

## Fenología de *Quercus seemannii* Lieb. (Fagaceae), en Cartago, Costa Rica.

Roberto Céspedes Porras

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

(Rec. 1-III-1990. Acep. 18-III-1991)

**Abstract:** Leaf flushing, leaf fall, flowering and fruiting were observed during twelve months in a population of ten trees of *Quercus seemannii* growing in a natural forest in Loma Larga, Cartago, Costa Rica. (1700 m.a.s.l.). These four phenological characteristics showed a strong periodicity during the year with little variations in the period of the study. Leaf fall occurs practically the year around, but it is more pronounced during the dry season (February, March, April). Shoots grow constantly, but this process is more active during the wet season.

A positive correlation was determined between shoot growth and soil humidity; but in the case of leaf fall, this correlation was negative. Flowering and fruiting occur from October to May reaching a maximum on March. The phenology of this species is strongly correlated with soil humidity, but internal rhythms are also considered important.

**Key words:** *Quercus*, Fagaceae, phenology, ecology, Costa Rica.

El género *Quercus* está representado en Costa Rica por más de 12 especies comunes en las montañas altas (Burger 1977). *Q. seemannii* es típica del bosque húmedo lluvioso de premontano y montano, entre los 1400 y los 2400 m.s.n.m., aunque en ocasiones se encuentra a 1100 y 3100 metros (Burger 1977). El ámbito de distribución de la especie comprende San Ramón y Zarcero, las montañas centrales, la cordillera de Talamanca en toda su extensión y las montañas altas de Chiriquí Panamá (Burger 1977).

El encino o roble tiene su época de floración entre noviembre y abril (Burger 1977), mientras que la fructificación es muy variable, pudiendo acontecer desde mayo hasta noviembre en *Q. copeyensis* (Burger 1977). Holdridge (1971), citado por Jiménez y Chaverri (1983), encontró que *Q. costaricensis* puede perder hasta un 8% de su follaje durante el verano, en un bosque próximo a Villa Mills, Cartago, en tanto que *Q. Oleoides* pierde todo su follaje durante la época seca en Guanacaste (Boucher 1983). El follaje y los frutos de todas las especies de *Quercus* son consumidas en el hemisferio norte por insectos, aves y mamíferos

(Browne 1968). Lo mismo se ha observado en Costa Rica en algunas de las especies presentes (Boucher 1981-1983, Janzen 1982, Hodges 1985, Jiménez y Chaverri 1983, Chaverri 1983, Chaverri 1984, Hilje y Quirós 1986 y Céspedes 1986). Jiménez *et al.* (1988) realizaron algunas observaciones silviculturales orientadas hacia el manejo de la regeneración natural, pues uno de los usos principales de esta especie en esa zona es la extracción de madera para carbón. A pesar de la gran importancia que tienen estos relictos boscosos de encinos como ecosistemas naturales, la literatura muestra poca información acerca de la fenología y ecofisiología. Con base en estos antecedentes se llevó a cabo en Loma Larga de Cartago, Costa Rica, este estudio tendiente a dilucidar varios aspectos sobre la morfología, fenología y ecofisiología de *Q. seemannii*.

### MATERIAL Y METODOS

El trabajo de campo se realizó en la localidad de Loma Larga de Corralillo, en la provincia de Cartago, Costa Rica, ubicada a 31 Km al

sureste de San José (09°41'00N.84°04'00W), a altitudes cercanas a los 1700 m. Esta región muestra una precipitación promedio anual de 2148.4mm y una temperatura promedio anual de 16°C (Costa Rica, 1981, 1986); pertenece a la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo (Tosi 1969). En esta región existen extensas áreas naturales de encinares o robledales. Los estudios se realizaron en una parcela de encinos de 2500 m<sup>2</sup>, seleccionada aleatoriamente.

