

Evaluación de la fenología de la *Cinchona officinalis* L. en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba-I Etapa.

Evaluation of the phenology of *Cinchona officinalis* L. in the Buffer Zone of the Protected Forest of Pagaibamba - I Stage.

Miguel Ángel Villar Cabeza¹; Fátima Elizabeth Marcelo Bazán²; Juan Rodrigo Baselly Villanueva²

RESUMEN

Los estudios fenológicos son muy importantes para entender la ecología de las plantas y bosques, pues permiten determinar los patrones de fenómenos fisiológicos que ocurren cíclicamente en los vegetales y como se relacionan con factores climáticos. En la actualidad existen muy pocos estudios en este tema y menor es aún la información existente para especies nativas en el Perú. Los bosques de todo el mundo están sufriendo una gran presión por la deforestación, como es el caso de los Bosques húmedos de montaña donde está *Cinchona officinalis* L. En el presente artículo se evaluó la fenología de la Quina por un periodo de un año en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba. Determinándose que la Quina es una especie perenifolia y que los posibles meses para la colecta de semillas es en septiembre y noviembre.

Palabras claves: *Cinchona officinalis* L., fenología, Bosques húmedos.

ABSTRACT

Phenological studies are very important to understand the ecology of plants and forests, because they allow to determine the patterns of physiological phenomena that occur cyclically in vegetables and how they relate to climatic factors. At present there are very few studies on this subject and even less is the existing information for native species in Peru. Forests around the world are suffering great pressure due to deforestation, as is the case of the humid mountain forests where *Cinchona officinalis* L. is located. In this article the Quina phenology was evaluated for a period of one year in the Buffer Zone of the Pagaibamba Protection Forest. Determining that the Quina is a perenifolia species and that the possible months for the collection of seeds is in September and November.

Keywords: *Cinchona officinalis* L., phenology, Humid forests.

¹Responsable del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

²Equipo de investigación del Proyecto Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

INTRODUCCIÓN

La fenología es el estudio de las fases o actividades periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año en función a factores meteorológicos (Mantovani *et al.* 2003; Ramirez y Alvarez 2000). Entre los parámetros meteorológicos que influyen en las fases son las horas de brillo solar, la humedad relativa, la temperatura y la precipitación; siendo éstas dos últimas las principales variables estudiadas en la fenología tropical (Vílchez y Rocha 2004).

Los datos fenológicos son muy importantes para realizar estudios ecológicos de las plantas y de los bosques en general. Esta información es de mucha utilidad para el manejo del recurso forestal en los diversos tipos de formaciones, bosque naturales o plantaciones (Mostacedo y Fredericksen 2000). En el campo de la silvicultura las observaciones fenológicas permiten prever características para el desarrollo de un adecuado plan de ordenamiento (Fournier 1974), como es el caso del conocimiento de las épocas de floración y fructificación que permite establecer las épocas más adecuadas para la recolección de semillas (Urrego y Del Valle 2001).

Los fenómenos periódicos que presentan las plantas y su relación con las condiciones ambientales se denominan etapas fenológicas y están comprendidas de fenofases. Estas manifestaciones externas se producen en los vegetales, con algunas variaciones, año tras año y con algunas variaciones (Gastiazoro, citado por Alvarado y Encalada 2010).

Dentro de la familia Rubiaceae, el género *Cinchona* conocido como Quina, resalta por presentar individuos con valor medicinal, teniendo una distribución neotropical con cerca de 23 especies distribuidas desde Costa Rica hasta el sur de Bolivia (Mendoza *et al.* 2004). El árbol de la Quina, se popularizó mundialmente por su uso antimalárico y las propiedades febrífugas que tiene su corteza. Actualmente, las especies del género están catalogadas en vía de extinción o se encuentran en las listas de especies amenazadas (Jaramillo, citado por Mesa *et al.* 2013; Anda 2002). En el Perú se tienen reportadas 17 especies, siendo la *Cinchona officinalis* L. la que presenta mayor distribución, encontrándose en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Piura, Lambayeque, San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Madre de Dios y Puno, entre los 1 000 y 3 150 msnm (Zevallos 1989); y se desarrolla en los Bosques húmedos de montaña, los cuales están siendo amenazados por la rápida colonización en su relativamente escasa extensión forestal (Torres 2013, MINAM 2014).

