

FENOLOGÍA Y BIOLOGÍA DEL DESARROLLO DE CINCO ESPECIES DE *Quercus*, EN PARACHO Y URUAPAN, MICHOACÁN.

Bello González Miguel Ángel*

RESUMEN

Durante el período 1982-1984 se reunió información sobre observaciones fenológicas para elaborar un calendario anual de desarrollo de cinco especies de *Quercus*: *Q. resinosa*, *Q. rugosa*, *Q. glaucoides*, *Q. obtusata* y *Q. crassipes*.

Los eventos fenológicos en estado vegetativo, floración y fructificación fueron descritos en relación a los factores climáticos. Los patrones de fructificación fueron descritos también en relación a los factores climáticos y bióticos, tales como insectos y aves.

Las observaciones fenológicas se realizaron en rodales naturales y subdivididas a su vez, en sitios permanentes en las regiones de Uruapan y Paracho, Michoacán. Asimismo se calculó el número de bellotas por unidad de superficie de suelo en cada sitio permanente, así como su producción en kilogramos.

Se obtuvieron valores promedio sobre germinación y desarrollo de plántulas, en relación a las variables tiempo y temperatura en condiciones de invernadero. Se realizaron análisis estadísticos para los resultados obtenidos en el desarrollo de plántulas para cada especie.

Palabras clave: Encinos, *Quercus*, Fenología, Biología del desarrollo, Michoacán.

*Biólogo Investigador Titular del Campo Experimental Uruapan, CIR. Pacífico-Centro, INIFAP. SARH.

ABSTRACT

During the 1982-1984 period, information was gathered upon phenological observations, in order to work up a yearly development calendar on five *Quercus* species: *Q. resinosa*, *Q. rugosa*, *Q. glaucooides*, *Q. obtusata* and *Q. crassipes*.

The phenological events in vegetative phase, flowering and fructification, were described in relation to climatological elements. The fructification patterns were found to be related to biotic factors such as insects and birds.

The phenological observations were carried out in natural stands divided for better results in five permanent plots in the Uruapan and Paracho regions, Michoacán. The number of acorns was calculated by surface unit of soil in every permanent plot, as well as its production in kilograms.

Germination and seedling development were related to the variables time and temperature within greenhouse conditions. Statistical analysis was made for seedling development for each specie.

Key words: Oaks, *Quercus*, Phenology, Biology of Development, Michoacán, México.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor número de especies de *Quercus*, un género tal vez con 600 especies, de las cuales más de 150 se distribuyen ampliamente en nuestro país Lawrence (1951)¹ y Rzedowski (1978)². De estas, 30 se localizan en el estado de Michoacán. Muchas crecen y se pueden desarrollar en diversos tipos de habitat, pudiéndose observar en montañas, valles y cañadas, formando bosques puros o mezclados en climas fríos, templados y tropicales.

Muchas de ellas se explotan actualmente con fines de producción maderable, artesanal, comestible y medicinal (fruto y corteza) y otras se utilizan en la protección del recurso forestal y en los aspectos escénicos y de recreación Bello y Labat (1987)³.

¹Lawrence G.,H. 1951. Taxonomy of vascular plants.

²Rzedowski J. 1978. Vegetación en México.

³Bello G.,M.; Labat J.,N. 1987. Los encinos (*Quercus*) del Estado de Michoacán, México.

Con respecto a la ecología y al ciclo de vida de las especies de *Quercus*, puede decirse que su conocimiento es muy incompleto. Por lo tanto resulta importante el estudio de las variaciones climáticas prevalecientes, y en ello participa vigorosamente la fenología.

El presente estudio constituye una contribución al estudio fenológico y a la biología del desarrollo de cinco especies de encinos que habitan en Michoacán y cuyos resultados podrán ser orientados a un mayor y eficaz aprovechamiento del recurso.

Con base a lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

Determinar la época en la que se desarrolla cada uno de los procesos fenológicos, así como los factores ambientales que influyen sobre ellos.

Evaluar el desarrollo de las yemas terminales en función de las condiciones climatológicas (temperatura y precipitación).

Cuantificar la cantidad de bellotas en los suelos de los sitios permanentes de observación biológica establecida y su número por unidad de peso.

Obtener la información sobre germinación con registros de temperatura máxima y mínima en condiciones de invernadero.

Evaluar el desarrollo de plántulas (longitud de tallo y primordios vegetativos) en función del tiempo y las temperaturas registradas en invernadero.

ANTECEDENTES

La información referente a la fenología de *Quercus* en México es muy escasa. Los pocos trabajos que existen están orientados a aspectos de productividad del ecosistema y principalmente sobre fenología de la producción de biomasa (hojas, flores y partes vegetativas), permitiendo con esto conocer datos cuantitativos de los eventos fenológicos de algunas especies de clima templado incluyendo entre otras las del género *Quercus* Carreón (1983)⁴, Bracho (1984)⁵.

⁴Carreón A., Y 1983. Producción de hojarasca en un bosque mesófilo de montaña del estado de Michoacán (México).

⁵Bracho R. 1984. "Productividad y fenología del Bosque mesófilo de montaña de Gómez Farias, Tamaulipas" pp. 279.

Para estudios específicos de fenología de *Quercus* está el trabajo de Isidro (1984)⁶ sobre la fenología reproductiva de *Quercus germana* Schl. & Cham., en un bosque caducifolio en Xalapa, Ver. En este estudio se señalan dos objetivos: observar la época de la ocurrencia de las fases fenológicas; y conocer los factores ambientales relacionados. Entre estos factores, cabe citar las fluctuaciones del fotoperiodo en la respuesta de la semillación en *Quercus macrocarpa* Michx., Vaartaja (1961)⁷, así como también la influencia de la temperatura ligada a la ocurrencia de la floración en *Quercus robur* L. Chalupa (1964)⁸.

Existen otros trabajos que solo señalan la época de floración, citando para ello factores climáticos de la localidad; así por ejemplo *Quercus dumosa* (en las montañas de Santa Mónica, California), florece durante los meses de abril y mayo Bauer (1936)⁹.

Para *Quercus rubra*, Flint (1972)¹⁰ relaciona la presencia de determinado evento fenológico con los cambios climáticos y su origen geográfico. Por otro lado hay patrones de variación, como son las bajas altitudes con climas específicos para la presencia o ausencia de yemas en *Quercus rubra* Kriebel (1965)¹¹.

Dada la necesidad de conocer los aspectos de producción de semillas y germinación de *Quercus* spp.; se revisaron los trabajos de Francis (1983)¹² y Mincler y McDermott (1960)¹³ quienes señalan datos de producción de semillas de *Quercus nuttalli* Palmer y de *Q. palustris* Muench, respectivamente.

Por lo que se refiere a la germinación, Bonner (1982)¹⁴ cita datos de la determinación óptima de temperatura para la germinación de semillas de *Quercus alba*, y por otro lado Thompson *et al.* (1977)¹⁵ estudian la respuesta de la germinación a las fluctuaciones diurnas de temperatura de *Quercus* spp.

⁶Isidro V.,M. 1984. Fenología reproductiva de *Quercus germana* Schl & Cham.

⁷Vaartaja D. 1961. "Demonstration of photoperiodic ecotypes in *Liriodendron* and *Quercus*", pp. 69-654.

⁸Chalupa V., 1964. "The Flowering of forest tree", pp. 139-173.

⁹Bauer H. 1936. "Moisture relations in the chaparral of the Santa Monica Mountains". pp. 409-454.

¹⁰Flint H.L. 1972. "Cold hardiness of twigs of *Quercus rubra* L. as a function of geographic origin" pp. 1163-1174

¹¹Kriebel H.,B. 1965. "Parental and provenance effects on growth of red oak seedlings". pp. 19-25.

¹²Francis J.,K. 1983. A corn production and tree growth of nuttall oak in a green-tree reservoir.

¹³Mincler L.,S. & R.,E. Mc Dermott. 1960. Pin oak acorn production and regeneration as affected by stand density.

¹⁴_____ 1982. "Determining optimum germination temperatures for *Quercus* on a two-way thermogradient plate", pp. 255-261.

¹⁵Thompson K.,Grime, J.P., and G. Mason. 1977. "Seed. Germination to diurnal fluctuations of temperature", pp. 147-149.

Finalmente se reportan los mecanismos de latencia que adoptan las semillas de *Quercus* spp., durante los procesos de germinación Thompson (1970)¹⁶ y Peterson, (1983)¹⁷ y el contenido óptimo de humedad en semillas para su adecuada germinación Krajčiček (1968)¹⁸ y Bonner (1974)¹⁹.

Resulta entonces que la experiencia en el extranjero es profunda y por lo tanto se parte de una base completa para iniciar estudios como el que se presenta a continuación para nuestro país.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

Localización.

El área de estudio corresponde a los bosques de la Cordillera Neovolcánica, la cual pertenece a una de las 15 Provincias Fisiográficas de México, Rzedowski (1978)²⁰, que para los fines de estudio se dividió en 5 sitios permanentes, ubicados de la siguiente manera:

- Sitios I y II - La Tinaja Verde, Uruapan.
- Sitio III - San Lorenzo, Uruapan.
- Sitios IV y V - Paracho, Paracho.

Estos se localizan en la región central del estado de Michoacán, entre los paralelos 19°18' y 19°37' de latitud norte y los meridianos 102°03' y 102°07' de longitud oeste de Greenwich. (Figura No. 1).

Geología y topografía.

El área tuvo su formación a partir del periodo terciario y específicamente en el Plioceno Demant. et al. (1976)²¹. Los materiales geológicos principales son basalto, andesita, riolita y tobas feldespáticas, así como material clástico como arenas, cenizas, tobas finas, brechas y bombas.

¹⁶Thompson D.,H. 1970. "An investigation of delayed germination of cherry bark oak (*Quercus falcata* var *pagodaefolia*) acorns". pp. 21-23.

