendall's range, indicators, quality.

INTRODUCCIÓN.

El bosque es un recurso renovable que proporciona madera y otros bienes y servicios a los hogares y a la industria; comida y refugio a la fauna silvestre; protección al suelo, al agua y al ambiente en general. Por lo tanto, es muy importante que se dé un aprovechamiento racional y adecuado a su capacidad de regeneración y crecimiento, que está determinada en buena medida por la calidad de estación del área.

La calidad de estación la definieron Spurr y Barnes², *cit. pos.* Daniel³, como la capacidad productiva de un bosque, la cual está determinada por todos los factores que integran el ambiente donde se desarrolla, identificándose éstos, como factores climáticos, edáficos y biológicos.

Existen numerosos métodos por medio de los cuales es posible determinar el potencial productivo de un bosque. De manera general pueden clasificarse en métodos directos e indirectos. Los métodos directos se consideran en términos de máxima cantidad de madera (volumen), producida en un periodo dado; los métodos indirectos se basan principalmente en la vegetación y en los factores del medio físico, Daniel, *op. cit.*

La aplicación de los métodos indirectos resulta más económica y se realiza en la mayoría de los casos, en menos tiempo que cualquier método directo, porque éstos requieren de lapsos grandes para obtener resultados.

Dentro de los métodos indirectos, uno de los más prácticos y que puede resultar económico, es el de la vegetación. En México, hasta la fecha no se ha realizado ningún trabajo para estimar la calidad de estación mediante el uso de plantas indicadoras. Se tiene conocimiento en nuestro país de que algunas plantas herbáceas y arbustivas son indicadoras de suelos pobres o degradados, o bien, bosques con problemas de disturbios ecológicos; también existen plantas que sólo se encuentran en lugares de buena calidad, por lo cual se puede inferir que son sitios muy productivos; pero estos reconocimientos se han hecho únicamente por observaciones cuando se realizan otros trabajos, pero no con la finalidad de encontrar plantas indicadoras de calidad de estación.

En el presente estudio se utiliza el método de plantas indicadoras como procedimiento indirecto para predecir la calidad de estación del Área Demostrativa Forestal Tapalpa. La calidad de estación del área fue estimada anteriormente por Benavides, *op. cit.*, mediante el método del índice de sitio; y en este trabajo se estudian las plantas herbáceas y arbustivas relacionándolas con las calidades de estación.

Los objetivos planteados son:

1. Determinar las plantas herbáceas y arbustivas indicadoras de las calidades de estación del área de estudio.
2. Desarrollar una metodología para utilizar la vegetación herbácea y arbustiva como indicadora de la calidad de estación.

² Spurr, S.H. y Barnes B.V, 1982. Ecología Forestal.

³ Daniel, *et al.* 1982. Principios de Silvicultura.

ANTECEDENTES.

Definición de calidad de estación.

El término de calidad de estación lo empezaron a utilizar los europeos, pero generalmente se denomina de diferentes nombres. Los norteamericanos le denominan calidad de sitio. Incluso hay algunos autores (norteamericanos), que le llaman índice o tipo de localización; los europeos siguen utilizando el término de calidad de estación. Todos los términos mencionados están relacionados con la productividad (en madera), en el bosque. En este trabajo, independientemente del autor que se trate, se utiliza el término de calidad de estación.

Según Gola⁴, se define la estación como un área constituida por una forma fisiográfica definida, o por lo menos, por una precisa y bien limitada modificación de las condiciones edáficas e hídricas del suelo, que desde el punto de vista de su población vegetal y animal presenta condiciones relativamente uniformes.

La estación comprende, pues, el complejo de factores que actúan sobre una localidad determinada, en la medida necesaria para llegar a influir sobre la vegetación, (Bruselas, 1910, *cit. pos.* Gola); fisiográficamente es el resultado del modelado superficial por parte de los agentes atmosféricos y de los caracteres locales de la hidrografía, así como el estado mecánico (estructura, tamaño de partículas y permeabilidad) y químico del suelo.

Existen varias definiciones sobre lo que es calidad de estación. En forma clara, Spurr y Barnes *op. cit.*, la definieron como la suma total de todos los factores que afectan la capacidad productiva del bosque u otro tipo de vegetación y que son factores climáticos, edáficos y biológicos.

Husch y coautores⁵, ampliaron el término, señalando que la suma de todos los factores ambientales es expresada como la calidad de estación. El crecimiento del árbol está determinado por la capacidad de genética de las especies al interactuar con el ambiente. En la influencia del ambiente se incluyen factores climáticos como temperatura del aire, precipitación pluvial, viento e insolación, factores edáficos como suelo, características físicas y químicas, humedad y microorganismos; factores fisiográficos como pendiente, altitud y exposición; y factores biológicos como competencia, influencia de la vegetación menor e influencia de otros árboles y animales.

⁴ Gola *et al.* 1965. Tratado de Botánica.

⁵ Husch, B. C. *et al.* 1982. Forest Mensuration.

Métodos directos para determinar la calidad de estación.

Para estimar la calidad de estación existen métodos directos e indirectos y la elección para aplicar cualquiera de ellos sobre esta función del bosque depende de los recursos con que se cuente, la infraestructura, la precisión que se requiera y la facilidad con que se pueda aplicar el método, Benavides, *op. cit.*

Existen varios criterios para ubicar a los métodos directos y están de acuerdo a las exigencias del autor.