Se tomaron al azar diez árboles de *Q. seemannii*, su DAP promedio fue de 33 cm ( $\partial=4.12$ ,  $\partial 2=17$ ) y su altura promedio de 19.8 m ( $\partial=2.14$ ,  $\partial 2=4.6$ ).

A cada uno se le determinó mensualmente, de agosto de 1985 a julio de 1986, la brotadura y caída del follaje, floración y fructificación, utilizando el método propuesto por Fournier (1974, 1976b) y Fournier y Charpentier (1975). Además se registró el contenido de humedad del suelo por gravimetría y el del vástago vegetativo; para ello se eligió, al azar, cuatro árboles a los cuales se les analizó mensualmente durante el mismo período, el contenido de humedad de las hojas y del tallo de las ramas; las hojas fueron colectadas en la rama más baja del árbol. De la muestra se tomaron 25 g de hojas y tallos, que fueron secadas en una estufa, a 70°C, hasta alcanzar peso constante.

El grado de asociación entre la humedad y las manifestaciones fenológicas de *Q. seemannii* se determinó mediante pruebas de correlación simple. Los especímenes testigos se encuentran depositados en el Herbario de la Escuela de Biología (# 37205-37207).

## RESULTADOS

La caída y brotadura del follaje, la floración y fructificación, muestran variaciones notables durante el año (Figs.1, 2). La brotadura alcanza valores mínimos durante los meses de menor precipitación, de diciembre a abril (Figs. 1,3), pero con el inicio de las lluvias se aprecia gran actividad en la brotadura, la cual origina un pico máximo en mayo. Durante el tiempo de mayor precipitación, setiembre y octubre, la brotadura tiene otro pico de crecimiento, menor que el anterior. Existe una correlación altamente significativa entre la brotadura y la precipitación ( $r=0.94, p<0.01$ ) y entre la brotadura y la humedad del suelo (Cuadro 1). La caída del fo-

llaje ocurre durante todo el año, pero alcanza valores máximos de diciembre a abril, cuando la precipitación es menor (Fig. 1,3). Existe una correlación negativa significativa, entre la caída del follaje y la precipitación ( $r=-0.72, p<0.05$ ) y entre la caída del follaje y la humedad del suelo (Cuadro 1). La mayor caída del follaje está relacionada con el contenido de humedad del suelo, el cual es bastante bajo durante los meses de noviembre a abril (Cuadro 2, fig.1).

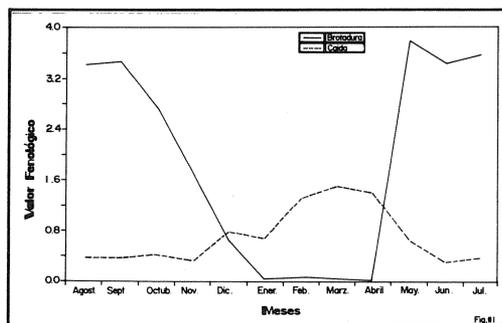


Fig. 1. Curvas de caída y brotadura de follaje de *Q. seemannii* de agosto de 1985 a julio de 1986, según la escala fenológica utilizada, Loma Larga, Cartago.

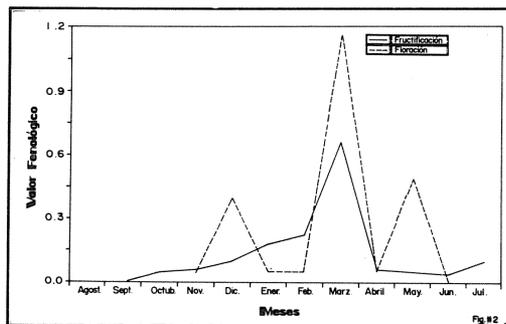


Fig. 2. Curvas de floración y fructificación de *Q. seemannii* de agosto de 1985 a julio de 1986, según la escala fenológica utilizada, Loma Larga, Cartago.

