

Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, "Madero Negro" en Ciudad Colón, Costa Rica.

Luis A. Fournier O. y María E. Herrera de Fournier
Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

(Recibido el 2 de mayo de 1986)

Abstract: Leaf flushing, leaf fall, flowering and fruiting were observed during three years in a population of 20 trees of *Gliricidia sepium* growing in a coffee plantation in Ciudad Colón, Costa Rica (780.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 dry season (December to March). 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 during dry season (December-April) reaching a maximum on February.

It is suggested that the phenology of this species is strongly correlated with soil humidity, but internal rhythms are also considered important.

El "Madero Negro" es una especie forestal que alcanza una altura de 10-12 m. y un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 30-35 cm. Es de origen americano y se distribuye en forma natural desde el sur de México y las Antillas hasta el norte de Colombia y el noreste de Venezuela (Holdridge y Poveda, 1975; Otárola y Ugalde, 1983). Sin embargo, en la actualidad se cultiva también en varios países tropicales de África y Asia.

Según Otárola y Ugalde (1983) esta especie se distribuye desde el nivel del mar hasta una altura de más de 1500 m., en regiones con una precipitación promedio anual de 1500-3000 mm, en suelos con diversas características físicas y químicas y sitios con temperaturas medias que fluctúan entre 22-30°C.

Entre los usos principales de la especie están: cercos vivos, sistemas agrosilvopastoriles, sombra de cultivos perennes, alimento para ganado, carbón, leña, postes, durmientes para ferrocarril, medicina popular, fertilizante orgánico, en la alimentación humana, recuperación de tierras degradadas, construcción y artesanía. (National Academy of Sciences, 1980; Pratiño y Wijya, 1979; Otárola y Ugalde, 1983).

Otárola y Ugalde (1983) estudiaron la productividad de esta especie en un bosque de regeneración natural al norte de Managua, Nicaragua. Esos autores determinaron que la biomasa aprovechable fue de 62,642 ton/ha en un aprovechamiento total y de 46,317 ton/ha cuando se hizo un corte selectivo. Por otra parte, Béliard (1984) determinó en una investigación con esta misma especie en San Carlos, Costa Rica, que las podas cada tres meses aumentan la producción de forraje, el contenido de proteína y de materia seca de las hojas, pero debilitan las plantas hasta limitar su desarrollo. Baggio (1982) llevó a cabo un estudio detallado, sobre la utilización de esta especie en cercos vivos en Costa Rica.

A pesar de la gran importancia económica de esta especie, la literatura muestra que la mayor parte de la investigación se ha centrado fundamentalmente en aspectos de manejo y aprovechamiento y poco se sabe sobre la fenología y la ecofisiología de esta especie. Con base en estos antecedentes se ha llevado a cabo en Ciudad Colón, de Mora, Costa Rica un estudio tendiente a dilucidar varios aspectos sobre la morfología, fenología y ecofisiología de *G. sepium*. En este trabajo se presenta las obser-

CUADRO 1

Observaciones de temperatura y de precipitación en Ciudad Colón de Mora, durante el año de 1985

Meses	Precipitación mm	Temperatura C			
		Mínima	Máxima	Promedio	Ambito
Enero	0	17,38	30,50	23,94	13,38
Febrero	0	16,00	31,63	23,82	15,63
Marzo	0	17,75	33,38	25,56	15,63
Abril	128	17,88	34,63	26,25	16,75
Mayo	117	19,50	31,50	25,50	12,00
Junio	404,50	19,30	31,40	25,35	12,10
Julio	296	19,00	31,00	25,00	12,00
Agosto	232	18,90	29,96	24,43	10,83
Setiembre	293,50	19,00	30,38	24,69	11,38
Octubre	509,50	18,25	29,88	24,06	11,63
Noviembre	349,50	19,08	29,13	24,10	9,93
Diciembre	5,00	18,75	29,50	24,13	10,75

vaciones correspondientes a la fenología y ecofisiología de la especie.

MATERIAL Y METODOS

Se escogió una muestra de 20 árboles adultos de *G. sepium* plantados como sombra en un cafetal de Ciudad Colón de Mora, situado a una altura de 780 m. s.n.m., en un suelo ligeramente ondulado de origen coluvio aluvional. Esta localidad tiene una precipitación promedio anual de unos 2300 mm. y una temperatura de 23,5°C. Las lluvias se distribuyen principalmente de mediados de mayo a principios de noviembre.