Spurr y Barnes *op. cit.*, los consideraron con términos de volúmenes brutos de madera por unidad de superficie por año, obtenidos a partir de datos a largo plazo, mediante mediciones periódicas sobre rodales.

Daniel y coautores, *op. cit.*, basaron a los métodos directos, medidos en máxima cantidad de madera (volumen), producida en un periodo dado, siendo esta definición similar a la presentada por Spurr y Barnes.

Métodos indirectos para determinar la calidad de estación.

Dentro de los métodos indirectos que se utilizan para determinar la calidad de estación, están aquéllos que se basan en información del medio, como son el clima, el suelo o la cubierta vegetal y tienen varias divisiones, según el autor.

Schönau⁶ los dividió en métodos cualitativos y cuantitativos. Fanta en 1983, *cit. pos.* Schönau, los distinguió en factores primarios: macroclima, topografía, roca madre y agua superficial, factores que son considerados independientes del ecosistema forestal y factores secundarios: suelo y humedad del suelo, entre otros, los que son considerados dependientes del ecosistema forestal.

Clutter y coautores⁷ los clasificaron de la siguiente forma: relación histórica entre especies; vegetación del sotobosque y evaluación por factores edáficos, climáticos y topográficos.

Otra clasificación es la que presentaron Spurr y Barnes, *op. cit.*, donde consideraron a los métodos indirectos de la siguiente forma:

1. Vegetación del bosque.
 - 1.1 Índice de sitio.
 - 1.2 Vegetación (plantas indicadoras)
 - 1.3 Vegetación combinada del sotobosque y masa arbórea

⁶ Schönau, A.P.G. 1986. "Problems in using vegetation on soil classification in determining site quality."

⁷ Clutter, J. L. et al. 1983. Timber management, a quantitative approach.

2. Factores del medio ambiente físico.
 - 2.1. Clima.
 - 2.2. Suelo y topografía.
3. Factores múltiples o combinados (utilizando algunos o todos los factores precedentes, conjuntamente con la historia del uso de la tierra del bosque).

A continuación se describen algunos métodos indirectos tomados principalmente de las clasificaciones que hicieron Spurr y Barnes, *op. cit.*

Método del índice de sitio.

El índice de sitio se define como la altura que alcanza un árbol bajo las condiciones del propio bosque, en un determinado número de años, Spurr, Barnes *op.cit.* Este método depende de la determinación de una curva de crecimiento en altura, en función de la edad, considerando una edad base a una altura determinada.

Factores del ambiente.

Ante la necesidad de buscar otros métodos que no estuvieran basados en la vegetación, para el caso de que ésta fuera inadecuada para obtener una estimación razonable de la calidad de estación, o estuviera ausente, se enfrentó la urgencia de explorar algunos factores del medio físico localmente significativos, Daniel, *op.cit.*

Clima.

El clima es uno de los elementos esenciales en la producción forestal. Paterson, *cit. pos.* Klepac⁸, se dedicó a estudiar la temperatura, la humedad, época del periodo de crecimiento e intensidad de la radiación. Por medio de estos factores determinó la productividad, expresándola por el incremento medio anual total por hectárea a la edad de 100 años.

La aplicación del índice de Paterson en áreas pequeñas no dió buenos resultados: con el tiempo ha sufrido varias críticas y correcciones, como los hechos por Weck en 1955 y Pardé en 1958, *cit. pos.* Klepac, ya que se ha comprobado que basándose únicamente en los factores climáticos no es posible determinar la productividad. Por lo tanto, además de los factores climáticos es necesario tomar en cuenta la fertilidad del suelo y la especie vegetal.

⁸ Klepac, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales.

Suelo y fisiografía.

Los estudios de suelo han permitido una mayor comprensión de las interacciones ecológicas de todos los factores del sitio. En 1958, White *cit. pos.* Daniel, mencionó que los factores son significativos en general, debido a la relación con la disponibilidad de agua en los periodos de sequía.

Steinbrenner *cit. pos.* Daniel, diseñó en 1960, en el oeste de Washington y Oregon, un método para determinar la calidad, basado principalmente en el factor suelo, que explica el 83% de las variaciones ocurridas en el sitio, incluyendo factores como la profundidad del horizonte A (contiene información acerca del nivel de nutrientes), la profundidad efectiva del suelo y la textura del horizonte B (refleja la cantidad de agua de lluvia). También correlacionó la calidad del sitio con sus relieves, de modo tal que podía utilizar la fotografía aérea para mapear las calidades.

Método de la vegetación.

La presencia o ausencia de una especie vegetal determinada, puede inferir la buena o mala calidad de sitio donde se encuentra. El hecho de poder establecer una vinculación definitiva entre especie y una calidad específica, es una opción práctica para poder determinar en forma indirecta la calidad de estación de un lugar dado. En forma general los ecólogos emplean constantemente organismos (plantas y animales), como indicadores, al explorar nuevas situaciones geográficas o al apreciar grandes áreas. Las plantas son particularmente útiles como indicadores ecológicos⁹.

Spurr y Barnes, *op. cit.*, mencionaron que la presencia, la abundancia y el tamaño relativo de las diversas especies en el bosque, reflejan la naturaleza del ecosistema forestal del cual forman parte, y a partir de éste sirven como indicadores de la calidad.

Schönau, *op. cit.*, afirmó que el uso de la vegetación para determinar la productividad del bosque, ha sido estudiada por Daubenmire en 1976, y concluyó que la vegetación es el reflejo de la suma de todos los factores o elementos del medio ambiente.