La floración alcanza su pico mayor en marzo (Fig.2), coincidiendo con la mayor caída del follaje y con la época de menor precipitación (Figs.1,3). Un segundo pico de floración es observado en mayo, con el inicio de la estación lluviosa, y un tercer pico aparece en diciembre, cuando empieza la época seca (Figs. 2,3).

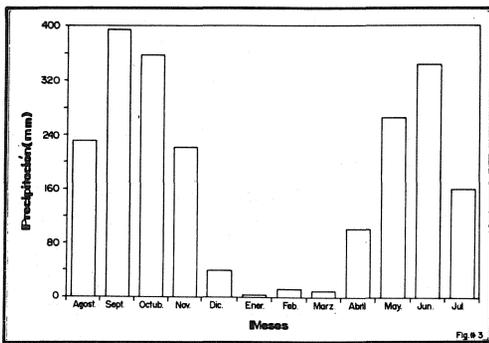


Fig. 3. Climograma de Estación Tarbaca, según información del Servicio Meteorológico Nacional.

La actividad de fructificación está correlacionada de manera positiva con la floración ( $r=0.55, p<0.05$ ) y negativa con la humedad del suelo (Cuadro 1). La producción de frutos empieza a incrementarse en enero y febrero (Fig. 2). El pico máximo coincide con la época de mayor producción de flores, justamente en el mes más seco (Figs. 2,3).

En cuanto al contenido de humedad de las partes vegetativas, los valores menores se presentan en enero, febrero y marzo (Cuadro 2), cuando ocurre la menor precipitación (Fig. 3). Los valores más altos se observan de junio a noviembre (Cuadro 2), cuando hay un aumento en la precipitación (Fig. 3). La humedad de las hojas siempre es mayor que la de los tallos de las ramas (Cuadro 2) y ambas están positivamente correlacionadas, de manera altamente significativa, con la humedad del suelo (Cuadro 1).

Los porcentajes de humedad, tanto de las hojas y tallos de las ramas como del suelo a las diferentes profundidades, alcanzan valores mínimos en los meses en que ocurre la menor precipitación (Cuadro 2, Fig. 3). El hecho de que en julio se hayan encontrado porcentajes bajos de humedad, obedece a que durante este mes se registró una precipitación baja, la menor en los últimos diez años para este mes (Costa Rica 1986).

Las observaciones se hicieron a dos diferentes profundidades, durante la época seca, 20-30 cm y no se presentaron diferencias significativas en ambas capas del suelo (Cuadro 2).

CUADRO 1

Correlaciones simples entre la humedad del suelo y algunas de las otras variables estudiadas

	Coefficiente de Correlación (r) Suelo 10 cm	20 cm
Humedad del suelo vs. Caída del follaje	-0.77 *	-0.76 *
Humedad del suelo vs. Brotadura del follaje	0.94 **	0.94 **
Humedad del suelo vs. Floración	-0.36 ns	-0.32 ns
Humedad del suelo vs. Fructificación	-0.64 *	-0.60 *
Humedad del suelo vs. Precipitación	0.85 **	0.85 **
Humedad del suelo vs. Humedad de las ramas	0.80 **	0.75 **
Humedad del suelo vs. Humedad de las hojas	0.92 **	0.90 **

ns: No significativo ( $p > 0.05$ ) / \*: Significativo ( $p < 0.05$ ) / \*\*: Altamente significativo ( $p < 0.01$ )

CUADRO 2

Contenido de humedad (%) promedio, mensual, de ramas y hojas de *Q. seemannii* y del suelo a dos profundidades, de agosto de 1985 a julio de 1986. Loma Larga, Cartago

