

Observaciones fenológicas en el bosque húmedo de pre-montano de San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica*—

LUIS A. FOURNIER O**

ABSTRACT

This paper reports 18 months of phenological observations in the forest remnants of San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. This place is located in an area of rich volcanic soils at 1200 m above sea level, with a mean annual rainfall of 2000 mm and a temperature of 20.5 C.

The four phenological characteristics studied (flowering, fruiting, leaf flushing and leaf fall) show a marked periodicity during the year. Flowering and fruiting tend to behave very similar with two peaks during the dry season and beginning of the wet season (January to May) and another in September - October, just after the "veranillos" (July - August, a period of less rainfall). Leaf fall exhibits also a high peak in the dry season, but it diminishes markedly when the wet season begins. Another noticeable period of leaf fall is observed during the period of "veranillos". On the other hand, leaf flushing shows its most active period during the wet season (May to November).

The available information permits to get some insights of how tropical forest behave phenologically, but more research is needed, specially on experimental phenology, before a better understanding of the factors and processes involved in the problem can be gained. It is also pointed out in this paper, the necessity of relating the information on phenology to that on reproductive biology in order to get an overall picture of the dynamics of tropical forest ecosystems — The author.

Introducción

EL conocimiento fenológico es de suma importancia en la comprensión de la compleja dinámica de los ecosistemas forestales. Este tipo de información no sólo permite explicar muchas de las reacciones de las plantas a su medio ambiente climático y edáfico (4, 9), sino que también es importante en el estudio de las relaciones entre las plantas y los animales de una comunidad biótica y sus vecinas (10)

En el campo del uso racional del medio ambiente, el conocimiento fenológico es fundamental en cualquier plan de ordenamiento del bosque, ya sea con miras al

mantenimiento de la vida silvestre o en la producción de madera o de otros recursos forestales

En la mayoría de los países de la región tropical, el conocimiento fenológico es aún escaso y fragmentario, a pesar que es en esta región donde la diversidad biológica permite una expresión más compleja en la fenología. Esta falta de información fenológica es en buena parte la responsable de muchos de los desastros que se han cometido en el uso de la tierra en los trópicos

El primer estudio de importancia realizado en Costa Rica en el campo fenológico es el de Fournier y Salas (9), en el que se analiza la periodicidad en el proceso de floración en una comunidad forestal de la región de Villa Colón, en el suroeste del Valle Central. Sin embargo, en los últimos 10 años, la investigación fenológica en el país ha recibido mayor atención y esto ha dado como resultado la publicación de un buen número de trabajos tanto en el campo metodológico (5, 6, 8) como en el de análisis de especies individuales (4) o de comunidades (3, 9, 11, 13).

* Recibido para la publicación el 10 de noviembre de 1975

** Sección de Ecología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Costa Rica

Este trabajo es una contribución al conocimiento fenológico del bosque húmedo de premontano de la región de San Pedro de Montes de Oca en la región nor-oriental del país. Esta investigación además de su valor intrínseco, tiene especial importancia ya que los bosques de esta región han desaparecido prácticamente y sólo se encuentran remanentes de ellos a lo largo de los cursos de agua y en otras pequeñas áreas. Y aun muchos de estos pequeños bosquetes están condenados a desaparecer, como ya ocurrió con una buena parte de la muestra empleada en este estudio.

Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, de la Universidad de Costa Rica en San Pedro de Montes de Oca, a una altura de 1.200 m sobre el nivel del mar. Esta región tiene una precipitación promedio anual de unos 2.000 mm y una temperatura de 20,5 grados centígrados. Los suelos de San Pedro de Montes de Oca son andosoles (andepts) de buenas condiciones físicas y químicas (17).

El estudio incluyó 42 especies forestales (ver Cuadro 1) principalmente árboles, que constituyen remanentes de los bosques nativos de la zona.

El tamaño de la muestra varió de 1 a 10 individuos, dependiendo de la disponibilidad de material, y éstos fueron seleccionados según su orden de aparición en un recorrido preliminar de muestreo. En total se observó una muestra de 116 individuos.