Los árboles de esta muestra tienen una edad aproximada de 16 años, fueron plantados por el método de estacones y han estado a crecimiento libre; su diámetro promedio a la altura del pecho (DAP) es de 30,114 cm. El estudio se inició en enero de 1983 y finalizó en diciembre de 1985. A cada uno de los árboles se les determinó la brotación, caída del follaje, floración, fructificación, según la metodología propuesta por Fournier (1974, 1976 b) y Fournier y Charpantier (1975).

Además se registró la temperatura, con la ayuda de un termómetro de máxima y de mínima, con una frecuencia semanal y mensualmente se ha determinado el contenido de humedad del suelo por gravimetría. También durante

el último año del estudio. (1985) se registró la precipitación pluvial en un sitio distante 100 m. de la plantación.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presenta un resumen de la variación en temperatura y precipitación en Ciudad Colón durante el año de 1985.

Por otra parte, en el Cuadro 2, se muestran las observaciones sobre el contenido de humedad del suelo en que crecen los árboles de "Madero Negro" durante los tres años de este estudio. En el cuadro además de los datos de humedad de suelo en los primeros 10 cm del perfil se incluye el promedio de los tres años de observaciones y para cada uno de los meses su relación con la capacidad de campo de este suelo.

El valor de capacidad de campo promedio para este suelo es de 64,58%.

El Cuadro 2 permite observar que durante los 6 primeros meses del año el contenido de humedad del suelo en Ciudad Colón se mantiene alrededor de la mitad de la capacidad de campo, pero en el resto del año es cuando se alcanzan los mayores niveles de humedad. El hecho que en ningún mes se logre alcanzar el total de la capacidad de campo se debe en buena parte a que las observaciones se hicieron en la capa superior del suelo, que es la más variable en cuanto a contenido de humedad.

CUADRO 2

Contenido de humedad durante el año en los primeros 10 cm. del perfil de un suelo de Ciudad Colón de Mora, Costa Rica. (%en base seca)

Meses	1983	1984	1985	Promedio	Relación a capacidad de campo
Enero	24,50	48,00	26,10	32,87	50,90
Febrero	31,00	31,88	17,65	28,84	44,66
Marzo	34,50	32,59	14,29	30,05	46,53
Abril	43,27	44,51	21,55	33,03	51,15
Mayo	40,02	37,33	32,28	34,81	53,90
Junio	36,78	38,47	36,61	37,29	57,74
Julio	--	39,43	39,47	39,45	61,09
Agosto	49,55	40,40	37,39	42,45	66,04
Setiembre	61,96	52,35	42,85	52,39	81,12
Octubre	55,08	61,76	46,46	54,43	84,28
Noviembre	54,53	43,26	44,51	47,55	73,63
Diciembre	49,54	37,50	33,33	40,12	61,12

CUADRO 3

Variación anual promedio en las características fenológicas de Gliricidia sepium en Ciudad Colón de Mora, Costa Rica en un período de tres años

Meses	Caída del follaje	Brotadura	Floración	Fructificación
Enero	2,75	0,75	0,96	0,26
Febrero	3,47	0,37	1,08	0,42
Marzo	2,30	1,44	0,25	0,39
Abril	1,07	2,46	0,01	0,25
Mayo	0,45	2,89	0,00	0,09
Junio	0,40	3,38	0,00	0,03
Julio	0,58	2,46	0,00	0,00
Agosto	0,70	2,30	0,00	0,00
Setiembre	1,53	1,63	0,00	0,00
Octubre	1,69	1,24	0,00	0,00
Noviembre	1,72	0,91	0,02	0,00
Diciembre	2,75	0,83	0,10	0,01

En la figura 1 se presenta la variación en las características fenológicas de *G. sepium* durante los tres años y en el Cuadro 3 se incluye un resumen por mes del promedio de estas características.

Con el propósito de medir el grado de asociación entre la humedad y las manifestaciones fenológicas de *Gliricidia sepium* se llevaron a cabo algunas correlaciones simples, que se detallan en el Cuadro 4.

El análisis del comportamiento fenológico del "Madero Negro" muestra que en esta especie las cuatro variables estudiadas (caída del follaje, brotadura, floración y fructificación) varían bastante durante el año (Cuadro 3 y Figura 1).