En los últimos años los estudios fenológicos han aumentado, pero todavía son pocos (Augspurger 1981), y aún menores el número de investigaciones en especies nativas de Bosque húmedos. En el presente artículo se busca generar información fenológica de la *Cinchona officinalis* L., realizándose evaluaciones en áreas pertenecientes a los Centros Poblados de Paraguay y San Luis, donde se ubica el área de estudio del proyecto de investigación: **Estudio Silvicultural de la Quina "*Cinchona officinalis* L.", en el distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.**

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del área de investigación

La investigación se desarrolló en áreas pertenecientes a los Centros Poblados de Paraguay y San Luis del distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca – Perú; entre las coordenadas UTM 9293833 -9295546 Norte y 713301 - 715016 Este de la proyección WGS 84-Zona 17S, y con un rango altitudinal entre 2448 y 2709 msnm, específicamente en la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba. La Zona de vida correspondiente al C.P. San Luis es el bosque húmedo – Montano Bajo Tropical y para el C.P. Paraguay es el bosque húmedo – Montano Tropical (ZEE, 2016). Las condiciones climáticas del área en estudio son de una precipitación anual de 520 mm, temperatura promedio de 13 a 15 °C (ANA 2018, NASA 2018), mínima de 9 °C y máxima de 21 °C; y humedad relativa promedio de 80 %.

Metodología

Se seleccionaron individuos de Quina al azar teniendo en cuenta criterios como buen estado fitosanitario, arquitectura del árbol, tipo de fuste, copa densa, que estén comprendidos entre fustales y maduros (estando en la edad fisiológica de reproducción). Instalándose 8 parcelas circulares de 12.5 metros de radio que se encontraron en áreas boscosas no intervenidas e intervenidas y se seleccionando además 10 árboles referenciales ubicados en áreas agropecuarias; evaluándose en total 22 individuos, siendo un número superior a lo recomendado por otros autores (Fournier y Charpentier 1975). Cada unidad de evaluación (árbol y parcela) fue codificada y georreferenciada, su ubicación se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Ubicación de árboles y parcelas de evaluación fenológica.

Fuente de información	Departamento/ Provincia / Distrito / C.P	Código	Coordenadas UTM 17S – WGS 84		Altitud msnm
			Norte	Norte	
Árboles referenciales	Cajamarca/ Chota/ Querocoto / C.P. San Luis	1	9294279	713487	2495
		2	9295420	714795	2474
		3	9295372	714790	2489
		4	9295382	714757	2496
		5	9295391	714764	2498
		6	9295459	714737	2506
		7	9295800	715069	2614
		8	9295853	715067	2620
		9	9295851	715101	2585
		10	9295872	714937	2709
Parcela fenológica	Cajamarca/ Chota/ Querocoto / C.P. Paraguay	1	9294280	713411	2451
		2	9294079	713355	2471
		3	9294088	713322	2448
		4	9294024	713381	2458
		5	9294126	713355	2474
		6	9293894	713425	2639
		7	9293833	713391	2597
		8	9293854	713301	2582

Las evaluaciones se realizaron de forma mensual entre el periodo de junio de 2016 a mayo de 2017, para lo cual se agencio de binoculares y formatos de evaluación. Los aspectos fenológicos evaluados fueron 3 etapas fenológicas y 8 fenofases identificadas para la especie en estudio, *Tabla 2*. La metodología usada en la evaluación fue la propuesta por Mostacedo y Frederickson (2000), donde los valores fenológicos son los siguientes: 0= 0%, 1= 1-15%, 2= 15-80%, 3= 80 - 100%; cuando hay ausencia de la fenofase el valor es 0 y va aumentando conforme su expresión aumenta, hasta llegar a 3 cuando la fenofase está en su punto máximo.