¹⁷Peterson J.,K. 1983. "Mechanisms involved in delayed germination of *Quercus nigra* L. seeds", pp. 81-92

¹⁸Krajčiček J.E. 1968. A corn moisture content critical for cherrybark oak germination.

¹⁹Bonner F.,T. 1974. "Determining seed moisture in *Quercus*". pp. 399-405.

²⁰Rzedowski J. 1978. Vegetación de México.

²¹Demant A. et al. 1976. El eje Neovolcánico Transmexicano.

También por la distribución heterogénea del material a causa de la erupción del Parícutín, se presentan sobre todo en los sitios 3, 4 y 5 la presencia de pedregales o "malpais".

Los volcanes más importantes en cada sitio permanente son los siguientes: Sitio I y II, Cerros El Tecolote y las Chivas; Sitio III, Cerros Tzintzutzagaa, Horno, Janamo y Santa Cruz; Sitio IV y V, Cerros Marijuata, Chato y Quinceo.

Los sitios de estudio presentan en función de sus relieves topográficos, pendientes que varían del 3 al 15%, distribuidas de la siguiente manera: Sitio I y II, 6 y 15%; Sitio III, 7%, y Sitios IV y V, 3 a 10%.

Clima.

En el área se registran dos tipos de climas, determinados sobre todo por la diferencia altitudinal. En los sitios permanentes I y II que se encuentra en la parte sur de la Ciudad de Uruapan, Mich., el clima es el cálido subhúmedo con temperatura media anual de 19.3°C., con la máxima y mínima registrada de 22.6°C en agosto y de 15.8°C en enero, y la precipitación de 1 283.6 mm de promedio anual, registrándose la mayor cantidad de lluvias de junio a octubre.

Los sitios III, IV y V que se encuentran hacia el norte de la misma ciudad, el clima es templado subhúmedo, con temperatura media anual de 12.4°C, con la máxima y mínima registradas de 13.1°C, en mayo y de 9.3°C en enero y la precipitación de 1 339.5 mm de promedio anual, la mayor cantidad de lluvias se registra de junio a octubre. (Cuadro No. 1 y Figs. No. 2 y 3).

Suelos.

Según el mapa de suelos de DETENAL (1980)²², información recabada del laboratorio de suelo del Campo Experimental Forestal Uruapan, INIFAP, SARH, en el área de estudio dominan los suelos llamados Andosoles, que corresponden en este caso a suelos forestales ácidos de color pardo.

Las observaciones realizadas en el campo y laboratorio, indican variación en cuanto a la profundidad, textura y color de los suelos para cada uno de los sitios, esto se explica por las diferentes condiciones topográficas, geológicas y climáticas existentes.

²²DETENAL. 1980. Carta Edafológica. Uruapan E 13B39. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.

En términos generales y en función de las características del sitio existen 3 tipos de suelos diferentes:

Sitios I y II: textura migajón-arcilloso, color pardo grisáceo oscuro, rojo amarillento, pardo rojizo y pardo claro, en las diferentes capas (material seco). El porcentaje de materia orgánica es de 4.7 en la capa superficial y con pH ácido, de 5.4 a 5.7. Con base en los resultados de este análisis y las características de campo, se puede concluir que estos suelos corresponden al Luvisol.

Sitio III: textura arena-migajosa, color pardo oscuro y pardo amarillento (material seco). El porcentaje de materia orgánica es de 1.17 y 1.48 en la capa superficial y media, pH ácido, de 6.10 a 6.40, con base en los resultados de este análisis y las características de campo corresponden al Andosol.

Sitios IV y V: textura arenosa, color pardo (material seco). El pH es ácido, de 6.20 los resultados indican que estos suelos corresponden al Andosol. (Cuadros Nos. 2, 3 y 4).

Vegetación.

La vegetación en el área de estudio corresponde al bosque de pino-encino Rzedowski y McVaugh (1966)²³.

Sin embargo en los sitios de observación se aprecia el bosque de encino limitando con vegetación de pino y selva baja caducifolia en cañadas y barrancas.

Sitios I y II. Estos sitios presentan una comunidad de encinos constituida por elementos caducifolios con el dosel superior formado por copas poco o nada entrelazadas. Existen dos niveles en el estrato arbóreo, de los 3 a 6 m de altura y el otro abajo de aproximadamente 1 a 2 m.

Dentro de este estrato destacaron las siguientes especies:

- Pinus oocarpa* Schl
- Guazuma ulmifolia* Lam.
- Quercus resinosa* Liebm.
- Spondias mombin* L.
- Quercus glaucoides* Mart. & Gal.
- Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.

²³Rzedowski J., R. McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia.

Acacia farnesiana (L.) Willd
Psidium guajaba L
Lysiloma acapulcensis (Kunth)
Bursera bippinaata (DC.) Engl.

Dentro de las especies arbustivas se encuentran las siguientes:

Dodonaea viscosa (L.) Jacq.
Eupatorium mairitianum Dc.
Verbesina sp.
Senecio salignus Dc.
Heimia salicifolia (HBK.) Link.
Rumfordia floribunda Dc.
Stevia sp.
Salvia lavanduloides Kunth
Montanoa speciosa Dc.

De las especies herbáceas destacan por su abundancia:

Setaria geniculatas (Lam.) Beauv.
Adiantum sp.
Leonotis nepetifolia (L) R. Brown.
Polypodium sp.
Muhlenbergia robusta (Fourn.) Hitchc.
Paspalum sp.
Lupinus campestris Cham. et Sch.
Eragrotis sp.
Mimosa albida Humb. & Bonpl.
Crotalaria sp.
Asclepias sp.

Sitio III: Desde el punto de vista estructural el sitio de estudio lo constituye un bosque poco denso, con el dosel superior formado por capas poco entrelazadas. En el estrato arbóreo pueden diferenciarse dos niveles, uno superior más o menos a los 10 m de altura y otro abajo de aproximadamente 3 a 5 m.

Dentro de los elementos del estrato superior destacan las siguientes especies:

Quercus crassipes Humb. & Bonpl.
Quercus rugosa Née

Quercus crassifolia Humb. & Bonpl.

Alnus firmifolia Fern

Pinus leiophylla Schlecht. & Cham.

Pinus teocote Schl. & Cham.

Entre las especies del estrato arbóreo inferior se encuentran las siguientes:

Arbutus xalapensis H.B.K.

Arctostaphylos arguta DC.

En el estrato arbustivo se encuentran las siguientes:

Eupatorium mairestianum DC.

Mulhenbergia robusta (Fourn) Hitchc.

Cestrum terminales Dum.

Salvia lavnduloides Kunth.

Rumfordia floribunda DC.

Baccharis pteronioides DC.

Lopezia racemosa Cav.

Baccharis heterophylla H.B.K.

Cirsium pinetorum Greenm.

Satureja macrostema (Benth) Bricq.

En el estrato herbáceo cuya altura va hasta 1 m aproximadamente, se presentan las siguientes especies:

Tagetes micrantha Cav.

Helianthemum glomeratum Lag.

Commelina coelestis var. *bourgeaui* C.B. Clarke

Castilleja tenuiflora Benth

Loeselia coerulea (Cav.) Don

Erigeron pubescens H.B.K.

Pteridium sp

Gnaphalium bourgovii A. Gray.

Crusea longiflora Anderson

Stevia ovata Willd.

Heterotheca inuloides Cass.

Crotalaria sp

Bromus sp.

Oxalis sp.

Geranium aristisepalum Moore.

Cyperus sp.

Sitios IV y V: Existen en estos sitios una comunidad vegetal constituida por un bosque de encino denso, con el dosel superior formado por copas entrelazadas.

Se observan dos niveles en el estrato arbóreo, uno superior más o menos a los 15 m de altura y otro abajo de aproximadamente 2 a 4 m.

Dentro del estrato arbóreo superior destacan por su abundancia las siguientes especies:

Quercus obtusata Humb. & Bonpl.

Pinus leiophylla Schlecht. & Cham.

Pinus douglasiana Martínez

Pinos pseudostrobus Lindl.

Entre las especies del estrato inferior se encuentran las siguientes:

Cornus disciflora Sessé & Moc.

Crataegus mexicana Dc.

Clethra mexicana A.D.C.

Symplocos prionophylla Hemsl.

Arbutus xalapensis H.B.K.

Ehretia latifolia DC.

De las especies arbustivas cabe señalar a:

Salvia lavanduloides Kunth.

Montanoa speciosa DC.

Coriaria thymifolia H & B.

Solanum sp.

Baccharis heterophylla H.B.K.

Clusia aff. salvinii Donn.

Rubus sp.

Senecio salgignus DC.

Eupatorium mairitianum DC.

Rumfordia floribunda DC.

Cestrum terminale Dum.

Las herbáceas cuya altura va hasta 1 m tenemos a:

Bromus sp.

Lopezia racemosa Cav.

Piqueria trinervia Cav.

Pteridium sp.

Polypodium sp.

METODOLOGÍA

Obtención de datos. Los sitios permanentes para las observaciones fenológicas fueron seleccionados de acuerdo a su grado mínimo de disturbio, su fácil acceso y la capacidad de los árboles para producir abundante floración y fructificación.

Se seleccionaron 10 árboles por especie, con las siguientes características: buen vigor, dominante, de buena conformación, copas y ramificaciones regulares, buena floración y fructificación así como libres de plagas y enfermedades.

De los árboles elegidos, se tuvo cuidado de que tuviesen una cierta separación entre ellos, de tal manera que representaran las mayores variaciones genéticas de la especie en el área. Bello (1983)²⁴ y Bello (1985)²⁵.

Posteriormente los árboles fueron marcados con pintura blanca en la parte media del tronco, para su fácil localización. Para las observaciones fenológicas, se utilizaron binoculares 7 x 50 durante el tiempo que duró el estudio; en ocasiones fue necesario cortar algunas ramillas que contenían las fases, para poder verificar lo observado.