Meses	Ramas	Hojas	Suelo a 10 cm.	Suelo a 20 cm.	Relación capacidad campo promedio ambas profund.
Agosto	45.0	51.4	68.0	59.0	76.0
Setiembre	43.2	50.2	61.0	54.0	66.0
Octubre	41.3	46.6	53.0	46.0	90.5
Noviembre	41.4	46.3	37.0	33.0	68.6
Diciembre	41.9	43.6	36.0	30.2	67.0
Enero	39.6	43.3	23.0	23.0	63.0
Febrero	38.2	42.0	24.0	22.8	61.5
Marzo	34.2	38.3	19.2	22.2	61.4
Abril	41.3	44.3	23.4	21.5	58.6
Mayo	43.0	48.0	51.3	44.1	69.9
Junio	48.0	57.0	55.3	52.1	66.3
Julio	47.6	51.0	35.0	33.1	72.8

## DISCUSION

La caída del follaje ocurre durante todo el año, pero es durante febrero, marzo y abril cuando se acentúa este fenómeno, produciéndose una mayor acumulación de mantillo. La brotadura del follaje ocurre durante todo el año, pero es más evidente al final de la época seca, con la llegada de las primeras lluvias y en el veranillo. Este patrón ha sido ampliamente observado en la vegetación de los pisos basal y premontano, en el ámbito altitudinal de 700 a 1400 m (Borchert 1980, Fournier 1976a, Fournier y Herrera de Fournier 1986, Hilje 1984, Gómez 1984 y Reich y Borchert 1982). La brotadura está estrechamente correlacionada, de manera positiva, con altos niveles de precipitación y de humedad del suelo, pero los meses en que se observa el mayor crecimiento vegetativo no coinciden con los meses de mayor precipitación y humedad del suelo. Esto indica que la alta precipitación no favorece el crecimiento vegetativo, como ha sido observado también por otros autores (Fournier 1976a, Fournier y Herrera de Fournier 1986 y Gómez 1984). La caída del follaje está inversamente correlacionada, de manera significativa, con la humedad del suelo y la precipitación. Durante los meses en que se observó contenidos de humedad más bajos, se registró un aumento notable en la caída del follaje y una disminución en la brotadura. Es evidente, como lo han estudiado otros autores, que el balance hídrico juega un papel importante en el crecimiento vegetativo de las especies leñosas (Borchert 1980, Fournier y Herrera de Fournier 1986, Gómez 1984 y Reich y Borchert 1982).

Existe una tendencia general, en la mayoría de las especies de la vegetación tropical y subtropical, a alcanzar los mayores niveles de producción de flores en la época seca mayor y en el veranillo ocurriendo luego la fructificación (Fournier 1976a, Frankie et al 1974, Janzen 1983 y Hilje 1984). La floración de *Q. seemannii* alcanza un pico en marzo, coincidiendo con las épocas de mayor pérdida de follaje y menor precipitación. En diciembre se alcanza otro pico, mucho menor que el anterior, cuando la humedad del suelo y la precipitación alcanzan grados aún menores. Estas situaciones sugieren que un "stress" hídrico producido por la disminución en la cantidad de agua en el año favorece la floración, una correlación negativa obteni-

da entre estas variables sustentan esta idea. Un tercer pico de floración se presenta en mayo, cuando la precipitación y la humedad del suelo comienzan a incrementarse. Sugiriendo que, en este árbol la floración también ha resultado ser una respuesta a las lluvias leves ocurridas al comienzo de la época lluviosa, o bien, como fue observado por Gómez (1984) en *Tabebuia rosea*, ésta podría tener relación con ciertos ritmos internos en los que los diversos niveles hormonales pueden jugar un papel importante.

La floración de esta especie se extiende de octubre a mayo y no difiere mucho de lo observado por Burger (1977), quien colectó flores masculinas de *Q. seemannii* en noviembre, diciembre y abril. En otras especies el período de floración comprende de noviembre a abril (Burger 1977). Este fenómeno puede variar de un lugar a otro (aún estando a la misma altura sobre el nivel del mar) y de un año al siguiente, como fue observado por Boucher (1983) en *Q. oleoides*. Los trabajos de Fournier (1976a), Gómez (1984), Borchert (1980) y Reich y Borchert (1982) han demostrado que la floración es más tardía cuanto mayor sea la altura del sitio estudiado. Estos autores también encontraron que la temperatura máxima es otro factor que está positivamente correlacionado con la floración, la brotadura y la caída del follaje.