Este patrón de comportamiento, con ligeras variantes, se manifiesta de manera repartida de un año a otro. En lo que respecta a la caída del follaje, después de un período de poca acti-

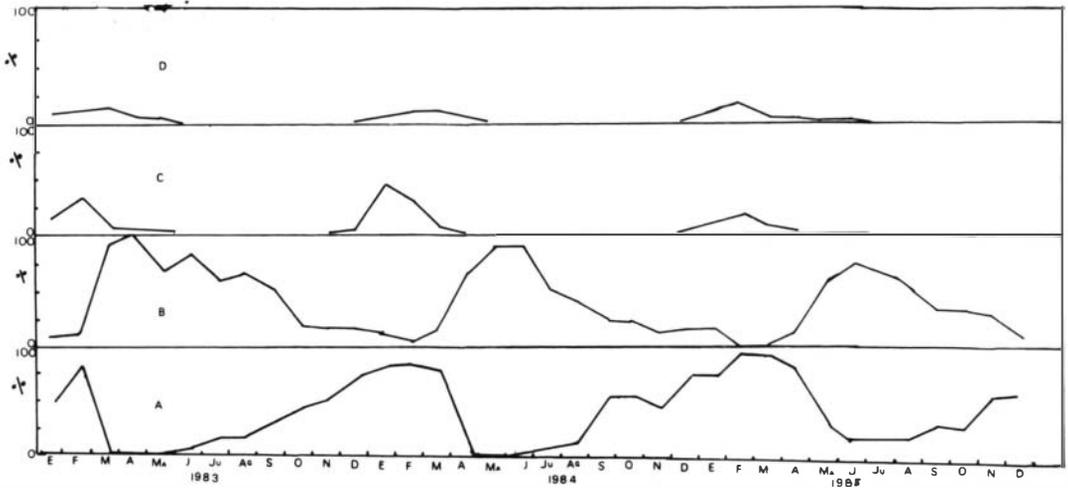


Figura 1. Características fenológicas de *Gliricidia sepium* de 1983 a 1985. A. caída de follaje; B. Brotadura; C. Floración y D. Fructificación.

CUADRO 4

*Correlaciones simples entre características fenológicas
y la precipitación*

Factores correlacionados	Valor r	Grado de significación
Humedad del suelo y caída del follaje	-0,434	Significativo 5%
Humedad del suelo y Brotadura	0,62	Significativo al 1% y 5%
Humedad del suelo y Floración	-0,306	No significativa
Lluvia y humedad del suelo	0,494	Significativa al 5%

vidad (marzo-mayo) se inicia, lentamente, la defoliación, que alcanza su mayor expresión durante el mes de febrero. Es interesante anotar que la brotadura tiene también una periodicidad bastante marcada, pero las etapas de mayor actividad corresponden precisamente a la época en que se registra la menor caída de follaje y en igual forma los períodos de menor crecimiento vegetativo coinciden con los de mayor caída de follaje. Esto último se relaciona con contenido de humedad en el suelo, que es bastante bajo durante los meses de febrero a marzo (Cuadro 2). Esto se confirma al observar el Cuadro 4, en que muestra que la brotadura y la humedad del suelo se correlacionan positivamente y de manera altamente significativa.

La estación seca de 1984 a 1985 (noviembre-abril) fue una de las más severas registradas en la región en la última década y desde luego

la más seca de los tres años en que se realizó este estudio. En el mes de marzo de 1985 fue cuando se observó el contenido de humedad del suelo más bajo de esa estación seca (Cuadro 2) y esta crítica situación se reflejó en un aumento notable en la caída del follaje, que se correlaciona negativamente con la humedad del suelo (Cuadro 4), y en una disminución en la brotadura (Figura 1). Es evidente, como han informado otros autores, que el estrés hídrico juega un papel muy importante en el crecimiento vegetativo de las especies leñosas (Borchert, 1980; Fournier, 1976 a; Gómez, 1984; Kramer, 1983; Reich y Borchert, 1982).

La caída del follaje en *Gliricidia sepium* sigue en términos generales el mismo patrón observado para las comunidades forestales y las plantas perennes de la región de Ciudad Colón (Fournier y Herrera de Fournier, 1983;

Herrera de Fournier y Fournier, 1977; Ortiz, 1983) y que refleja la marcada periodicidad climática de ese sitio. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 1, tanto la caída del follaje como la brotación de *G. sepium* muestran también cierta variación durante la estación lluviosa, lo que sugiere que además del clima, la fenología de esta especie depende, como en otros árboles de ritmos internos (Borchert, 1975, 1980; Gómez, 1984), que en parte se deben a variaciones en niveles de hormonas (Briceño, 1983).

Estos ritmos internos de crecimiento se deben también a correlaciones en el crecimiento de las diferentes partes de la planta, por ejemplo entre el vástago y la raíz (Kramer, 1983). Prueba de esto es el estudio de Béliard, (1984) con "Madero Negro", que muestran que las podas repetidas del vástago alteran notablemente el crecimiento de esta especie. Esto mismo ha sido observado por Russo (1984) en *Erythrina poeppigiana*.