Para el registro fenológico mensual de cada árbol, se llenaron formas especiales tomando en cuenta 4 fases: yema (Y), fase vegetativa (V) floración (Fl) y fructificación (Fr). Cada una de estas fases excepto la yema, fueron subdivididas en 3 categorías: inicio (1), plenitud (2) y final (3) del desarrollo.

El procedimiento para caracterizar cada fenofase, consistió en dar seguimiento a su estado de desarrollo durante 3 años y que comprende los siguientes aspectos:

²⁴Bello G.M. 1983. Estudio Fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Mich

²⁵ 1985. Consideraciones metodológicas para estudios fenológicos en bosques templados de coníferas

Fase vegetativa: esta fenofase incluyó desde la presencia de una yema vegetativa, hasta el desarrollo total de las hojas. Cuando se observó un vástago rudimentario que se forma habitualmente en las axilas de las hojas y suele estar protegido por una serie de catáfolios y encierra la futura hoja; esta fase es conocida como yema (Y). La fase vegetativa se consideró activa cuando mostró la emisión de los primordios vegetativos (V_1). Cuando se observó la mitad en la longitud del desarrollo normal de la hoja, se caracterizó como plenitud de la fase (V_2). Cuando alcanzaron su máximo desarrollo (longitud máxima de la hoja) se registró como fin de la fase (V_3).

Floración masculina: para caracterizar esta fase se partió de sus 3 categorías, inicio ($F1_1$), plenitud ($F1_2$) y final ($F1_3$), con las siguientes características.

Cuando los amentos se presentaron encerrados en catáfolios se consideró como yema (Y), cuando se presentó la emisión de los amentos colgantes, así como el desarrollo parcial y total de las estructuras de la flor, tales como, estambres con sus filamentos y anteras, se caracterizó como inicio de la floración ($F1_1$), cuando se observó la liberación de los granos de polen, se clasificó como plenitud de la fase ($F1_2$). Finalmente, cuando concluyó la liberación del polen y se observó la marchitez en los amentos, se consideró como fin de la fase ($F1_3$).

Para la fase de yema, se midió su incremento en longitud cada mes durante 2 años. En este lapso de tiempo fue preciso marcar las ramillas que contenían las yemas, con listones de colores vistosos, para ser visibles a distancia y así tener mayor control en la medición de las mismas. Esto sirvió para correlacionar el máximo y mínimo incremento de la yema con las condiciones climatológicas prevalecientes y la expresión final de éstas hacia la fase vegetativa, flor o fruto.

Fructificación: la fase de fructificación se consideró desde la presencia de la flor pistilada (Fr_1), el desarrollo gradual del fruto (Fr_2), hasta la maduración y caída del fruto (Fr_3).

Para lo anterior se realizaron algunas observaciones con la siguiente secuencia:

Al observar la presencia de la flor femenina dentro de un involucro, se consideró como inicio de la fase Fr_1 . Cuando se observó el desarrollo gradual de la bellota y su colaboración se presentó verdosa, se consideró como plenitud de la fase Fr_2 . Cuando el fruto alcanzó su máximo desarrollo y su coloración se tornó café, se consideró como fin de la fase Fr_3 .

Producción y análisis de frutos y semillas.

Para las actividades concernientes a la producción y análisis de frutos y semillas, consistió, en primera instancia seleccionar en los sitios de estudio, 10 árboles por especie con las características ya señaladas con anterioridad. Fueron cosechadas las bellotas de estos árboles, para después ser colocadas en bolsas con capacidad de 2 Kg, para cada bolsa se utilizó una etiqueta con el nombre de la especie y datos de campo como: localidad, municipio, habitat y altitud.

Para el conteo de bellotas por m², se colocó una estructura de madera de 1 m² (Fig. No. 4) en 10 puntos estratégicos y al azar del sitio.

Terminada la cosecha y la estimación se transportaron las bolsas conteniendo las bellotas al laboratorio para calcular algunos datos como: número de bellotas por Kg, medición del largo y ancho de la bellota y del involucreo.

Poco después, se llevaron al invernadero del Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio" (CEFBC), ubicado en Uruapan, Mich., para ser sometidas a pruebas de germinación y poder obtener algunos datos como: inicio de la germinación, desarrollo a partir de la siembra, incremento del tallo y primordios vegetativos, todo esto en relación a la temperatura máxima y mínima registradas durante el tiempo que duro el experimento.

Con los resultados obtenidos se realizaron análisis estadísticos tales como: varianza y regresión lineal para el desarrollo del tallo y primordios vegetativos.

RESULTADOS

Ciclo anual de desarrollo. Para una mejor comprensión del ciclo anual de desarrollo de las cinco especies de *Quercus* estudiadas, se describen a continuación las fases del ciclo para cada una de las especies:

Actividad vegetativa. Gran parte de las especies mexicanas de *Quercus* son caducifolias, sin embargo el período en la carencia de follaje para las cinco especies es breve, regularmente menos de un mes, como en el caso de *Quercus crassipies* y mayores de un mes, como en *Quercus rugosa*.

Cabe mencionar que los cambios en la caída de las hojas para cuatro de las cinco especies, se presentaron durante los meses más secos (febrero y marzo), es decir a finales de invierno y a principios de primavera.

A diferencia de estas cuatro, *Quercus glaucooides* presentó esta tendencia durante el inicio de las precipitaciones pluviales (a mediados de mayo y principios de junio).

Inicio del estado vegetativo. La periodicidad con que se presentó el inicio del estado vegetativo para las cinco especies es más o menos homogénea: marzo para *Quercus obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. crassipes*, abril *Q. resinosa* y en junio *Quercus glaucooides*.

Estas relaciones coinciden con la estación de primavera, en donde la precipitación es muy baja, excepto en junio para *Quercus glaucooides*, mes en que se inició el período de lluvias.

Sin embargo este mes también presentó las temperaturas más altas en la región, por lo que se podría pensar que fue uno de los factores que originó el desarrollo del brote vegetativo para esta especie.

Actividad de la floración. En la mayoría de los casos la fase de la floración se observó en estrecha relación, con el inicio de la fase vegetativa.

Periodicidad de la floración masculina. La fase de la floración masculina se observó durante los meses de marzo a julio, es decir durante la primavera y mediados de verano.

Se pudo observar que durante marzo, uno de los meses más secos, *Quercus obtusata*, *Q. rugosa* y *Q. crassipes* presentaron la fase inicial de la floración, mientras que *Q. resinosa* y *Q. glaucooides* la presentaron durante los meses secos de abril y mayo respectivamente.

Floración femenina. La presencia de la flor pistilada se observó durante los meses de abril a agosto, es decir durante la estación seca de primavera y húmeda de verano.

Por lo que respecta al *Quercus rugosa* la presentó en los meses de abril a junio, es decir, durante primavera; mientras que *Quercus obtusata* en mayo y *Q. resinosa* de mayo a julio, a finales de primavera y principios de verano; *Quercus glaucooides* de junio a agosto y *Q. crassipes* en julio (durante el verano).

Fructificación. Los periodos que comprenden el desarrollo gradual del fruto (Fr_2) y la maduración y caída del fruto (Fr_3) se observaron durante junio de cada año a mayo del año siguiente, cubriendo en su totalidad las cuatro estaciones del año, es decir las estaciones húmedas y secas.

El periodo de la plenitud de la fase (Fr_2) se presentó durante los meses de junio a julio para *Quercus resinosa*; de julio a diciembre para *Q. rugosa*; de agosto a noviembre para *Q. crassipes*; en septiembre y octubre para *Q. glaucoides* y de octubre a diciembre para *Q. obtusata*.

Cabe señalar que esta fase (Fr_2) se presentó asociada particularmente a la plenitud de la fase vegetativa (V_2) y a meses con una alta a moderada precipitación, como ocurre durante las estaciones de verano y otoño.

Desarrollo de las yemas terminales. El desarrollo de las yemas terminales en relación a las condiciones climatológicas (temperatura) están dadas en las figuras No. 5 y 6.

Dentro de los resultados obtenidos se observó que en los meses de junio, octubre, abril y mayo, *Quercus obtusata*, *Q. crassipes* y *Q. rugosa* mostraron el mayor desarrollo de sus yemas terminales.

Sin embargo el mes en el que se observó el mayor desarrollo para estas tres especies, fue durante el mes de marzo, coincidiendo éste, con la presencia del inicio de la floración y también con la estación más seca.

Por su parte el *Quercus glaucoides* y *Q. resinosa* presentaron su mayor desarrollo, durante los meses de abril a julio, es decir, meses con una tendencia gradual de baja a alta precipitación pluvial, pero con altas temperaturas registradas durante los dos años de observación.

Producción y análisis de frutos y semillas. Los resultados concernientes a la producción y análisis de frutos se indican en las figuras No. 7 y 8.

En relación a la producción de bellotas por superficie muestreada (m^2) durante cuatro años de evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

Quercus resinosa tuvo un promedio de 25 bellotas por m^2 ; *Q. rugosa* 578, *Q. glaucoides* 35; *Q. obtusata* 18 y *Q. crassipes* 103 bellotas.

Se pudo observar que la mayor producción de bellotas fue variable entre especies, ya que *Quercus rugosa* tuvo una alta producción durante 1984, mientras que *Q. obtusata* la presentó baja en ese mismo año.

Los meses durante los cuales se realizaron las estimaciones fueron a finales de julio para *Quercus resinosa* y *Q. rugosa*, a finales de septiembre para *Q. obtusata* y a principios y finales de octubre en *Q. glaucooides* y *Q. crassipes* respectivamente, por corresponder estas fechas a las épocas de su fructificación.

En cuanto al número de bellotas por kilogramo durante 1983 a 1985, se obtuvieron los siguientes resultados: *Quercus resinosa* presentó 95 bellotas por kilogramo, *Q. rugosa* 390, *Q. glaucooides* 626, *Q. obtusata* 220 y *Q. crassipes* 473.