Carbajal¹⁰, reconoció varios grupos ecológicos, que se definieron considerando la relación de las especies con diversos factores del medio ambiente de la zona agrícola, tales como el pH del suelo y su contenido de materia orgánica, humedad, altitud, etc.

Como en el caso del término “calidad de estación”, los autores también dan diferentes nombres a los métodos de la vegetación, pero en realidad, únicamente es posible

⁹ Odum, E.P. 1982. Ecología.

¹⁰ Carbajal, H.S. 1982. Florística y ecología de las plantas arvenses del maíz de temporal en Ixtlahuacán del Río, Jalisco.

clasificar dos métodos. El primero se denomina plantas indicadoras, utiliza la vegetación "menor" (del sotobosque), como indicadora; el segundo se basa en la vegetación combinada del sotobosque y masa arbórea. A este último método los europeos le denominan fitocenosis y los norteamericanos tipo de hábitat; en esencia el método es el mismo, sólo tiene pequeñas diferencias que se señalan en su oportunidad, al referirnos más adelante a cada uno de ellos. En general, el método de la vegetación establece una relación entre la productividad (en madera), y la vegetación del sitio.

Plantas indicadoras.

El primero que identificó y clasificó las relaciones existentes entre la cubierta vegetal y la productividad del sitio fue Cajander, *cit. pos.* Daniel, en Finlandia durante el año de 1909. En su método hizo la suposición de que la presencia de ciertas especies clímax en la cubierta vegetal bajo un rodal maduro eran indicadoras de la calidad de estación. Cuando ciertas especies se presentaban de modo consistente, en asociación con cierta calidad de estación y no en otras partes, les denominaba especies indicadoras. La crítica que se hace a este método es que la vegetación superficial se modifica al cambiarse el dosel superior de copas y también varía con modificaciones en el suelo superficial, variación que no se refleja en el estrato arbóreo que tiene enraizamientos más profundos.

También Harold y Hocker¹¹, señalaron que para la clasificación de la calidad, se emplea con bastante éxito, a la vegetación "menor" como indicador de ésta. Se ha reconocido que la presencia de ciertas agrupaciones de especies indicadoras caracterizan localidades de diferente productividad. La clasificación está basada en la frecuencia y abundancia de las especies claves o de un grupo de especies en el sotobosque. Las plantas dominantes que se presentan sobre una localidad representan una situación ecológica particular. En 1941, Ray, *cit. pos.* Harold y Hocker, presentó una lista de agrupaciones de especies para la región del Lago Edwards de Quebec, que estaban ordenadas de acuerdo a la productividad.

Spurr y Barnes *op. cit.*, por su parte, también mencionaron que las especies arbóreas son indicadoras útiles, tienen una vida prolongada, la densidad del lugar relativamente no las afecta y se identifican fácilmente en todas las estaciones del año. En cambio las especies del sotobosque, aunque son más propensas a estar influenciadas por la densidad del lugar, la historia y la composición del bosque en mayor medida que las especies arbóreas, tienen en muchos casos una tolerancia ecológica más restringida y pueden por lo tanto ser más útiles, como indicadores vegetales.

El concepto de utilizar la vegetación del sotobosque como indicador, ha sido adaptado exitosamente a los bosques de pinabetes-abetos de Norteamérica y en el este y centro de Canadá. Spurr y Barnes citan los estudios de Linteau en 1955, Rowe en 1956 y Grandther en 1966, quienes refinaron y resumieron los primeros trabajos con similares lineamientos.

¹¹ Harold, W. y Hocker, J: 1984. Introducción a la Biología Forestal.

En Sudáfrica, durante 1983 Grey y Taylor, *cit.pos.* Shönau, enlistaron las especies indicadoras de suelos pobres que requerían fertilización con fósforo, tanto como aquellas de sitios favorables. Anteriormente, en 1936, Henkel, *cit. pos.* Shönau, ya había enlistado especies indicadoras de repoblaciones exitosas con árboles exóticos de Zululandia.

Índice vegetal de sitio.

El valor de la comunidad vegetal para la determinación de la calidad de estación, quedó demostrado por el desarrollo de un índice vegetal de sitio para el *Pinus palustris* en Alabama en el año de 1960 por Hodgkins, *cit.pos.* Daniel, lugar donde existe la desventaja de que hay muchas especies vegetales y una gran amplitud ecológica. Las especies utilizadas (árboles y plantas del sotobosque) para el índice vegetal del sitio fueron las disponibles a lo largo del año, al elaborar una lista de las probables especies indicadoras, los 13 grupos iniciales de muestreo se inventariaron, y cada especie obtuvo un cierto valor de dominancia dentro de la muestra, de la cual se calculó un índice promedio del sitio para cada especie. La aplicación posterior de este método a una provincia fisiográfica diferente, demostró una menor concordancia con el índice de sitio a pesar de la similitud florística de las dos provincias.

Por lo tanto, el índice vegetal de sitio es aplicable únicamente de forma directa a las condiciones del área de la cual se obtuvo; cada cambio de provincia requiere de una reevaluación de las relaciones existentes entre la especie y la calidad de sitio. Este método ha demostrado que si se utiliza correctamente, la vegetación puede reflejar la calidad de sitio de una zona, incluso en latitudes cálidas, Daniel *op. cit.*

Desventajas del método de la vegetación.

A pesar de que el método indirecto por medio de la vegetación es muy práctico y por lo tanto rápido y económico, en la determinación de la calidad de estación, existen situaciones en las que no es recomendable su uso.