El estudio se inició en el mes de noviembre de 1973 y finalizó en julio de 1975. Durante el primer año se hicieron observaciones quincenales, pero en el tiempo restante del estudio, el intervalo se aumentó a un mes, según lo recomendado por Fournier y Charpentier (8). A cada uno de los árboles se le determinó sus características fenológicas (floración, fructificación, caída del follaje y brotación) según el método propuesto por Fournier (5).

Resultados

En el Cuadro 1 se presenta una lista de las especies de plantas leñosas utilizadas en este estudio así como un detalle de sus épocas de floración, fructificación, caída del follaje y brotación.

En los gráficos de las Figuras 1 y 3 se observa, respectivamente, la variación en cuanto a los procesos de floración y de fructificación en la magnitud de la expresión de fenómeno; así como el número de especies que lo exhiben. Por otra parte, en las Figuras 2 y 4 se muestra la variación de estas mismas medidas de la expresión fenológica con respecto a la brotación y a la caída del follaje.

La Figura 5 incluye un climograma de la ciudad de San José, con base en 10 años de observaciones (1). Esta es la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, de la cual dista unos dos kilómetros.

Al disminuir la precipitación en el mes de noviembre (Fig. 5) se inicia un período muy activo en la fenología de este bosque que se manifiesta en un aumento en las cuatro características estudiadas, fenómeno que se mantiene prácticamente durante toda la estación

seca. Sin embargo, al inicio de la estación lluviosa en mayo, la situación toma un giro diferente. El crecimiento vegetativo se incrementa y en junio, alrededor de un 50 por ciento de los componentes del bosque se encuentran en actividad. Pero este inicio de las lluvias tiene un efecto contrario en la caída de las hojas, que comienza con un brusco descenso, para alcanzar un mínimo cuando el crecimiento vegetativo está en su plenitud. Lo mismo sucede con la floración y la fructificación, aunque estas características alcanzan su nivel mínimo mucho más tarde en la estación lluviosa; ya que algunos árboles como *Acnistus arborescens*, florecen y fructifican durante la primera parte de esta estación. Después del período de los veranillos, que se manifiesta mayormente entre los meses de julio y agosto, se nota un nuevo período de actividad tanto en la caída del follaje, como en la floración y fructificación. Algunas especies como *Cyrtos gossypifolius*, aunque tienen una actividad fenológica durante todo el año, es en este período cuando presentan mayor floración y fructificación.

Discusión

El Cuadro 1 y las Figuras 2, 3 y 4 muestran que en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca las características fenológicas exhiben una visible periodicidad durante el año. Este comportamiento del bosque, con ligeras variantes debidas a variaciones climáticas, se manifiesta de un año a otro. La periodicidad de las características fenológicas de los árboles ha sido observada ya en otras comunidades forestales tropicales (2, 3, 9, 11, 13), así como en plantas herbáceas (2, 16).

La floración de los árboles de San Pedro de Montes de Oca es más acentuada durante los meses de febrero, marzo y mayo y de nuevo en los meses de agosto y setiembre; aunque con menor intensidad que en los primeros meses (Figura 1). Entre los meses de julio y agosto es cuando se registra la época de menor floración, tanto en la cantidad de flores como en el número de especies en flor. Al comparar estas observaciones con la información de otros estudios fenológicos, se puede apreciar lo siguiente. En la región de Villa Colón, también con un clima de tipo pacífico como el de San Pedro, pero a menor altitud (800 m), la floración de los árboles presenta dos picos en la época seca; pero ambos ocurren más o menos con un mes de anticipación que los de San Pedro (9). El mismo fenómeno fue observado por Fournier (4) con respecto a la floración de *Tabebuia rosea*. Esta especie florece primero en Villa Colón y luego en San Pedro, lo que probablemente se debe a ciertas diferencias en la distribución de las lluvias de estación seca en ambas localidades, así como a un desecamiento más rápido del suelo en Villa Colón. En otra región de clima tipo pacífico, Cañas, Guanacaste, a una altitud de 45 m sobre el nivel del mar, la floración es bastante acentuada en los meses de enero a abril; mientras que en el período comprendido entre julio-noviembre, ésta disminuye notablemente (3). Esta situación de mayor floración en los meses de enero a abril fue observada también por Frankie, Baker y Opler (11) en una región cercana a Cañas, pero además esos

Cuadro 1.—Períodos de floración, fructificación, caída del follaje y brotadura en los árboles de San Pedro de Montes de Oca.