Germinación de semillas y desarrollo de plántulas. La información sobre germinación de semillas y el desarrollo de plántulas en condiciones de invernadero se indican en los Cuadros No. 5, 6 y 7 y la Figura No. 9.

El número de días requeridos para el inicio de la germinación a partir de la siembra fue variables entre especies:

Quercus resinosa 14 días, *Q. rugosa* 80 días, *Q. obtusata* 26 días, *Q. crassipes* (c-2) 56 días, *Q. crassipes* (c-1 y c-3) 71 días y *Q. glaucooides* 41 días.

Por lo que se refiere a los porcentajes de germinación se obtuvieron los siguientes resultados:

Quercus resinosa presentó un 80% de germinación en la 8a. semana a partir de la siembra; *Q. crassipes* (c-1, c-2 y c-3) del 28 al 50% de germinación durante la 20a. semana; *Q. obtusata* y *Q. rugosa* obtuvieron porcentajes del 1.5% en la 18a. semana y 12.5% en la 16a. semana respectivamente y *Q. glaucooides* de 12% en la 8a. semana.

Las temperaturas registradas durante estas pruebas fueron de 11 a 18°C como mínimo y de 29 a 32°C como máxima.

Para evaluar el desarrollo de las plántulas, se obtuvieron mediciones del incremento del tallo y los primordios vegetativos en relación a las variables tiempo y temperatura, con los siguientes resultados:

Quercus resinosa obtuvo un incremento promedio en la 8a. semana a partir de la siembra, de 8.9 cm de longitud del tallo y de 7.3 cm de longitud en los primordios vegetativos; *Q. rugosa* obtuvo un incremento en la 22a. semana de 5.5 cm de longitud

del tallo y 4.2 cm de longitud en los primordios vegetativos; *Q. obtusata* en la 14a. semana de 3.8 cm de longitud del tallo y 4.2 cm de longitud en los primordios vegetativos; *Q. crassipes* (c-2 y c-3) en la 20a. semana de 6.2 y 8.5 cm de longitud del tallo y 3.8 y 4.3 cm de longitud en los primordios vegetativos y *Q. glaucoides* en la 12a. de 2.2 cm de longitud de tallo y de 3.1 cm de primordios vegetativos.

De acuerdo con estos resultados se realizaron pruebas de correlación para la regresión lineal:

Longitud de tallo contra longitud de primordios vegetativos para cada especie con los siguientes resultados:

Quercus crassipes (c-1) obtuvo una correlación (r) de .38; *Q. crassipes* (c-2) de .12 y *Q. crassipes* (c-3) de .29; *Q. rugosa* de .75, *Q. obtusata* de .26, *Q. resinosa* de .09 y *Q. glaucoides* de .39.

Al analizar estos valores podemos observar que la mayor correlación la alcanzó *Quercus rugosa*, seguida de *Q. glaucoides*.

Sin embargo solamente se podría generar una ecuación para *Q. rugosa*, por considerar que su correlación se encuentra en el límite inferior de aceptabilidad para hacer confiable dicha relación en la predicción del desarrollo del tallo.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos se observó que cada fase fenológica se encuentra en estrecha relación con los patrones estacionales y principalmente con las condiciones climáticas. (temperatura media mensual y precipitación mensual).

Fase vegetativa.

Esta relación está mejor explicada en el periodo de máxima caída de hojas durante la estación seca, por lo que se considera que los diferentes patrones considerados coinciden con los factores abióticos (condiciones climáticas).

Algunos otros trabajos señalan que a medida que aumenta la intensidad de la estación seca, aumenta en la misma proporción la caída de las hojas Baker (1936)²⁶ y Beard (1946)²⁷.

Cabe considerar que los diferentes patrones temporales de la caída de las hojas, pueden favorecer la productividad del bosque a través del abastecimiento de nutrientes al suelo Kunkel-Westphal y Kunkel (1979)²⁸.

También se observó que el inicio de la fase vegetativa corresponde de igual forma, con la estación de secas (marzo, abril y junio).

De acuerdo con Frankie *et al.* (1974)²⁹ en un bosque seco, señalan que el periodo de esta fase se presenta durante el mes de abril y mayo, coincidiendo con las observaciones realizadas.

Floración masculina.

El inicio de la floración masculina se detectó estrechamente relacionado con el inicio de la fase vegetativa. Se pudo observar que la época en la caída de las hojas para cada especie, está fuertemente ligado con su período reproductivo. Las flores aparecieron en los árboles cuando estos perdieron completamente sus hojas. Estas observaciones coinciden con las de Janzen (1967)³⁰ y Daubenmire (1972)³¹. Este último hace notar que la pérdida de las hojas y la floración están claramente desfazadas. Esto parece ser una estrategia adaptativa ya que al reducirse el número de hojas en los árboles, favorece que los dispersores y el viento no encuentren ningún obstáculo hacia las flores. Por su parte Janzen *op. cit.* establece que la alternancia de fases (estado vegetativo y floración) trae ventajas para la planta, ya que toda la energía se canaliza hacia el crecimiento o hacia la reproducción. Este mismo autor, señala que la presencia de la fase de floración en meses secos, presenta una serie de ventajas en su actividad reproductiva, ya que las lluvias tendrían un efecto destructivo en las flores y consecuentemente menor capacidad de dispersión de los granos de polen.

²⁶Baker J.R. and Baker 1936. "The seasons in a tropical rain forest" pp. 507-517.

²⁷Beard S.,J. 1946. The natural vegetation of Trinidad

²⁸Kunkel-Westphal L. y P. Kunkel. 1979. "Litter fall in a Guatemala primary forest, with details of leaf shedding by some common tree species", pp. 665-686.

²⁹Frankie G., W., H., G. Baker and P. A. Opler. 1974. "Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica", pp. 881-919.

³⁰Janzen H.,D. 1967. "Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America", pp. 620-637.

³¹Daubenmire R. 1972. "Phenology and other characteristic of tropical semi-deciduous forest in North-western, Costa Rica", pp. 147-170.

Floración femenina.

La presencia de la flor pistilada se observó desde abril a agosto. Esta fase está estrechamente sincronizada a la plenitud de la floración masculina (marzo a junio). Esta relación es claramente conocida por todo lo que implica el proceso de polinización. La dispersión del polen y la receptividad de las flores femeninas están ligadas a las condiciones climáticas, especialmente a la temperatura. Esto resulta evidente debido a que el desprendimiento del polen debe ir acompañado de una temperatura adecuada y una baja humedad. Sarvas (1962)³² señala que la polinización en *Pinus* está vinculada con altas temperaturas y una baja humedad, comprobando con ello, que el día de máxima polinización coincide con el mes más caluroso de la estación.

Fructificación.

El periodo de plenitud de la fase de fructificación en los sitios permanentes estudiados dependen de los factores climáticos, principalmente en meses con una humedad alta o moderada y de factores bióticos (competencia y depredación).

Los patrones de fructificación se adaptan a los diferentes dispersores, ya que se observó durante estos meses una gran cantidad de bellotas parcialmente consumidas por el carpintero *Melanerpes formicivorus* Salas (1986)³³ y otras más perforadas plagadas por insectos del género *Curculio* (Det. Del Río Mora A.).

De lo anterior se puede determinar la siguiente relación, la cantidad de frutos que produce un árbol puede estar adaptada a la efectividad de sus agentes dispersores. Un árbol que produce una cantidad limitada de frutos basa su distribución a un agente dispersor eficiente y que se alimenta obligadamente de semillas Mc Key (1973)³⁴.

Producción y análisis de frutos y semillas.

Semillas en el suelo. Existen pocas investigaciones sobre la cantidad de semillas en los suelos de los bosques templados; sin embargo los trabajos que hay en selvas, muestran la gran importancia que tienen estos propángulos para definir los caminos que va a seguir la sucesión. Este hecho ha sido comprobado por los trabajos de Guevara y

³²Sarvas R. 1962. "Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*", pp. 1-198.

³³Salas P.M. 1986. *Aves de la Sierra Purepecha, estado de Michoacán.*

³⁴Mc key D. 1973. *The ecology of coevolved seed dispersal systems.*

Gómez- Pompa (1972)³⁵ quienes observan una producción muy grande de especies secundarias en forma de semilla en el suelo de la selva.

Por esta razón al estimar la producción de bellotas en una superficie determinada de suelo, nos proporcionaría la información básica necesaria para realizar algunas prácticas de utilidad en la regeneración del bosque.

Germinación. Cada especie exhibe diferentes patrones de germinación: especies con germinación y desarrollo epigeo e hipógeo.

Las plantas con desarrollo hipógeo tienen grandes cotiledones suculentos que permanecen bajo tierra durante su desarrollo y que están recubiertos por el pericarpio (*Quercus* spp.)

La gran cantidad de reservas alimenticias almacenadas favorecen extensivamente el desarrollo de la raíz antes que el de los brotes aéreos y el sistema de las hojas. Este hecho ha permitido conocer los cambios que ocurren en las semillas de encinos en relación con la temperatura y su expresión final en el porcentaje o en la velocidad de germinación.

Lang (1965)³⁶ hace notar que la temperatura es uno de los factores más importantes en los procesos de germinación. Estos resultados no pueden ser totalmente extrapolados a condiciones naturales, porque dentro de los invernaderos existen condiciones particulares de humedad y temperatura y probablemente de la incidencia de luz, por tal motivo el desarrollo de la plántula se restringe a un área determinada; sin embargo los resultados pueden ser interesantes desde el punto de vista de manejo de los primeros estadios de su desarrollo.

Las condiciones ecológicas bajo las cuales se encuentran las semillas, tienen profundos efectos sobre su viabilidad, latencia y finalmente sobre su crecimiento y desarrollo en estado de plántula Maguire (1972)³⁷.

Bajo las condiciones de ausencia de vegetación o de un dosel, pueden ser factores capaces de disparar la germinación.