Killian *cit. pos.* Shönau, también mencionó que otro caso son las plantaciones de especies de árboles exóticos manejados intensivamente, donde la vegetación superficial en una etapa temprana está totalmente sombreada.

Reforzando lo anterior, Harold y Hocker, *op.cit.*, afirmaron que en localidades donde se produjeron perturbaciones naturales, las comunidades vegetales cambian a intervalos irregulares, pero donde la perturbación es producida por el hombre, estos cambios se dan más rápido que los producidos por la naturaleza.

Por su parte Daniel, *op.cit.*, señaló que el método vegetal dependiente de la existencia de

plantas indicadoras, no ha resultado tan satisfactorio en lugares donde la mayor insolación, evaporación, sequedad superficial y perturbación artificial, sumados a la mayor cantidad de especies y amplitud ecológica, hacen imposible establecer alguna correlación entre la calidad de sitio y unas cuantas especies indicadoras.

De acuerdo a lo anterior, la aplicabilidad general de la evaluación de la calidad de estación, mediante el uso de plantas indicadoras, tiene severas limitantes; está restringida a bosques de composición simple, con clima frío y que no sufren algún tipo de disturbio ecológico.

METODOLOGÍA.

El área de estudio cuenta con una superficie de 825 ha. y se encuentra situada entre los paralelos 19° 56' y 19° 58' latitud norte y los meridianos 103° 47' y 103° 51' longitud oeste correspondientes a la sierra de Tapalpa; su localización está a 5 km. de la población de Tapalpa, Jalisco. Según la clasificación de Köppen modificada por García¹², el clima corresponde a un templado subhúmedo, con lluvias en verano. Su topografía es sumamente accidentada y presenta elevaciones que van de 1 900 a 2 400 m.s.n.m.

La vegetación del área según Benavides, *op.cit.*, está formada por bosque de pino, pino-encino y pino hojosas. El mayor porcentaje en orden del 84.8% corresponde al bosque de pino y el resto a la maleza. El género *Pinus* está representado en orden de importancia por las siguientes especies: *Pinus michoacana* cornuta Martínez, *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus leiophylla* Schl. et Cham., *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Pinus douglasiana* Martínez y *Pinus lumholtzii* Rob. et Fer. De las latifoliadas los géneros más importantes son los siguientes: *Quercus* ssp., *Crataegus* sp., *Arbus* ap., *Alnus* sp. y *Persea* sp. La vegetación herbácea y arbustiva se encuentra distribuida en toda la zona.

Como ya se mencionó con anterioridad, la finalidad del estudio fue encontrar alguna relación entre las plantas herbáceas y arbustivas del área, con las calidades de estación que estimó Benavides, *op.cit.* Las que fueron definidas con el método del índice de sitio, ajustando las curvas a través del modelo de Schumacher, fueron determinadas 3 curvas que corresponden a 3 calidades de estación, (*vid infra*, figura N° 1), que son:

Calidad I. Denominada como excelente, corresponden a ella todos aquellos árboles arriba de 28.89 m. de altura.

Calidad II. Calificada como buena, pertenecen a ella todos los árboles en el rango de 22.89 a 28.89 m. de altura.

¹² García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen.

Calidad III. Designada como regular, corresponden a ella todos aquellos árboles por abajo de 22.89 m. de altura.

Las calidades de estación regular y buena fueron las que ocuparon mayor porcentaje en la zona; la calidad regular ocupó el 44%, la calidad buena el 43% y la calidad excelente ocupó sólo el 13%.

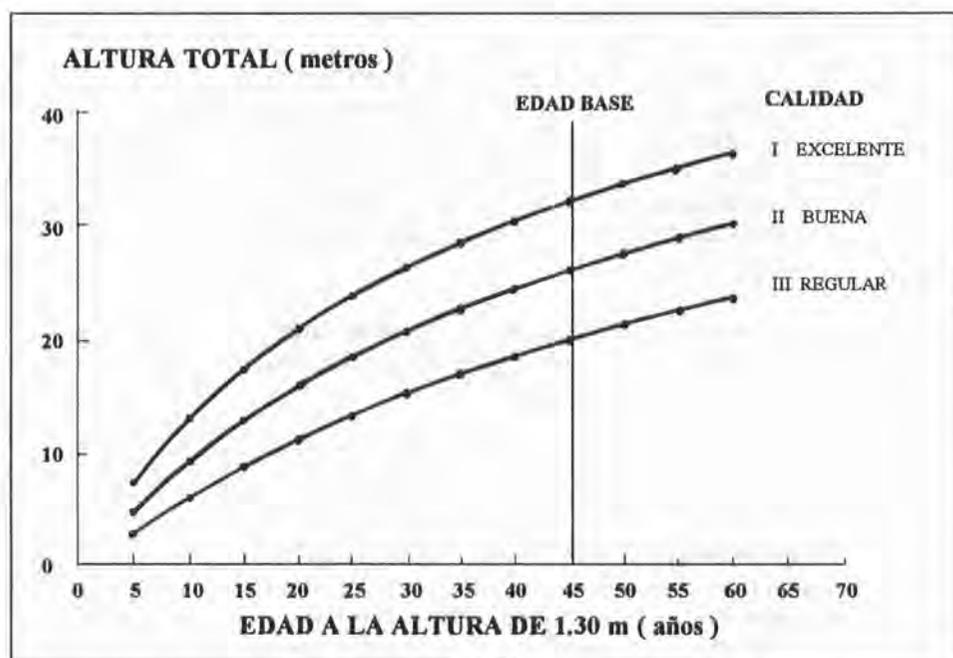


Figura N° 1. Curvas de calidad de estación para el Área Demostrativa Forestal Tapalpa. Benavides, *op. cit.*

Para la colecta de plantas se utilizó el diseño de muestreo sistemático, con una distancia entre sitios e hileras de 200 m., lo cual proporciona una intensidad del 2.5%. El tamaño del sitio fue de 1 000 m² de forma circular.