En lo referente al crecimiento reproductivo, la floración en esta especie de nuevo se comporta rítmicamente y alcanza su pico mayor en el mes de febrero (Figura 1), o sea que coincide con la mayor caída del follaje, el menor crecimiento vegetativo, y la época de mayor estrés hídrico. De nuevo esta situación sugiere que la disminución en la cantidad de agua en el suelo favorece la floración, pero que además ésta tiene relación con ciertos ritmos internos, en los que pueden jugar un papel importante los diversos niveles de hormonas; como fue observado por Gómez (1984) en *Tabebuia rosea* y Briceño, (1983) en *Coffea arabica*. Por otra parte, el proceso de fructificación, como es de esperar se sucede al ritmo de la floración.

Este comportamiento de ritmos fenológicos marcados es bastante característico en las especies caducifolias como el "Madero Negro" y ha sido observado en otras especies que muestran este comportamiento (Fournier, 1976; Borchert, 1980; Ramia, 1981).

RESUMEN

Se estudió la brotación, la caída del follaje, la floración y la fructificación en una población de 20 árboles de *Gliricidia sepium* en una plantación de café de Ciudad Colón, Costa Rica. (780 m. s.n.m.). Todas estas características fenológicas mostraron un comportamiento anual periódico. La caída del 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 presentan de diciembre a abril, pero su máxima expresión es durante el mes de febrero. 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.

REFERENCIAS

- Baggio, A. J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal de cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae, Turrialba, Costa Rica, Programa de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro de Investigaciones y Enseñanza Tropical. 91 p.
- Béliard, C. A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en cercos vivos bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses), Turrialba, Costa Rica, Programa de Posgrado Universidad de Costa Rica, Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de Seminario No. 143. 2 p. (mimeografiado).
- Borchert, R. 1975. Endogenous shoot growth rhythms and indeterminate shoot growth in oak. *Physiol. Plant.* 35:152-157.
- Borchert, R. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees. *Erythrina poeppigiana* O.F. Cook. *Ecology* 61: 1065-1074.
- Briceño, J. 1983. Crecimiento vegetativo y reproductivo en relación con niveles endógenos de ácido abscísico y giberelinas en tres cultivares de *Coffea arabica* L. Tesis de Magister Scientiae, Turrialba, Costa Rica, Programa de Posgrado, Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 60 p.
- Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- Fournier, L. A. 1976. Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. *Turrialba* 26:54-59.

- Fournier, L. A. 1976b. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26:96-97.
- Fournier, L. A. y Charpantier, Claudia. 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. y Herrera de Fournier, María E. 1983. Una década de observaciones fenológicas en café (*Coffea arabica* L.) en Ciudad Colón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 31:307-310.
- Gómez, Patricia. 1984. Fenología y ecofisiología de las poblaciones 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.
- Herrera de Fournier, María E. y Fournier, L. A. 1977. Producción, descomposición e invertebrados del mantillo en varias etapas de la sucesión en Ciudad Colón, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 25:275-278.
- Holdridge, L. R. y Poveda, L. J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. Vol. 1. 546 p.
- Kramer, P. J. 1983. *Water Relations of Plants*. Academic Press. 489 p.
- National Academy of Sciences. 1980. Firewood crops; ahrubus and tree species for energi production. Washington, D. C. 237 p.
- Ortiz, Vargar, R. 1983. Variación en el contenido de N.P, K, Ca, My y Na en un cafetal y dos estados de sucesión del bosque húmedo de premontano en Ciudad Colón, Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica. 69 p.
- Otárola, A. y Ugalde, L. Al. 1983. Productividad y tablas de biomasa de *Goiricidia sepium* (Jacq.) Steud en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, Centro Tropical de Investigación y Enseñanza, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 39 p. (mimeografiado).
- Prayitno, T. A. y Wijaya, M. 1979. Comparative growth capacity of *Calliandra* and *Gliricidia* slip on the initial period of growth. *Duta Rimba* 30: 24-28.
- Ramia, M. 1981. Fenología de árboles en el bosque decíduo tropical. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales La Salle* 41: 9-33.
- Reich, P. B. y Borchert, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- Russo, R. 1984. Efecto de la poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook en la producción de biomasa en un sistema agroforestal de café-poró *In*: VI Congreso Agronómico Nacional, San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos. 9-13 de julio de 1984. pp. 134-135.