³⁵Guevara S. y Gómez-Pompa, A. 1972. "Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México", pp. 312-335.

³⁶Lang A. 1965. "Effects of some internal and external conditions on seed germination". pp. 848-893.

³⁷Maguire W.,P. 1972. "Physiological disorders in germination seeds induced by the environment". pp. 289-309.

En estas condiciones la especie que mejor se desarrolló fue *Quercus resinosa*, especie que por sus características en la germinación, crecimiento rápido y en forma masiva, es una especie muy agresiva que completa su ciclo vital a los 14 días después de la siembra. Esta especie a partir de los 14 días no sufre cambios posteriores a lo largo de los días. Las cuatro especies restantes, tampoco sufrieron cambios en los días subsiguientes a la última evaluación.

CONCLUSIONES

1.- El calendario fenológico, los resultados sobre producción y análisis de semillas, así como los aspectos en el desarrollo de plántulas, en condiciones de invernadero, serán de gran apoyo en los trabajos concernientes a la recolección, estudios genéticos y al manejo de ecosistemas forestales.

2.- Con base en las observaciones fenológicas y los antecedentes revisados, se deduce que los factores abióticos más importantes para la expresión final de cada fase fenológica, el desarrollo de yemas terminales y plántulas, son la temperatura y la humedad.

3.- De la información fenológica obtenida se deriva lo siguiente:

Las cinco especies de *Quercus* tienen ciclos fenológicos distintos entre sí.

Se observó variación en tiempo y duración de las fases fenológicas entre árboles de cada una de las especies de *Quercus* estudiada.

4.- Los patrones de fructificación están ligados a condiciones climáticas y a factores bióticos, tales como humedad y temperatura e insectos y aves respectivamente.

5.- La estimación en la cantidad de semillas en los suelos de los bosques, nos proporciona la información básica para estudios posteriores sobre regeneración de áreas boscosas.

6.- Cada especie estudiada exhibe diferentes patrones generales de germinación, así como su expresión final en el porcentajes y/o velocidad de germinación.

7.- La germinación de semilla y el desarrollo de plántulas en condiciones de invernadero, no pueden ser extrapolados a condiciones naturales, por las condiciones inherentes del medio en las que se realizaron las pruebas.

8.- La confrontación de resultados en los sitios de estudio con los que se encuentran fuera de ellos, sería de suma utilidad, ya que seguramente existirían otros factores diferentes a los citados en el presente estudio.

9.- Significado silvícola de estos resultados:

Tradicionalmente los encinos se aprovechan en menor escala que los pinos, ya que los primeros tienen menor valor comercial. Esta situación está proporcionando un cambio en la composición de las especies a favor del género *Quercus* en los bosques de pino-encino. Por esta razón es muy importante y necesario conocer los hábitat de las especies de *Quercus* que con frecuencia son considerados como invasores del bosque de coníferas; con el objeto de regular su manejo silvícola y que las mismas cumplan su función en el ecosistema, en forma controlada y económica no solo como productora de madera; sino también como protectoras del suelo, abastecedora de materia orgánica, alimento para la fauna silvestre y de manera muy especial como inductores culturales de un mejor desarrollo de las especies de pino. Esto no es desde luego ninguna novedad ya que en los países europeos algunas especies de encino y otras hojosas son utilizadas como "acompañantes" en rodales de coníferas y de "hojosas" de una alta calidad.

RECONOCIMIENTOS

El autor hace patente su sincero agradecimiento a los señores: Elías Casillas Tinoco e Ismael Mora Carbajal por su valiosa colaboración.

Al señor Octavio Romero Calderón y a la señora Ma. del Refugio Corona González, por su labor en los dibujos lineal y de imitación respectivamente.

También al Departamento de Cómputo y Estadística de este Centro, por su importante ayuda en los análisis numéricos y estadísticos correspondientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker J.,R. and Baker. 1936. "The seasons in a tropical rain forest", (New Hebrides). Partz. Botany, J.Linn Soc. (Zool.), 39; pp. 507-517.
- Bauer H. 1936. "Moisture relations in the chaparral of the Santa Monica Mountains". California Ecol. Monograph. 6. pp. 409-454.
- Beard S.,J. 1946. The natural vegetation of Trinidad. Oxf. For. Mem. 20. Clarendon Press. Oxford. 152 p.
- Bello G.M. 1983. Estudio Fenológico de cinco especies de *Pinus* en la región de Uruapan, Mich. Bol. Tec. No. 96 INIF.
- _____ 1985. Consideraciones metodológicas para estudios fenológicos en bosques templados de coníferas. INIFAP (En prensa).
- Bello G.M. Labat J.,N. 1987. Los encinos (*Quercus*) del Estado de Michoacán, México. INIFAP-EMCA. México, D.F., 100 p.
- Bonner F.,T. 1974. "Determining seed moisture in *Quercus*". Seed Science and Technology 2, pp. 399-405.
- _____ 1982. "Determining optimum germination temperatures for *Quercus* on a two-way thermogradient plate". U.S. Dept. Agric., For. Serv. Pap. pp. 255-261.
- Bracho R. 1984. "Productividad y fenología del Bosque mesófilo de montaña de Gómez Fariás, Tamaulipas". Resumen 221. IX Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F. pp. 279.
- Carreón A., Y. 1983. Producción de hojarasca en un bosque mesófilo de montaña del estado de Michoacán. (México). Tesis profesional. escuela de Biología. UMSNH. Morelia, Mich.
- Chalupa V. 1964. "The Flowering of forest tree". Práce VyzKum Ust. Lesn. CSSR No. 28, pp. 139-173. (1964); Abstr. in For Abstr. 26. pp. 537. (1965).
- Chávez H.,Y. 1981-1984. Análisis de suelos. Reporte interno. Centro de Investigaciones Forestales de Occidente. INIFAP. SARH. Uruapan, Mich.

- Daubenmire R. 1972. "Phenology and other characteristic of tropical semi-deciduous forest in North-western, Costa Rica". *Journal of Ecology* 60: pp. 147-170.
- Demant A. et al. 1976. El eje Neovolcánico Transmexicano. III Congreso Lat. Geol., Excursión No. 4. Inst. Geol. UNAM. 70 p.
- DETENAL. 1980. Carta Edafológica. Uruapan E 13B39. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Flint H.,L. 1972. "Cold hardiness of twigs of *Quercus rubra* L. as a function of geôgraphic origin". *Ecology* 54, pp. 1163-1174.
- Francis J.,K. 1983. A corn production and tree growth of nuttall oak in a green-tree reservoir. U.S. Dep. Agric. For. Serv. Res. Note. SO-289. 4 p.
- Frankie G.,W., H.,G. Baker and P.,A. Opler. 1974. "Comparative phenological studies of trees in tropical lowland wet and dry forest sites of Costa Rica". *Journal of Ecology*. 62 (3): pp. 881-919.
- Guevara S. y Gómez-Pompa, A. 1972. "Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México". *J. Arnold Arbor*, 53 (3): pp. 312-335.
- Isidro V.,M. 1984. Fenología reproductiva de *Quercus germana* Schl & Cham. Resumen 267. IX Congreso Mexicano de Botánica. México, D.F. 279 p.
- Janzen H.,D. 1967. "Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America". *Evolution*. 21: pp. 620-637.
- Krajčić J.,E. 1968. A corn moisture content critical for cherrybark oak germination. U.S. Forest Service. Research Note NC-63. 2 p.
- Kriebel H.,B. 1965. "Parental and provenance effects on growth of red oak seedlings". *in: Proc. 4th Central States Forest. Tree Improvement Conf.* pp. 19-25.
- Kunkel-Wesrphal I., y P. Kunkel. 1979. "Litter fall in a Guatemala primary forest, with details of leaf-shedding by some common tree species". *Journal of Ecology*. 67: pp. 665-686.

- Lang A. 1965. "Effects of some internal and external conditions on seed germination". *Encyl. Plant Physiol.* 15: pp. 848-893.
- Lawrence G.,H. 1951. Taxonomy of vascular plants. The MacMillan Co., New York. 823 p.
- Maguire W.,P. 1972. "Physiological disorders in germination seeds induced by the environment". *In: W. Heydecker (Ed.) Seed Ecology*. Butterworths, London. pp. 289-309.
- Mc Key D. 1973. The ecology of coevolved seed dispersal systems. *in: Lawrence E. Gilbert and Peter H. Raven (eds.) Coevolution of animals and plants*. Univ. Texas Press, Austin.
- Mincler L.,S. & R.,E. Mc Dermott. 1960. Pin oak acorn production and regeneration as affected by stand density. Structure and flooding. *Missouri Agric. Exp. Stn. Res. Note.* 750. 24 p.
- Peterson J.,K. 1983. "Mechanisms involved in delayed germination of *Quercus nigra* L. seeds". *Annals of Botany* 52. pp. 81-92.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México.
- Rzedowski J.,R. McVaugh. 1966. La vegetación de la Nueva Galicia. *Contr. Univ. Mich. Herb.* 9(1): *Ann. Arbor, Michigan*, 123 p.
- Salas P.,M. 1986. Aves de la Sierra Purepecha, estado de Michoacán. Tesis Profesional, Fac. de Ciencias UNAM. México, D.F.
- Sarvas R. 1962. "Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*". *Comm. Inst. For. Fenn.* 53: pp. 1-198.
- Thompson D.,H. 1970. "An investigation of delayed germination of cherry bark oak (*Quercus falcata* var. *pagodaefolia*) acorns". Thesis, Mississippi State University, pp. 21-23.
- Thompson K.,Grime, J.P., and G. Mason. 1977. "Seed. Germination to diurnal fluctuations of temperature". *Nature* 267: pp. 147-149.
- Vaartaja D. 1961. "Demonstration of photoperiodic ecotypes in *Liriodendron* and *Quercus*". *Can. J.Bot.* 39: pp. 69-654.