El pico máximo de fructificación del encino se presentó en marzo, y coincidió con la época de mayor producción de flores. Ambos fenómenos se manifiestan durante la mayor parte del año y es de esperar que exista traslape. Factores como la altura de los árboles, el tamaño de las flores y bellotas, así como la asincronía entre los individuos de un mismo sitio, pudieron incidir en las observaciones de ambas estimaciones. Este fenómeno de fructificación está inversamente correlacionado con la humedad del suelo, como fue observado también por Gómez (1984) en *Tabebuia rosea*, quien demostró además que depende significativamente de la temperatura. Durante la estación lluviosa existe fructificación, de lo cual se deduce que las lluvias son necesarias para el completo desarrollo de los frutos, fenómeno que también ha sido observado en otras latitudes, como España (Boucher comunicación personal). Durante el mes de julio de 1986 la cosecha de frutos fue afectada notoriamente pues no se dio el desarrollo ni la completa maduración del fruto.

Debido quizás a la escasa precipitación registrada durante ese mes. Los frutos aparecen casi todo el año, de octubre a julio, pero no hubo sincronización entre los individuos. Asimismo, la magnitud observada del fenómeno fue baja (16.5% en promedio). Esta situación parece confirmar las observaciones de algunos autores (Burger 1977 y Muller 1942) de que los frutos son anuales y aparecen entre abril y agosto. Boucher (1981) encontró que las bellotas de *Q. oleoides* caen al final de la estación seca y no germinan hasta la siguiente estación lluviosa, en Santa Rosa, Guanacaste, en tanto que en otras regiones un poco distantes, como Bagaces, él observó que las bellotas se cosechan en abril y germinan tan pronto caen. En Loma Larga los frutos totalmente maduros caen y germinan durante la estación lluviosa, en agosto y setiembre; sin embargo, este fenómeno mostró variación de un año al siguiente. Boucher (1981) sugiere que las variaciones en la época de floración implican también, cambios en la época de producción y exposición de los frutos a los depredadores, lo que garantiza la germinación de algunas semillas.

#### RESUMEN

Se estudió la brotación, la caída de follaje, la floración y la fructificación en una población de 10 árboles de *Q. seemannii* en un bosque natural de encinos en Loma Larga de Cartago, Costa Rica (1700 m.s.n.m.).

Todas esas características mostraron un comportamiento anual periódico. La caída de follaje, aunque se presenta durante todo el año, es más pronunciada durante los meses de la estación seca. El vástago vegetativo crece constantemente, pero su tasa de crecimiento es mucho mayor durante la época de lluvias. Se determinó una correlación positiva entre el crecimiento del vástago y la humedad del suelo, así como entre esta característica edáfica y la caída del follaje, pero en este último caso la correlación fue negativa.

La floración y la fructificación se presenta durante los meses de octubre a mayo alcanzando un máximo en el mes de marzo. Se sugiere que el comportamiento fenológico de esta especie depende en mucho de la humedad del suelo, pero también se considera de cierta importancia a este respecto los ritmos internos.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Luis A. Fournier sus sugerencias y apoyo; a mi esposa Patricia Ramírez Salas su colaboración en el análisis estadístico; a la Dirección General Forestal y a PIPROF por el apoyo logístico; y a los vecinos de Loma Larga de Cartago.