Al efectuar la colecta se siguieron las instrucciones de Vela¹³; se utilizaron prensas botánicas y el secado se hizo con la exposición al sol. Se colectaron las plantas herbáceas y arbustivas del sotobosque, dividiendo el sitio de 1 000 m² en cuatro selecciones de 250 m² cada una, por cada sección se eligieron las tres especies más frecuentes, a las cuales se dieron los valores de 1, 2, 3. A la planta con mayor frecuencia se dio el valor de 1, el

¹³ Vela, G.L. *et al.* 1982. Instructivo para la colecta de material botánico.

valor de 2 a la planta con frecuencia intermedia entre la 1 y la 3 y la puntuación de 3 a la planta con menor frecuencia que las anteriores. Para obtener la frecuencia total por sitio, se conjuntaron los datos de las cuatro secciones.

Las especies encontradas fueron clasificadas por el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara y el INIFAP. Además, por sitio de muestreo, también se tomaron los datos de altura sobre el nivel del mar, posición en la pendiente, exposición y erosión. A estos factores se dieron rangos asignándoles un valor numérico.

Para el presente trabajo se hicieron los análisis con estadística no paramétrica, utilizando el coeficiente de correlación del rango de Kendall, con la metodología de Siegel¹⁴, en la cual menciona que este método es una medida de correlación que requiere que ambas variables sean medidas por lo menos en una escala ordinal, de manera que los objetos de estudio puedan colocarse en dos series ordenadas, de modo que a cada sujeto pueda asignársele un rango de X o Y, por lo tanto "r" dará una medida del grado de asociación o correlación entre los dos conjuntos de rangos.

El coeficiente de correlación del rango de Kendall (r), tiene varios procedimientos; por este trabajo se utilizó el de las observaciones ligadas, por considerarlo adecuado a los datos del trabajo. La fórmula es la siguiente:

$$N = \frac{S}{\sqrt{1/2 N (N - 1) - TX} \sqrt{1/2 N (N - 1) - TY}}$$

En este procedimiento lo que difiere de los demás es el valor de "S", para obtener ese valor se hace lo siguiente: se ordenan los números de la variable X en forma ascendente, por lo tanto también cambian de posición los números de la variable Y; los siguientes pasos corresponden a esta variable; se cuentan todos los números mayores que el primer número ordenados a la derecha de éste y se suma el número total de éstos. Después se cuentan todos los números menores ubicados a la derecha del número aludido y se restan, se hace lo mismo para todos los números; posteriormente se hacen las sumas y las restas de todos los valores obtenidos. El valor final es "S".

Los valores de N, TX se obtienen de la forma siguiente:

N = números de objetos o individuos ordenados según X y Y.

TX = $\frac{1}{2} t(t-1)$, t es el número de observaciones ligadas, en cada grupo de ligas de la variable X.

TY = $\frac{1}{2} t(t-1)$, t es el número de observaciones ligadas, en cada grupo de ligas de la variable Y.

¹⁴ Siegel, S. 1980. Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta.

En este trabajo el tamaño de muestra fue muy variable, ya que hay plantas que se encontraron en sólo 5 sitios, mientras que otras se presentaron hasta en 101 sitios. Por otra parte al separar las plantas por calidad de estación, se redujo aún más el número de sitios y además no se tuvo el mismo tamaño de muestra para todas las especies; por lo tanto, se decidió aplicar la prueba de Student (t) para obtener el nivel de significancia.

De la Loma¹⁵, mencionó al respecto lo siguiente: “en general se considera que un valor de “r” mayor de 0,5 indica correlación, mientras que los valores inferiores a este límite denotan ausencia de correlación”; sin embargo, en muchos estudios prácticos el número de observaciones es reducido (N menor que 100), por lo tanto, es indispensable disponer de un criterio que permita apreciar la significancia del coeficiente de correlación obtenido por el cálculo, en 1960 Fisher, *cit. pos.*, De la Loma, propuso que en las muestras pequeñas, para calcular la significancia de “r”, aplicar la fórmula de Student y recurrir a las tablas de “t” para obtener el nivel de significancia. La fórmula es la siguiente:

$$t = \frac{r \cdot \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En total dentro del área de estudio se encontraron 15 especies herbáceas y 7 arbustivas; la familia más representativa de las herbáceas es la Compositas que se presenta en 7 de las 15 especies; los géneros *Eupatorium*, *Piqueria* y *Salvia*, se encontraron representados por dos especies, todos los demás con una; las plantas herbáceas que se encontraron en mayor número de sitios fueron: *Festuca brevigluminis* Swallen, *Artemisia mexicana* Willd, *Stevia ovata* Wild y *Eupatorium* sp.