Especie	Floración	Fructificación	Caída del follaje	Brotadura
<i>Acalypha leptopoda</i> M. Arg	Todo año	Todo año	dic.embre-mayo	Todo año
<i>Acnistus arborescens</i> Schlecht	mayo-noviembre	junio-noviembre	febrero-abril	mayo-diciembre
<i>Calliandra tetragona</i> (Willd) Benth	setiembre-junio	enero-julio	abril-agosto	mayo-diciembre
<i>Citharexylum caudatum</i> L	octubre-enero	diciembre-junio	mayo-junio agosto-setiembre	octubre-enero
<i>Cordia glabra</i> L	octubre-abril	diciembre-junio	junio-enero	octubre-febrero
<i>Cestrum lanatum</i> Mart & Gal	enero-marzo	marzo-abril	abril	todo año
<i>Cestrum baenitzii</i> Lingelsh	enero-marzo	marzo-mayo	———	dic.embre-enero abril-setiembre
<i>Cupania glabra</i> Swartz	enero-mayo agosto-setiembre	todo año	enero febrero	todo año
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl) Donn Sm	abril-agosto	mayo-agosto	febrero abril	enero-abril julio-diciembre
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol	setiembre-abril	diciembre-julio	noviembre-diciembre	febrero diciembre
<i>Croton gossypifolius</i> Vahl	todo año	todo año	todo año	todo año
<i>Cedrela odorata</i> L.	mayo-julio	todo año	setiembre-marzo	abril-agosto
<i>Cassia fruticosa</i> Mill.	marzo-junio	mayo-octubre	enero-marzo	marzo-junio
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp) D F. Cook	diciembre-mayo	enero-mayo	todo año	enero-junio
<i>Ficus costaricana</i> (Liebm) Miqu.	diciembre-abril	todo año	todo año	diciembre-febrero abril-setiembre
<i>Ficus jimenezii</i> Standl	abril-julio octubre-noviembre	julio-setiembre diciembre-enero	setiembre-marzo	abril-agosto
<i>Ficus hemesleyana</i> Standl	noviembre-abril	todo año	mayo-marzo	noviembre-setiembre
<i>Ficus pertusa</i> L.	agosto-setiembre	octubre-diciembre	noviembre-febrero	febrero-julio
<i>Hamelia patens</i> Jacq	todo año	todo año	febrero-abril	marzo-mayo agosto diciembre
<i>Inga vera</i> subesp. <i>spuria</i> (Willd) L J León	enero-octubre	febrero-octubre	variable	todo año
<i>Lippia torresii</i> Standl.	febrero-marzo	marzo-mayo	enero-junio setiembre-octubre	junio-octubre
<i>Licaria limboza</i> (R&P) Korter	mayo-junio	todo año	variable	mayo-julio
<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth	diciembre-febrero	enero-junio	marzo-abril	mayo-diciembre
<i>Mauria birringo</i> Tulasne	todo año	todo año	noviembre-diciembre	agosto-setiembre octubre-abril
<i>Oreopanax xalapensis</i> (HBK) Dene & Planch	setiembre febrero	diciembre-mayo	variable	junio-julio noviembre-diciembre
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex. Lam) Urban	agosto-febrero	octubre-mayo	diciembre-junio	todo año
<i>Piper aduncum</i> L.	todo año	todo año	abril-mayo	marzo-diciembre
<i>Piper</i>	todo año	todo año	———	marzo-diciembre
<i>Phoebe mexicana</i> Meissn	enero-marzo	mayo-agosto	diciembre	agosto-noviembre diciembre-febrero
<i>Pouteria mammosa</i> Cook	junio-octubre	octubre-abril	diciembre	enero-mayo
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	todo año	todo año	———	variable
<i>Picramnia quaternaria</i> Donn. Sm.	todo año	todo año	———	variable

Cuadro 1.—(Continuación)