#### REFERENCIAS

- Borchert, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* O.F. Ecology 61(5): 1065-1074.
- Boucher, D.H. 1981. Seed predation by mammals and forest dominance by *Quercus oleoides*. a tropical lowland oak. Oecologia 49:409-414.
- Boucher, D.H. 1983 *Quercus oleoides*, (Roble encino, oak), p. 319-320 In D.H. Janzen (eds.). Costa Rican Natural History, The University of Chicago Press, Chicago.
- Browne, F.G. 1968. Pests and diseases of forest plantation trees. Clarendon Press, Oxford. 1330 p.
- Burger, W. 1977. Flora costarricensis. Field Museum of Natural History, Volume 40. Botanical Series, Chicago. 291 p.
- Céspedes P., R. 1986. Ecología de *Dirphiopsis flora* (Schaus) (Lepidoptera: Saturniidae) e impacto sobre *Quercus aff seemannii* (Lieb.) en Encinares Naturales, en Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Biología. San Pedro de Montes de Oca. Universidad de Costa Rica. 77 p.
- Costa Rica, 1981. Anuario Meteorológico. Servicio Meteorológico Nacional. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. 61 p.
- Costa Rica, 1986. Boletín Meteorológico Mensual. Julio y Agosto, año 10 No. 7 y 8. Instituto Meteorológico Nacional. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José. (sin compaginar).
- Chaverri, A. 1983. Herbivorismo de orugas de la familia *Lasiocampidae* sobre una especie de roble. Brenesia 21: 461-463.
- Chaverri, A. 1984. Defoliación de encinos por larvas de *Dirphiopsis flora* (Lepidoptera: Saturniidae) en Loma Larga de Cartago, Costa Rica. Ciencias Ambientales 5/6: 85-90.
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba 24(4): 422-423.

- Fournier, L.A. 1976a. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26(1): 54-59.
- Fournier, L.A. 1976b. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26:96-97.
- Fournier, L.A., & C. Charpantier. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25:45-48.
- Fournier, L. A. & M.E. Herrera de Fournier. 1986. Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steurd, "madero negro" en Ciudad Colón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34(2): 283-288.
- Frankie, G.W., H.G. Baker & P.A. Opler. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-919.
- Gómez, P. 1984. Fenología y ecofisiología de dos plantaciones de *Tabebuia rosea* (Bertol) D. C., "Roble de Sabana" en el Valle Central de Costa Rica, Tesis de Magister Scientiae. San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica. 55 p.
- Hilje, L. 1984. Fenología y ecología floral de *Aristolochia grandiflora* Swartz (Aristolochiaceae) en Costa Rica. *Brenesia* 22: 1-44.
- Hilje, L. & L. Quirós. 1986. Notas sobre la biología de *Dirphiopsis flora* (Schaus) (Lepidoptera: Saturniidae), defoliador de encinos (*Quercus* spp.). *Turrialba* 36(3): 401-406.
- Hodges, R. W. 1985. A new species of *Dichomeris* from Costa Rica (Lep: Gelechiidae). *Proc. Entomol. Soc. Washington* 87 (2) 456-459.
- Janzen, D.H. 1982. Guía para la identificación de mariposas nocturnas de la familia Saturniidae del Parque Nacional de Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. *Brenesia* 19-20: 255-299.
- Janzen, D. H. 1983. *Costa Rican Natural History*. The University of Chicago Press, Chicago. 816 p.
- Jiménez M., W. & A. Chaverri. 1983. Estudio de la regeneración del roble (*Quercus* spp.) en los bosques de altura de Costa Rica, p. 45-86 In II Seminario de Investigación, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. (Mimeografiado)
- Jiménez M., W, A. Chaverri, I. Ch. Miranda & R. Rojas. 1988. Aproximaciones silviculturales al manejo de un robledal (*Quercus* spp.) en San Gerardo de Dota, Costa Rica. *Turrialba* 38:(3): 208-214,
- Kramer, P. J. 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press. 489 p.
- Muller, G.G. 1942. The Central American species of *Quercus*. Misc. Publ. No. 477. United States Department of Agriculture, Washington, D.C. 216 p.
- Reich, P.B. & R. Borchert. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- Tosi, J. A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, según la clasificación de zonas de vida del mundo de L. R. Holdridge Centro. Científico Tropical, Costa Rica.