Las especies *Artemisia mexicana* Willd y *Eupatorium* sp., se encontraron en espacios abiertos no sombreados; *Stevia ovata* Willd también se encontró mayormente en espacios abiertos, pero asimismo se observó en espacios sombreados; *Pteridium aquilinum* Kuhn se localizó en lugares húmedos, principalmente en arroyos; *Eryngium monocephalum* Cav. y *Cirsium pinetorum* Greenm, se observaron en lugares erosionados; *Festuca brevigluminis* Swallen, tiene amplia distribución pero no se localizó en lugares erosionados, crece principalmente a la sombra de los árboles.

¹⁵ Loma, J.L. de la. 1966. Experimentación Agrícola.

También de las especies arbustivas la familia Compositae fue la más representativa; tres de las siete especies corresponden a esta familia. De acuerdo al número de sitios, las plantas arbustivas se presentaron en orden descendente de la forma siguiente: *Senecio salignus* D. C., *Rhamnus hintonnii* M. C. & L. A. Johnston, *Verbesina sphaerocephala* var. *sphaerocephala* y *Baccharis thesioides* H.B.K.

Las plantas arbustivas *Senecio salignus* D.C. y *Baccharis thesioides* H.B.K. se observaron en los claros de los bosques, principalmente en terrenos desforestados; *Verbesina sphaerocephala* var. *sphaerocephala* se detectó con mayor frecuencia en terrenos erosionados; *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston tiene una amplia distribución pero al igual que *Festuca brevighuminis* Swallen no se encontró en lugares erosionados.

De manera general al analizar estadísticamente la información, no se presentaron resultados significativos para considerar que alguna planta sea indicadora de cierta calidad de estación, ya que la mayoría de las especies al realizar el análisis de correlación presentaron valores muy bajos; por lo tanto, también en el análisis de las pruebas de significancia el nivel fue bajo, en muy pocas especies se encontró un nivel significativo de .05 o mayor que éste, por lo que los resultados no se consideraron satisfactorios.

Del total de las especies herbáceas y arbustivas se analizaron sólo 8 especies herbáceas, y 4 arbustivas. Para considerar a las plantas estudiadas se deshecharon las que se encontraban en menos de 5 sitios. Posteriormente se eliminaron las especies que al separarlas por calidad de estación, en ninguna calidad se encontraban en más de 5 sitios. Se tomó esta decisión debido a que las plantas con pocos sitios arrojaban resultados muy bajos, cercanos a 0, o muy altos cercanos a 1.

Para analizar los resultados de la correlación de frecuencia de plantas (variable dependiente), con la calidad de estación (variable independiente), se tomaron para ésta los rangos de altura para cada una de las calidades y la frecuencia de plantas con valores de 1, 2, ó 3 por cada sitio. Por lo tanto, los resultados se presentaron organizados por cada calidad, pero generados con base en los rangos de altura.

| ESPECIE | CALIDAD DE ESTACIÓN | r | t | α | N |
|---|---------------------|------------------------------|--------|----------|----|
| <i>Artemisia mexicana</i> Willd | I | -0.3779 | 1.0798 | .4 | 9 |
| | II | -0.1365 | 0.7490 | .5 | 31 |
| | III | 0.0703 | 0.3795 | | 31 |
| <i>Cirsium pinetorum</i> Greenm | II | -0.2581 | 0.4627 | | 5 |
| | III | -0.1195 | 0.2235 | | 5 |
| <i>Eupatorium sp.</i> | I | -0.5962 | 1.4852 | .3 | 6 |
| | II | 0.0700 | 0.2977 | | 20 |
| | III | -0.2179 | 0.6697 | .5 | 11 |
| <i>Festuca brevigluminis</i> Swallen | I | -0.0210 | 0.0840 | | 18 |
| | II | -0.2075 | 1.3075 | .3 | 40 |
| | III | -0.0437 | 0.2803 | | 43 |
| <i>Pteridium aquilinum</i> Kuhn | II | -0.1091 | 0.2454 | | 7 |
| | III | -0.1382 | 0.4627 | | 13 |
| <i>Salvia purpurea</i> Cav. | I | 0.9486 | 5.1915 | .02 | 5 |
| | II | -0.6236 | 1.9539 | .1 | 8 |
| <i>Stevia ovata</i> Willd | II | 0.0708 | 0.3174 | | 22 |
| | III | 0.1128 | 0.4680 | | 19 |
| r = correlación | | t = prueba de Student | | | |
| α = nivel significativo o nivel de significancia | | N = número de sitios | | | |

Cuadro N° 1. Resultados del análisis de correlación y pruebas de significancia de las 8 especies herbáceas, en cada calidad de estación.

En el cuadro N° 1, como se observa, la mayoría de las especies representaron un nivel de significancia muy bajo con excepción de *Salvia purpurea* Cav. en la calidad I, que presentó un nivel significativo de .02, (el cual se menciona más adelante).

Artemisia mexicana Willd. Esta especie se encontró distribuida en las 3 calidades de estación. En las calidades II y III se presentó en 31 sitios, pero se observaron diferencias en las dos calidades, ya que en la calidad III, el valor de r es bajo por lo tanto no se observó nivel significativo; en la calidad II presentó correlación negativa con un nivel significativo de .5. En la calidad I también presentó correlación negativa. La planta se encontró en sólo 9 sitios pero el valor de r fue aceptable, por lo tanto, se observó un nivel de significancia de .4 (40% de probabilidad de cometer error). No se puede inferir que sea indicadora de la calidad I porque el nivel de significancia es muy bajo y además en la calidad II presentó un nivel significativo casi similar.