Especie	Floración	Fructificación	Caída del follaje	Brotadura
<i>Persea caerulea</i> (R&P) Mez	febrero-julio	marzo-noviembre	enero-abril varios	febrero-junio
<i>Sapium jamaicense</i> Swartz	abril agosto	junio-diciembre	noviembre-abril	abril-setiembre
<i>Spondias purpurea</i> L.	febrero-abril	abril-agosto	agosto-abril	marzo-agosto
<i>Stemmadenia glabra</i> Benth	diciembre-julio	todo año	enero-abril	variable
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	diciembre-abril agosto-octubre	agosto-noviembre- mayo	enero marzo	febrero-octubre otros
<i>Turpinia paniculata</i> Vent.	mayo-junio	junio-abril	febrero-abril	mayo
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) DC.	marzo-junio	mayo-junio	febrero-junio	mayo-julio agosto-diciembre
<i>Trema micrantha</i> (L) Blume	todo año	todo año	—	todo año
<i>Vernonia patens</i> HBK	febrero-abril	abril-junio	abril	junio-noviembre
<i>Verbesina oerstediana</i> Benth	julio-diciembre	diciembre junio	marzo-abril	abril-diciembre

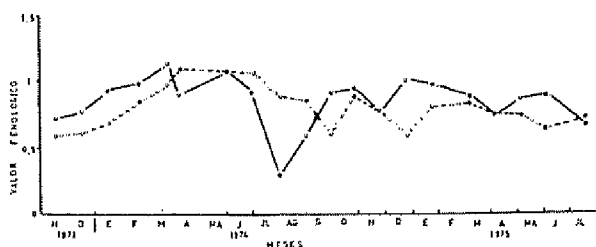


Fig. 1.—Valores de floración (línea continua) y de fructificación (línea interrumpida) en el bosque de premontano húmedo de San Pedro de Montes de Oca.

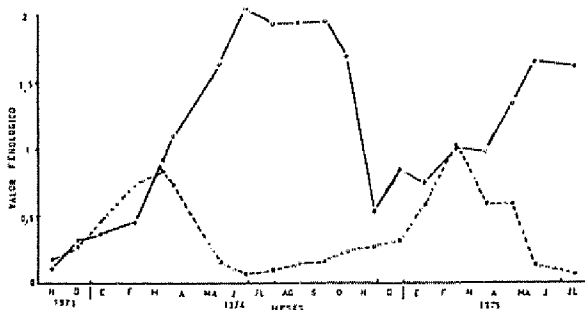


Fig. 2.—Valores de brotadura (línea continua) y de caída del follaje (línea interrumpida) en el bosque de premontano húmedo de San Pedro de Montes de Oca.

autores anotan la presencia de un segundo pico de floración en el mes de mayo y otro más pequeño en agosto-setiembre. Janzen (13) muestra también una curva de floración cuyo clímax se localiza entre los meses de febrero y marzo para el Pacífico Sur de Costa Rica, una zona mucho más húmeda y con una estación seca menos rigurosa que las localidades consideradas anteriormente. También para la zona Atlántica de Costa Rica se ha observado periodicidad en la floración (11).

Los estudios analizados anteriormente muestran, que en general, la mayor actividad de floración ocurre entre los meses de enero a mayo o sea cuando la precipitación es menor, así como poco tiempo después del período de los veranillos. Janzen (13) ha propuesto la hipótesis de que muchos de los árboles de las regiones bajas de la América Central han desarrollado la capacidad de florecer y fructificar en la estación seca, como un medio para poder competir durante el período de crecimiento vegetativo y, utilizar mejor los agentes de polinización y dispersión. Esta alternancia entre la fase reproductiva y la vegetativa permitiría, según ese autor, utilizar mejor la energía para el crecimiento vegetativo durante la estación lluviosa. Esta hipótesis parece ser valedera, en términos generales, para el caso de San Pedro de Montes de Oca, pero como se observa en el Cuadro 1, no se cumple para todas las especies. Algunos de los árboles caducifolios de este bosque, como *Cordia glabra*, y *Turpinia paniculata*, producen su follaje en la época seca y en igual forma florecen y fructifican en ese período. Durante la época de mayor precipitación estas especies no producen nuevo follaje, pero es probable que exhiban una alta tasa fotosintética que les permite acumular energía para los gastos de brotadura, floración y fructificación de la estación seca.