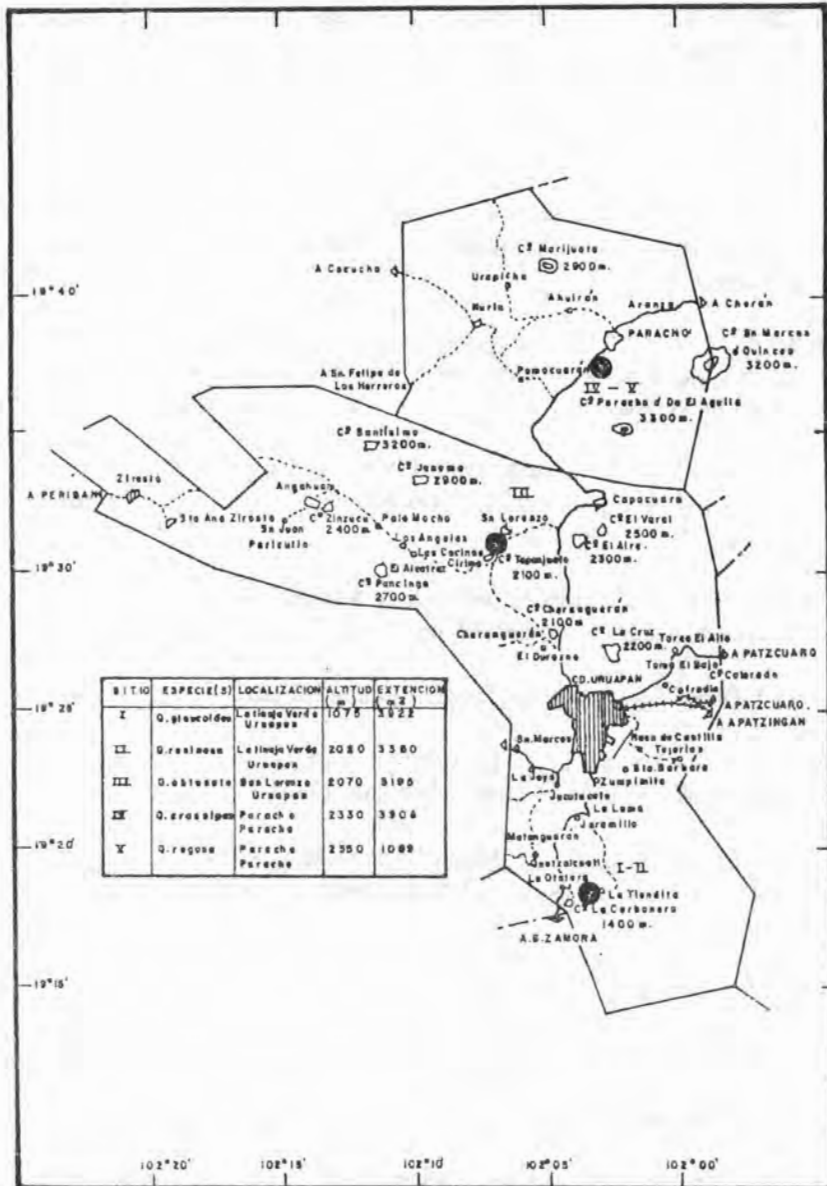


Figura No. 1 Ubicación de los sitios permanentes para los estudios fenológicos de cinco especies de *Quercus*.

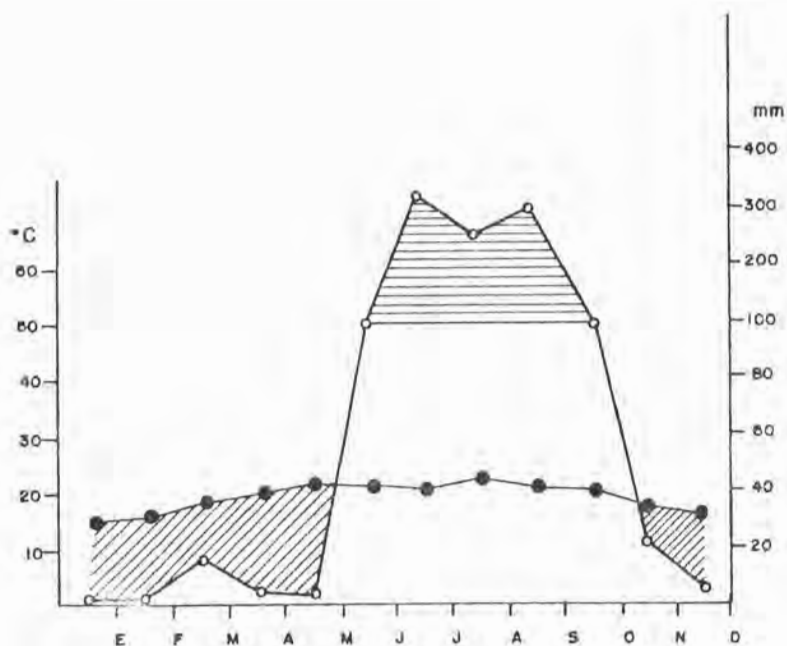


Figura No. 2 Climograma ombrotérmico. Estación meteorológica de Charapendo. Datos promedio de 4 años.

●—● Temperatura media

▨ Precipitación mayor de 100 mm

○—○ Precipitación mensual

▧ Escasa precipitación y temperatura por debajo del promedio

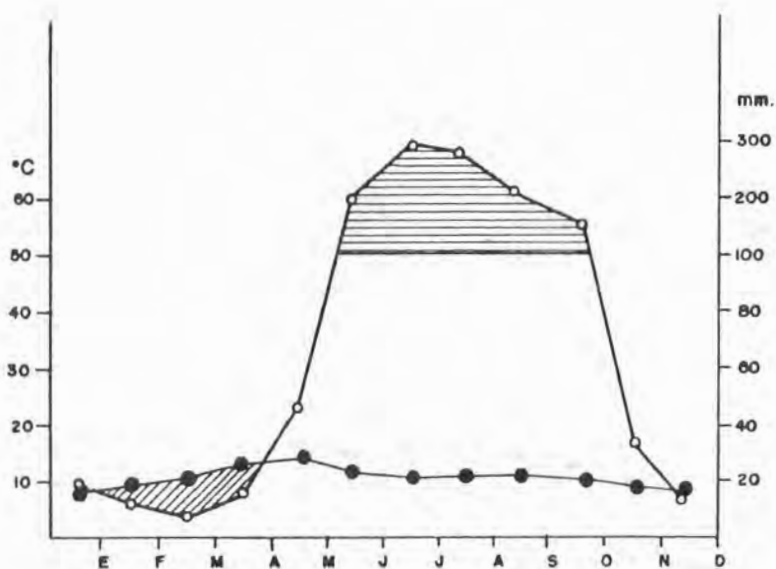


Figura No. 3 Climograma ombrotérmico. Estación meteorológica de Charapan. Datos promedio de 10 años.

●—● Temperatura media

▨ Precipitación mayor de 100 mm

○—○ Precipitación mensual

▧ Escasa precipitación y temperatura por debajo del promedio

DATOS CLIMATOLÓGICOS Y DE UBICACIÓN	SITIOS	
	I Y II	III, IV Y V
Estación climatológica	Chaparendo	Charapan
Altitud msnm	1 070	2 200
Precipitación anual mm	1 283	1 339.5
Temperatura media ° C	19.3	12.4
Temperatura Máxima ° C	22.6	13.1
Temperatura mínima ° C	15.8	9.3
Clima (Köpen)	Aw (w)	C (w2) (w) b' ig

Cuadro No. 1 Datos climatológicos de los sitios de estudio.

CONCEPTO	PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)			
	0-20	20-30	30-66	66-105
Fraciones Texturales:				
Arena (%)	44	24	22	24
Limo (%)	28	24	18	18
Arcilla (%)	28	52	60	58
Textura	Migajón arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla
Color:				
Seco	10 yr 4/2	5 yr 5/6	5 yr 5/3	7.5 yr 6/4
Húmedo	10 yr 3/1	5 yr 4/6	5 yr 3/4	7.5/ yr 5/4
Materia orgánica (%)	4.7	1.6	0.7	0.5
C.I.C.T. meq/100	13.5	18.3	19.3	23.0
K+ meq/100	0.3	0.1	0.2	0.3
P P.P.M.	2.1	0.9	0	0
Na meq/100	0.3	0.1	0.2	0.3
Mg meq/100	2.9	2.9	1.8	1.9
Ca meq/100	5.3	4.7	4.1	3.8

Cuadro No. 2 Análisis Físico-Químico de un perfil de suelo en los sitios I y II, Mantanguaran (Detenal, 1980).

CONCEPTO	PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)			
	0-37	37-84	84-133	133-200
Fraciones Texturales:				
Arena (%)	76	76	70	70
Limo (%)	22	22	28	26
Arcilla (%)	2	2	2	4
Textura	Arena migajón	Arena mig.	Arena mig.	Arena mig.
Color:				
Seco	10 yr 3/3	10 yr 5/4	10 yr 5/4	10 yr 5/6
Húmedo	10 yr 2/2	10 yr 2/2	10 yr 2/2	10 yr 3/4
Densidad apte. g/cm ³	1.12	0.94	1.05	0.92
Densidad real g/cm ³	2.59	2.48	2.49	2.33
Profundidad	56.75	62.09	57.83	60.51
Materia orgánica (%)	1.17	1.48	0.47	0.33
P.H.	6.10	6.10	6.25	6.40
C.I.C.T. meq/100	14.56	33.12	14.56	21.84
K+ meq/100	0.10	0.19	0.19	0.70
NO ₃ p.p.m.	2.75	2.25	3.00	2.25
P p.p.m.	1.15	1.50	1.50	1.50
NA meq/100	0.15	0.27	0.28	0.92

Cuadro No. 3 Análisis Físico-Químico de un perfil de suelo en el sitio III, San Lorenzo (Chávez, 1984).