Cirsium pinetorum Greenm. Esta planta sólo se presentó en la calidad II. No se obtuvo nivel de significancia porque el tamaño de la muestra fue muy bajo (5 sitios) y además el valor de r también fue bajo; sin embargo, se consideró importante porque sólo se encontró en una calidad, por lo tanto sólo se puede mencionar que tiene predilección por dicha calidad.

Eryngium monocephalum Cav. Esta hierba se encontró sólo en la calidad III, con un tamaño de muestra muy bajo y valor de r bajo, por lo tanto, tampoco presentó nivel significativo. Se toma en cuenta en este análisis como importante porque tiene presencia en la calidad regular.

Eupatorium sp. Esta especie se encontró distribuida en las 3 calidades de estación, pero en las 3 presentó niveles de correlación bajos y niveles de significancia por igual, por lo cual no se considera indicadora.

Festuca brevigluminis Swallen. Esta especie fue de las plantas herbáceas que más se encontró y además distribuida en las 3 calidades de estación, aunque el tamaño de muestra es alto para las 3 calidades, los valores de r son bajos, por lo tanto, no presentó niveles significativos.

Pteridium aquilinum Kuhn. Esta planta se encontró en las calidades II y III en muy pocos sitios; además, el valor de r fue bajo, por lo tanto, no se obtuvo nivel significativo en ninguna calidad.

Salvia purpurea Cav. En la calidad I esta especie presentó valores significativos altos por una correlación alta, pero el tamaño de muestra es pequeño, sólo de 5 sitios, pero en la calidad II también se obtuvieron resultados similares. No se puede mencionar que la planta sea indicadora de la calidad I porque el nivel significativo de la calidad también es sobresaliente.

Stevia ovata Willd. Esta especie se encontró en las calidades II y III con un tamaño de muestra similar (22 sitios en la calidad II y 19 sitios en la III). Los valores de r fueron muy bajos para las 2 calidades, por lo tanto, no se obtuvo nivel de significancia, indicando que no hay correlación importante para ninguna calidad.

| ESPECIES | CALIDAD DE ESTACIÓN | r | t | α | N |
|---|---------------------|---------|--------|----------|----|
| <i>Baccharis thesioides</i> H. B. K. | II | -0.3535 | 0.9998 | .4 | 9 |
| | III | 0 | | | 11 |
| <i>Rhamnus hintonnii</i> M.C. & L.A.J. | I | 0.5321 | 2.2659 | .05 | 15 |
| | II | 0.0471 | 0.2539 | | 31 |
| | III | -0.1518 | 0.6507 | | 20 |
| <i>Senecio salignus</i> D.C. | I | -0.6236 | 2.1105 | .1 | 9 |
| | II | 0 | | | 37 |
| | III | 0.1556 | 1.0683 | .3 | 48 |
| <i>Verbesina sphaerocephala</i> var. <i>sphaerocephala</i> | II | 0.3560 | 1.4254 | .2 | 16 |
| | III | 0.0052 | 0.0238 | | 23 |

Cuadro N° 2. Resultados del análisis de correlación y pruebas de significancia de las 4 especies arbustivas, en cada calidad de estación.

Como se observa en este cuadro, también los niveles significativos son muy bajos. Sólo *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston en la calidad I presentó un nivel significativo alto.

Baccharis thesioides H.B.K. Esta especie se encontró en las calidades II y III, y en las dos calidades presentó resultados muy bajos en los niveles de significancia y correlación, por lo cual no hay predicción de ninguna calidad.

Rhamnus hintonnii M.C. & L.A. Johnston. Este arbusto se encontró distribuido en las 3 calidades de estación; en la calidad I obtuvo una r de .5 con un nivel de significancia de 0.5. Sin embargo, no se puede decir que esta especie sea indicadora de la calidad I, ya que también se presentó en las otras dos calidades aunque con valores bajos.

Senecio salignus D.C. Esta planta fue la especie arbustiva que más se encontró en el área

y también se distribuye en las 3 calidades; la mejor correlación y nivel de significancia se obtuvo para la calidad I, pero se presentó en todas las calidades, por lo que no puede predecirse su presencia únicamente para la calidad I.

Verbesina sphaerocephala var. *sphaerocephala*. Este arbusto se encontró en 2 calidades de estación; en la calidad II se presentó en 16 sitios el valor de r fue de 0.3560. Se obtuvo un nivel significativo de .2 (20% de probabilidad de cometer error); en la calidad III no se observó nivel significativo.

Los valores obtenidos en los cuadros 1 y 2 en lo relativo a las pruebas de significancia en la mayoría de las especies son muy bajos; por lo tanto, no se puede inferir que alguna planta sea indicadora de determinada calidad de estación. Las plantas que presentaron valores altos en las pruebas de significancia arriba de .05, fueron la *Salvia Purpurea* Cav. y *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston, pero no se pudo afirmar que son indicadoras de la calidad en la cual se presentaron con valor alto, porque además se encontraron en las otras calidades; por otra parte, se observó que otras plantas que tuvieron la misma frecuencia o incluso mayor, arrojaron valores bajos.

Al no obtener resultados satisfactorios en el análisis de correlación de la calidad de estación y la frecuencia de plantas, se decidió analizar algunos factores del medio físico para observar si las plantas se encontraban influenciadas por alguno de ellos; los factores estudiados son: altura sobre el nivel del mar, posición en la pendiente, exposición y grado de erosión.