La actividad de fructificación en el bosque de San Pedro de Montes de Oca está, como es de esperar, muy correlacionada con la floración (Fig. 1 y 3). Se observa

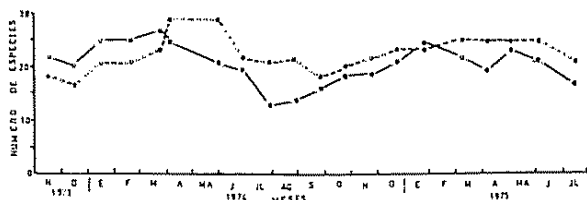


Fig. 3.—Curvas de floración (línea continua) y de fructificación (línea interrumpida) en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca

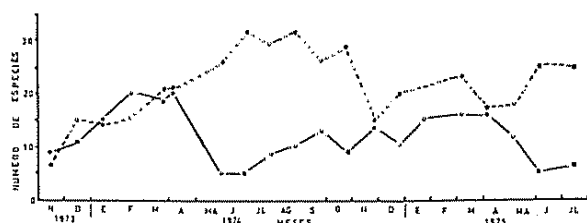


Fig. 4.—Curvas de caída del follaje (línea continua) y de brotación (línea interrumpida) en el bosque húmedo de premontano de San Pedro de Montes de Oca

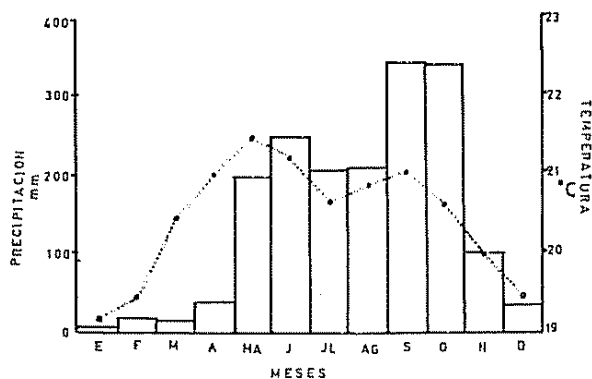


Fig. 5.—Clima de la región de San José, Costa Rica, según información del Servicio Meteorológico Nacional (1)

un pico de marzo a junio, que corresponde a los dos picos de floración (febrero-marzo y mayo) y otro en octubre posterior a la floración de setiembre-octubre. Sin embargo, la curva de fructificación muestra menos fluctuaciones que la de floración, lo que asegura una mayor cantidad de frutos en el bosque todo el año. Esta mayor uniformidad de la curva de fructificación se debe en parte a que en un buen número de árboles, el período de fructificación es mucho más largo que el de floración. La correlación entre los picos de floración y fructificación ha sido observado también por otros autores.

Esta correlación es más evidente cuando la manifestación de la característica fenológica se evalúa no por el número de especies que muestran el fenómeno, como lo hacen la mayoría de los autores, sino mediante una apreciación del porcentaje de actividad, tal como lo ha sugerido Fournier (5).

En las Figuras 2 y 4 se puede apreciar que los fenómenos de caída del follaje y de brotación son opuestos y que cuando hay mayor actividad de crecimiento vegetativo como sucede durante la estación lluviosa, (mayo-octubre) la caída de follaje es mínima. Entre los meses de noviembre a mayo se presenta un incremento tanto en la brotación como en la caída del follaje. Esta situación, que contrasta con lo que ocurre durante la estación lluviosa, se debe en buena parte a que las especies caducifolias al perder su follaje muestran casi en forma simultánea un intenso período de crecimiento vegetativo. Estas observaciones coinciden con los resultados del estudio de Frankie, Baker y Opler (11) para Bagaces, Guanacaste y Puerto Viejo de Sarapiquí, excepto en lo que corresponde a la brotación, en el último sitio. En Puerto Viejo se presenta un pico bien marcado de crecimiento vegetativo entre febrero y marzo y otro entre setiembre y octubre, que casualmente corresponden al tiempo de menor precipitación en la zona.

Daubenmire (3) muestra para Cañas, Guanacaste valores de caída de follaje muy parecido a los de San Pedro de Montes de Oca. También coincide esta información con el estudio de acumulación de mantillo realizado por Fournier y Camacho (7) en el mismo bosque de San Pedro de Montes de Oca.