CONCEPTO	PROFUNDIDAD 0 (cm)
Fraciones texturales:	
Arena (%)	52
Limo (%)	41
Arcilla (%)	7
Textura	Arenoso
Color:	
Seco	10 yr 5/3
Húmedo	7.5 yr 3/2
Densidad aparente g/cm ³	0.81
Densidad real g/cm ³	2.39
Porosidad	66.17
C.I.C.T.	31.92
p.h.	6.20
K+ meq / 100	0.51
P p.p.m.	3.50
No ₃ p.p.m.	5.00
Na meq /100	0.76
Mg meq /100	1.35
Ca meq /100	5.35

Cuadro No. 4 Análisis Físico- Químico de un perfil de suelo en los sitios IV y V. ARANZA (Chávez, 1984).

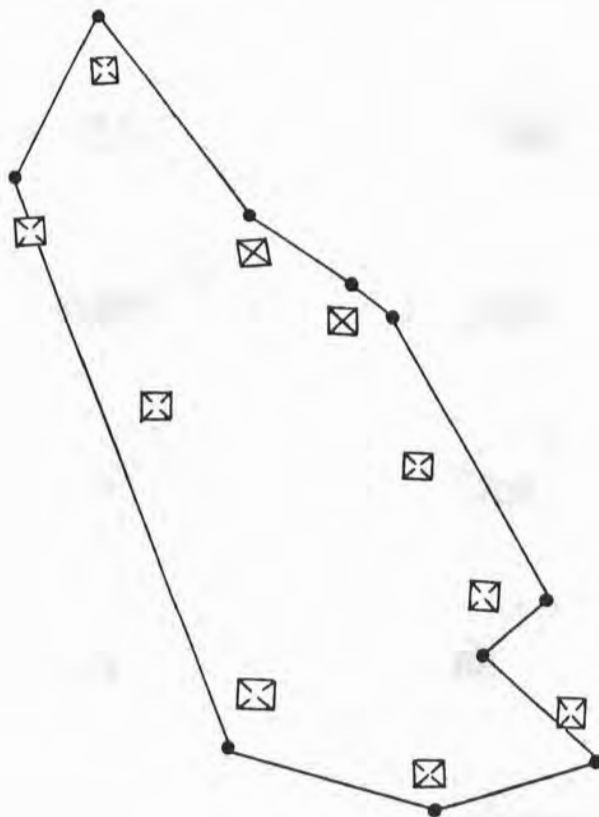


Figura No. 4 Ubicación de los puntos para la estimación del número de bellotas por m² en el sitio permanente de *Quercus crassipes*.

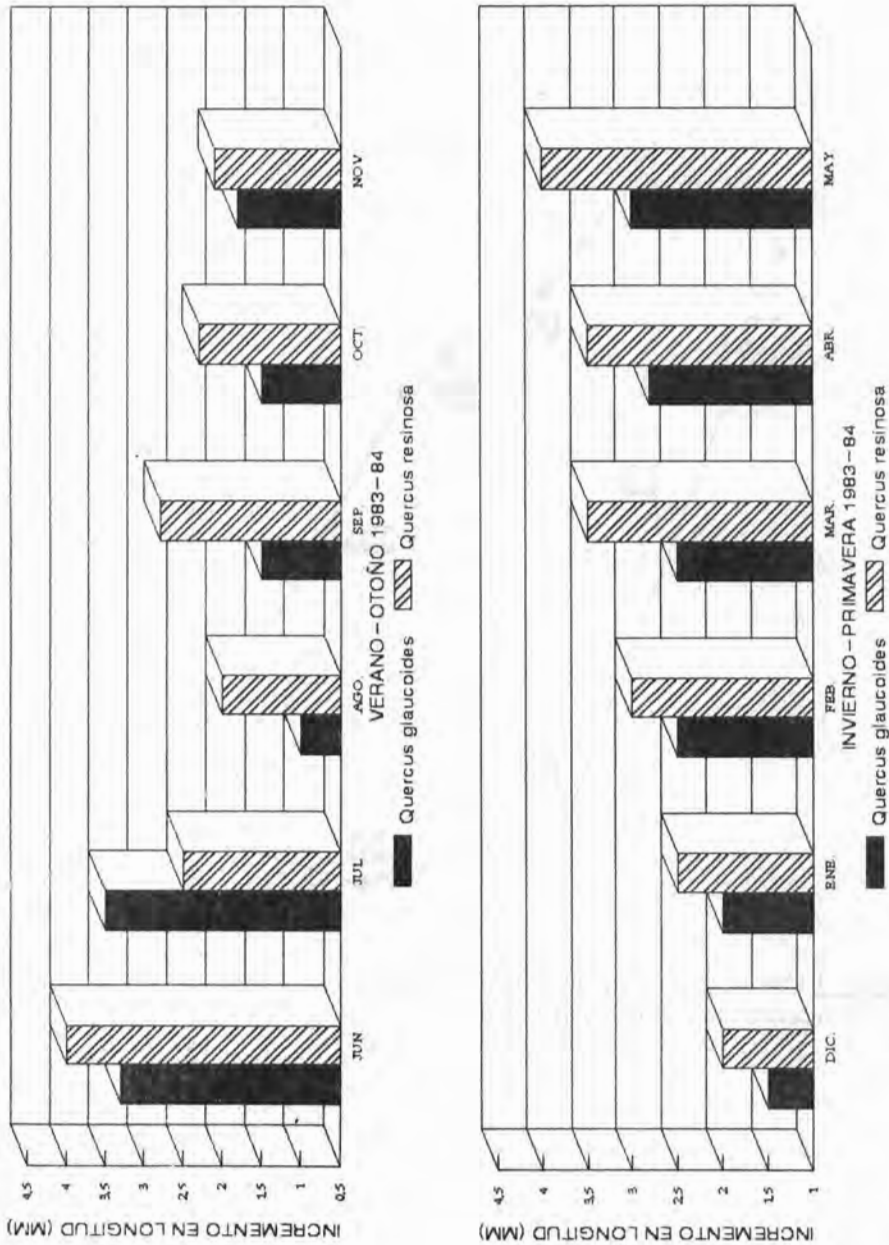


Figura No. 5 Fenología del desarrollo en yemas terminales de dos especies de *Quercus*.

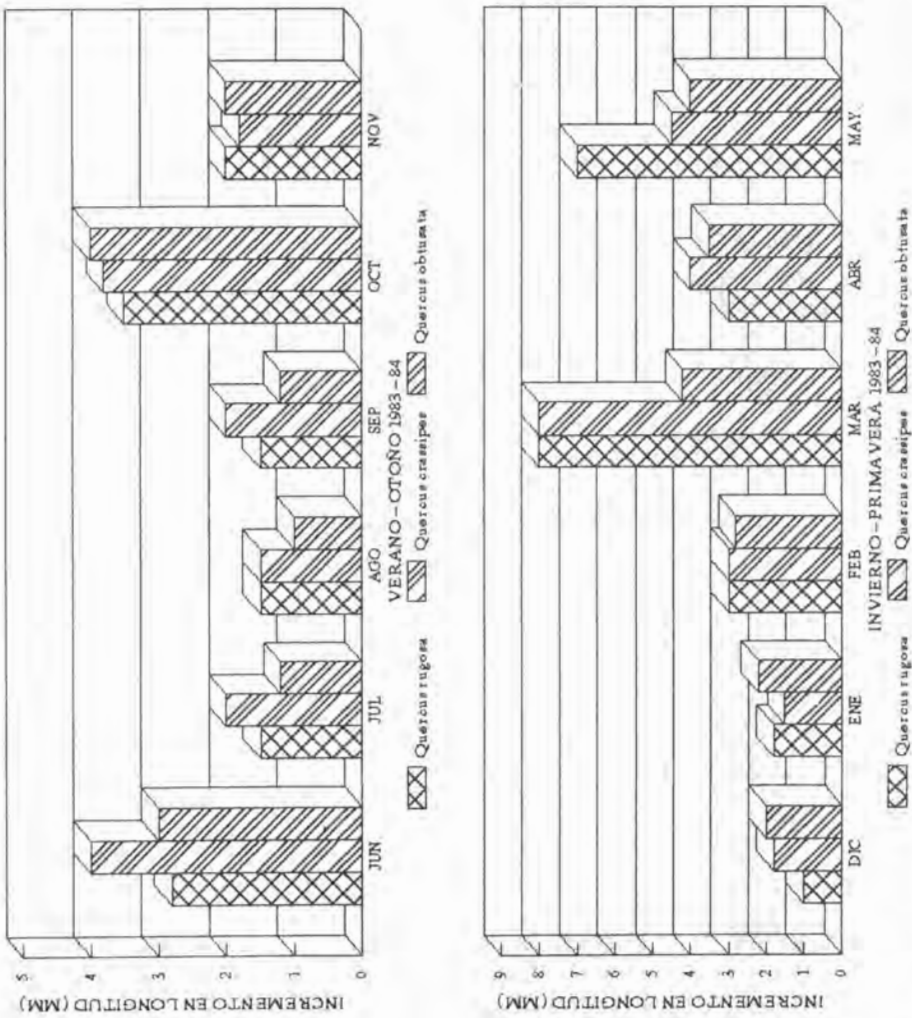


Figura No. 6 Fenología del desarrollo en yemas terminales de tres especies de *Quercus*.



Figura No. 7 Producción de bellotas por m² de superficie en un periodo de 4 años.