Para este análisis se utilizó el mismo método que se aplicó para obtener el grado de correlación. En este estudio no se separaron las plantas por calidad de estación; se tomó el número total de sitios por especie y se analizó la frecuencia de plantas con los factores antes mencionados. Se analizaron las mismas especies estudiadas y también se hicieron las pruebas de significancia.

Los factores más correlacionados en esta segunda parte fueron: la pendiente, posición en la pendiente, la erosión y la altitud, así también se observó la preferencia de algunas especies por lugares específicos del medio físico, lo cual puede ayudar a estudiar mejor las especies del sotobosque, ubicar la ecología de cada una de ellas y entender sus relaciones con las especies arbóreas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. No fue posible estimar la calidad de estación con el método utilizado, a través de las especies herbáceas y arbustivas en el área de estudio.

2. Aunque la especie herbácea *Salvia purpurea* Cav. presentó el mejor resultado para la calidad I, no es satisfactoria para poder predecir que sea indicadora de esta calidad estimada en el área por Benavides, *op. cit.*

3. La especie herbácea *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston presentó valor alto en la calidad I, sin embargo, tampoco se considera representativa de esa calidad.

4. Las especies herbáceas *Festuca brevigluminis* Swallen; *Artemisia mexicana* Willd y *Eupatorium sp.*, las cuales tienen una amplia distribución en la zona, se encontraron en las 3 calidades de estación.

5. Las especies arbustivas *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston y *Senecio salignus* D.C. también se encontraron distribuidas en toda el área y se presentaron en las 3 calidades de estación.

6. *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston y *Festuca brevigluminis* Swallen tienen una distribución similar en el área. Ambas se encontraron en lugares no erosionados, presentándose también en las 3 calidades de estación.

7. La especie herbácea *Artemisia mexicana* Willd presentó correlación con la pendiente y la erosión; el *Cirsium pinetorum* Greenm se encontró correlacionado con la pendiente y la exposición; a su vez, la *Festuca brevigluminis* Swallen tuvo correspondencia con la altura con el nivel del mar y el grado de erosión; estas especies presentaron niveles significativos altos.

8. *Rhamnus hintonnii* M.C. & L.A. Johnston se encontró fuertemente correlacionada con la posición en la pendiente. El resultado indicó que se encuentra en mesetas o terrenos planos.

9. La planta arbustiva *Baccharis thesioides* H.B.K. se encontró correlacionada con la posición en la pendiente; *Senecio salignus* D.C. presentó correspondencia con la pendiente y *Verbesina sphaerocephala* var. *sphaerocephala* se encontró correlacionada con la exposición. También estas especies presentaron niveles altos de significancia.

10. Se recomienda realizar otro tipo de toma de información para las plantas herbáceas y arbustivas en las cuales se realice un conteo total de las plantas por sitio o un muestreo dentro del mismo.

11. En el presente trabajo no se encontró correlación entre las calidades de sitio estimadas por Benavides, *op. cit.*, pero esto no quiere decir que no existan correlaciones con otras variables o con otra agrupación de las calidades, por lo que es necesario hacer estudios de esta índole que permitan obtener metodologías para evaluar la calidad de estación por medio de plantas herbáceas y arbustivas.

BIBLIOGRAFÍA.

- Benavides, S., J. de D. 1987. Estimación de la calidad de sitio mediante índices de sitio del *Pinus michoacana cornuta* Martínez y *Pinus oocarpa* Schiede. Para el A.D.F. Tapalpa estado de Jalisco. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 81 p.
- Carvajal, H. S. 1982. Florística y ecología de las plantas arvenses del maíz de temporal en Ixtlahuacán del Río, Jal. Tesis Licenciatura. Facultad de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. 118 p.
- Clutter, J. L.; Forston, J. C.; Pienaar, L. V.; Brister, G. H. y Bailey, R. L. 1983. Timber management, a quantitative approach. Ed. John Wiley. New York. 333 p.
- Daniel, T. W.; Helms, J. A. y Baker, F. S. 1982. Principios de Silvicultura. Primera edición en español. Ed. Mc. Graw Hill. México. 493 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Koppen. Ed. Larrios. México. 71 p.
- Gola; Negri y Cappelletti. 1965. Tratado de Botánica. 2ª ed. Ed. Labor. México. 1160 p.
- Harold, W. y Hocker J. 1984. Introducción a la Biología Forestal. Primera edición en español. Ed. AGT. México. 446 p.
- Husch, B. C.; Miller, C. H. y Beers, T. W. 1982. Forest Mensuration. 3º ed. Ed. John Wiley and Sons. New York. 401 p.
- Klepac, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Primera edición en español. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 1220 p.
- Loma, J.L. de la. 1966. Experimentación Agrícola. 2ª ed. Ed. UTEHA. México. 493 p.
- Odum, E. P. 1982. Ecología. 3ª ed. Ed. Interamericana. México. 639 p.
- Schönau, A.P.G. 1986. "Problems in using vegetation on soil classification in determining site quality". 18th IUFRO World Congress. Div. 1. Forest Environment and Silviculture. Yugoslavia. pp. 392-404.
- Siegel, S. 1980. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 6ª reimp. Ed. Trillas. México. 346 p.

Spurr, S. H. y Barnes, B. V. 1982. Ecología Forestal. Primera edición en español. Ed. AGT. México. 690 p.

Vela, G. L.; Hernández, A. R. y Boyas, J. D. 1982. Instructivo para la colecta de material botánico. Vol. Div. N° 49. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 27 p.