Las cuatro características fenológicas analizadas en este estudio muestran un incremento en el inicio de la estación seca; sin embargo, es probable que los mecanismos que causan este efecto sincronizado sean de índole diferente. Daubenmire (3) ha sugerido que la variación en la longitud del día, que es de poco más de una hora para esta latitud, puede ser un estímulo para la brotación. Por otra parte, Fournier (4) observó que en poblaciones de *Tabebuia rosea* localizadas a lo largo de un gradiente altitudinal (800 a 1200 m) la brotación se inicia en el sitio de menor altura 5 semanas antes que en el de 1200 m y lo mismo sucede con el inicio de los fenómenos de floración y caída del follaje.

La caída del follaje en los árboles de San Pedro de Montes de Oca muestra una relación bastante acentuada con la disminución de precipitación; en la estación seca y en el período de "veranillos" es cuando caen más hojas. Esta es una forma de disminuir el área de transpiración en épocas de sequías. Aún en Puerto Viejo de Sarapiquí, en un clima de tipo Atlántico, en donde la estación seca no es muy acentuada, la caída del follaje es mayor durante los períodos de menor precipitación (11).

El estado actual del conocimiento fenológico en los trópicos, aunque permite establecer ya algunas generalizaciones, como la periodicidad en la manifestación de los fenómenos y su relación con factores climáticos, deja aun planteadas diversas interrogantes en cuanto a los mecanismos que estimulan estos factores o elementos del ambiente. Para poder responder a algunas de estas interrogantes, se hace necesario no solo estudiar

más a fondo los bosques de la región del Atlántico y los de los sitios en alturas arriba de 1500 m, sino que también precisa dedicar mayor esfuerzo en el campo de la fenología experimental. Por otra parte, los estudios de Heithasu (12), Salas (14, 15) y Stiles (16), muestran la necesidad de relacionar las manifestaciones fenológicas de los árboles con sus agentes de polinización y de dispersión, como una manera de comprender mejor las complejas comunidades forestales de los trópicos.

Literatura citada

1. COSTA RICA, Anuario Meteorológico. Servicio Meteorológico Nacional, Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica 1966. 61 p.
2. CROAT, T. B. Seasonal flowering behavior in Central Panamá: *Annals Missouri Botanical Garden* 56(3): 295-307 1969
3. DAUBENMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forests in North-Western Costa Rica. *Journal of Ecology* 60:147-170 1972.
4. FOURNIER, L. A. Estudio preliminar sobre la floración en el roble de sabana, *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl. *Revista de Biología Tropical* 15(2):259-267 1969
5. ————. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4):422-423 1974
6. ————. El dendrofenograma, una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Turrialba* 26(1):96-97 1976
7. ———— y CAMACHO DE CASTRO, LUCIA. Producción y descomposición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano. *Revista de Biología Tropical* 21(1):59-67 1973.
8. FOURNIER, L. A. y CHARPANTIER, CLAUDIA. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Turrialba* 25(1):45-48 1975
9. ———— y SALAS, S. Algunas observaciones sobre la dinámica de la floración en el bosque tropical húmedo de Villa Colón. *Revista de Biología Tropical* 14(1):75-85 1966
10. FRANKIE, G. W., BAKER, H. G. y OPLER, P. A. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: Lieth, H. ed. *Phenology and seasonality modeling*. Berlin, Springer Verlag, 1974 pp. 287-296.
11. ————. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62:881-919 1974
12. HEITHASU, E. R. The role of plant pollination interaction in determining community structure. *Annals Missouri Botanical Garden* 61(6):675-691 1974.
13. JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21(3):620-637 1967.
14. SALAS, S. Una bromeliácea costarricense polinizada por murciélagos. *Brenesia* N° 2: 5-10 1973
15. ————. Análisis del sistema de polinización de *Inga vera* subespecie *spuria*. Tesis, Licenciatura en Biología, San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica. 1974. 97 p.
16. STILES, F. G. Ecology, flowering phenology and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *Ecology* 56(2):285-301 1975
17. VARGAS, O. y TORRES, J. A. Estudio preliminar de suelos de la región occidental de la Meseta Central. Ministerio de Agricultura e Industrias, Costa Rica, Boletín Técnico N° 22 1958. 64 p.