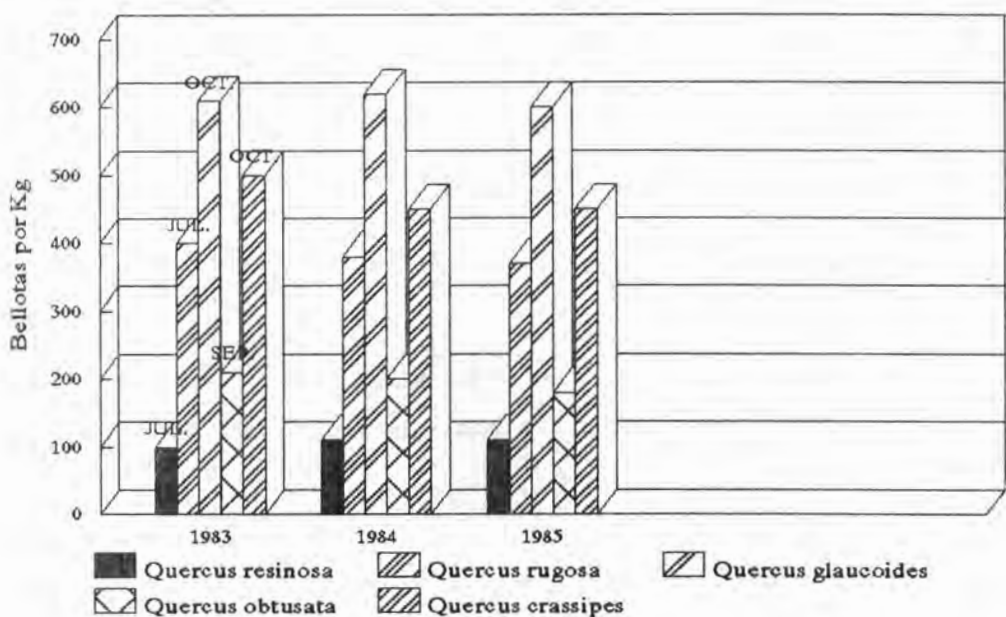


Figura No. 8 Estimación del número de bellotas por kg durante 3 años.

ESPECIE	INICIO GERMINACIÓN	Germinación a partir de la siembra (%) semanal.												
		2a	4a	6a	8a	10a	12a	14a	16a	18a	20a	22a	24a	
1. <i>Quercus resinosa</i>	10-VIII-84	29	61	73	80	80								
2. <i>Quercus rugosa</i>	15-X-84				1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2			
3. <i>Quercus glaucoides</i>	12-XI-86			2.5	11	13	13.5							
4. <i>Quercus obtusata</i>	06-XI-85		2.5	8.5	11	12	12	12	12.5					
5. <i>Quercus crassipes</i> C1	09-I-85				3	5	5	5	18	24	25	26	28	
C2	07-III-85						11	19	29	33	36	41	41	
C3	22-III-85							3	8	13	28	46	50	

Especie*	Número de semillas	Temperatura	
		Max.	Mín.
1. <i>Quercus resinosa</i>	200	32	18
2. <i>Quercus rugosa</i>	200	30	16
3. <i>Quercus glaucoides</i>	200	31	13
4. <i>Quercus obtusata</i>	200	29	11
5. <i>Quercus crassipes</i> C1	100	31	14
C2	100	30	14
C3	100	30	14

Cuadro No. 5 Porcentaje de germinación de semillas en cinco especies de *Quercus*.

*Lugar y fechas de Siembra: Invernadero del Campo Experimental Forestal "B" de C. Uruapan, Mich. Especies 1 y 2 27-VIII-84, especie 3 2-X-86, especie 4 11-X-85 y especie 5 12-XI-84 y 14-I-85.

*Lugares y fechas de Cosecha: Especie 1, Km 95 carretera Uruapan-Lombardía, 26-VII-84. Especie 2, Km 48 carretera Uruapan-Paracho; 26-VII-84. Especie 3, Los Tanques, Uruapan; 2-X-86. Especie 4, Sn. Lorenzo, Uruapan, Mich.; 8-X-85. Especie 5 Km 48 carr. Uruapan-Paracho; C1 30-X-84, C2 10-I-85 y C3 10-I-85.

ESPECIE	Desarrollo estimado a partir de la siembra (cm) / semana																			
	Tallo										Primordio vegetativo									
	2a	4a	6a	8a	10a	12a	14a	16a	18a	20a	22a	2a	4a	6a	8a	10a	12a	14a	16a	18a
<i>Quercus resinosa</i>	2.2	5.4	8.8	8.9								3.8	6.9	7.3						
<i>Q. rugosa</i>					0.4	2.9	3.8	4.0	4.5	4.8	5.5				1.3	2.4	2.3	2.7	3.0	3.6
<i>Q. glaucoides</i>			1.5	2.0	2.2	2.2							0.2	1.8	2.2	3.1	3.1			
<i>Q. obtusata</i>		1.2	1.8	2.5	2.8	3.4	3.8					1.0	2.1	2.6	3.3	4.0	4.2	4.6		
<i>Q. crassipes</i> (C-2)				2.8	4.9	5.8	6.9	7.7	7.9	8.5					1.8	2.4	3.6	3.8	4.2	4.3
(C-3)				2.4	5.0	5.0	5.07	5.21	5.8	6.2					1.3	2.3	2.5	2.6	2.7	3.8

CONCEPTO	Quercus resinosa	Q. rugosa	Q. glaucoides	Q. obtusata	Q. crassipes
Fecha de colecta	26-VII-84	26-VII-84	2-X-86	8-X-85	10-I-85*
Fecha de siembra	27-VII-84	27-VII-84	2-X-86	11-X-85	14-I-85
No. de semillas	200	200	200	200	100
Temperatura °C:					
Máxima	32	30	31	29	30
Mínima	18	16	13	11	14

Cuadro No.6 Desarrollo de tallo y primordios vegetativos en condiciones de invernadero de 5 especies de *Quercus*. Lugar de siembra Invernadero del Campo Experimental Forestal "B" de "C" Uruapan, Mich.

ESPECIE	Fecha de siembra *	Temp. °C Máx. Mín.	Longitud de tallo (X) por longitud de prim. vegetativo (Y)										
			No. observ.	\bar{X}	\bar{Y}	s (X)	s (Y)	sd (X)	sd (Y)	cv% (X)	cv% (Y)	r	r ²
<i>Quercus crassipes</i>	(C-1)	31 14	835	4.8	3.3	5.9	1.9	2.4	1.4	50.0	41.5	0.38	0.15
	(C-2)	30 14	333	7.7	3.8	12.0	2.4	2.4	1.5	44.8	40.4	0.12	0.01
	(C-3)	30 14	937	5.9	3.3	6.9	2.5	2.6	1.6	44.4	47.3	0.29	0.08
<i>Quercus rugosa</i>	27-VII-84	30 16	123	4.4	3.0	1.2	2.5	1.1	1.5	24.5	53.2	0.75	0.57
<i>Quercus glaucoides</i>	2-X-86	31 13	1178	2.2	2.6	0.75	1.4	0.86	1.2			0.39	0.01
<i>Quercus obtusata</i>	8-X-85	29 11	267	2.7	2.3	1.2	1.2	1.1	1.5	40.9	65.0	0.26	0.07
<i>Quercus resinosa</i>	27-VII-84	32 18	80	6.7	9.0	7.5	12.0	2.7	3.4	40.4	38.3	0.09	0.008

Cuadro No. 7 Regresión lineal para la estimación del desarrollo de tallo y primordios vegetativos.

* Lugar de siembra Invernadero del Campo Experimental Forestal "B" de "C" Uruapan, Mich.

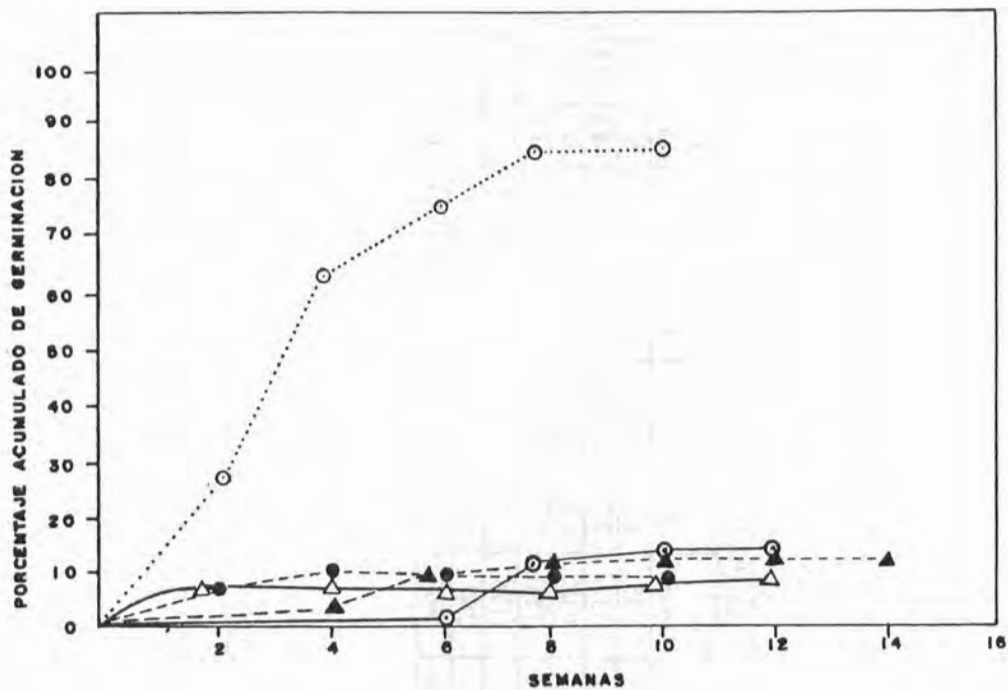


Figura No. 9 Porcentaje acumulado de germinación de semillas de *Quercus*.

- *Quercus glaucoides* (100 semillas)
- -▲- - *Quercus obtusata* (200 semillas)
- ...○... *Quercus resinosa* (200 semillas)
- -●- - *Quercus rugosa* (200 semillas)
- -△- - *Quercus crassipes* (350 semillas)