Tabla 2. Etapas fenológicas y fenofases de la *Cinchona officinalis* L.

Etapas fenológicas	Fenofase
Foliación	Nuevas
	Maduras
	Defoliación
Floración	Inicio
	Pico
Fructificación	Inmaduro
	Maduro
	Dehiscente.

RESULTADO

Después de un año de evaluación fenológica a los individuos de Quina se observó que la tendencia de las fenofases entre los árboles referenciales ubicados en áreas agropecuarias y los árboles en las parcelas fenológicas ubicados en áreas boscosas fue la misma como se puede observar en la *Figura 1*, realizándose el análisis de forma general.

Los promedios por cada fenofase se tienen en la *Tabla 3*, con lo cual se generó los gráficos de tendencia por etapa, *Figura 2*. La etapa fenológica de foliación estuvo siempre presente, teniendo la formación de hojas su mayor expresión en agosto, la maduración de hojas entre octubre y la defoliación fue constante (*Figura 2-a*). La etapa fenológica de floración sólo estuvo presente en algunos meses, la mayor expresión de la fenofase inicio fue registrada en enero y de pico fue en junio (*Figura 2-b*). La etapa fenológica de fructificación igualmente no estuvo presente en todos los meses, presentándose la mayor expresión de la fenofase fruto inmaduro en julio, de maduro en septiembre y de dehiscente en octubre (*Figura 2-c*).

Tabla 3. Valores fenológicos promedios de los individuos de quina evaluados.

Fenofases de etapas fenológicas	Fecha de evaluación											
	2016						2017					
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Hojas nuevas	0.7	1.6	1.9	1.7	1.1	1.4	1.7	0.3	0.4	0.5	0.7	1.6
Hojas maduras	2.5	2.0	2.5	2.5	3.0	2.4	1.8	1.8	2.1	2.5	2.5	2.0
Defoliación	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
Inicio de floración	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	1.6	1.0	0.4	0.7	0.2
Pico de floración	2.0	1.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.2	1.2	1.4
Fruto inmaduro	2.0	2.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8
Fruto maduro	0.0	0.0	0.6	1.8	1.6	0.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fruto dehiscente	0.0	0.0	0.9	2.2	2.6	1.9	1.3	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0

Figura 1. Tendencia de fenofases por unidad muestral.

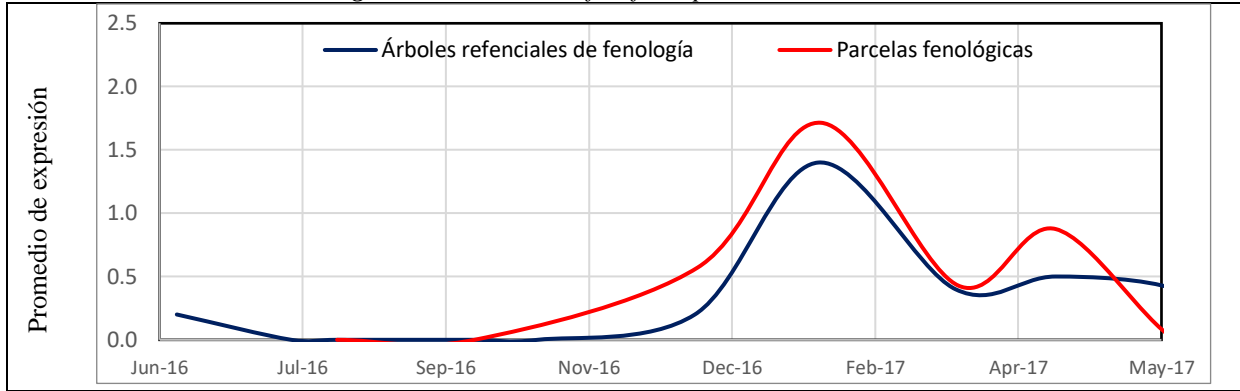
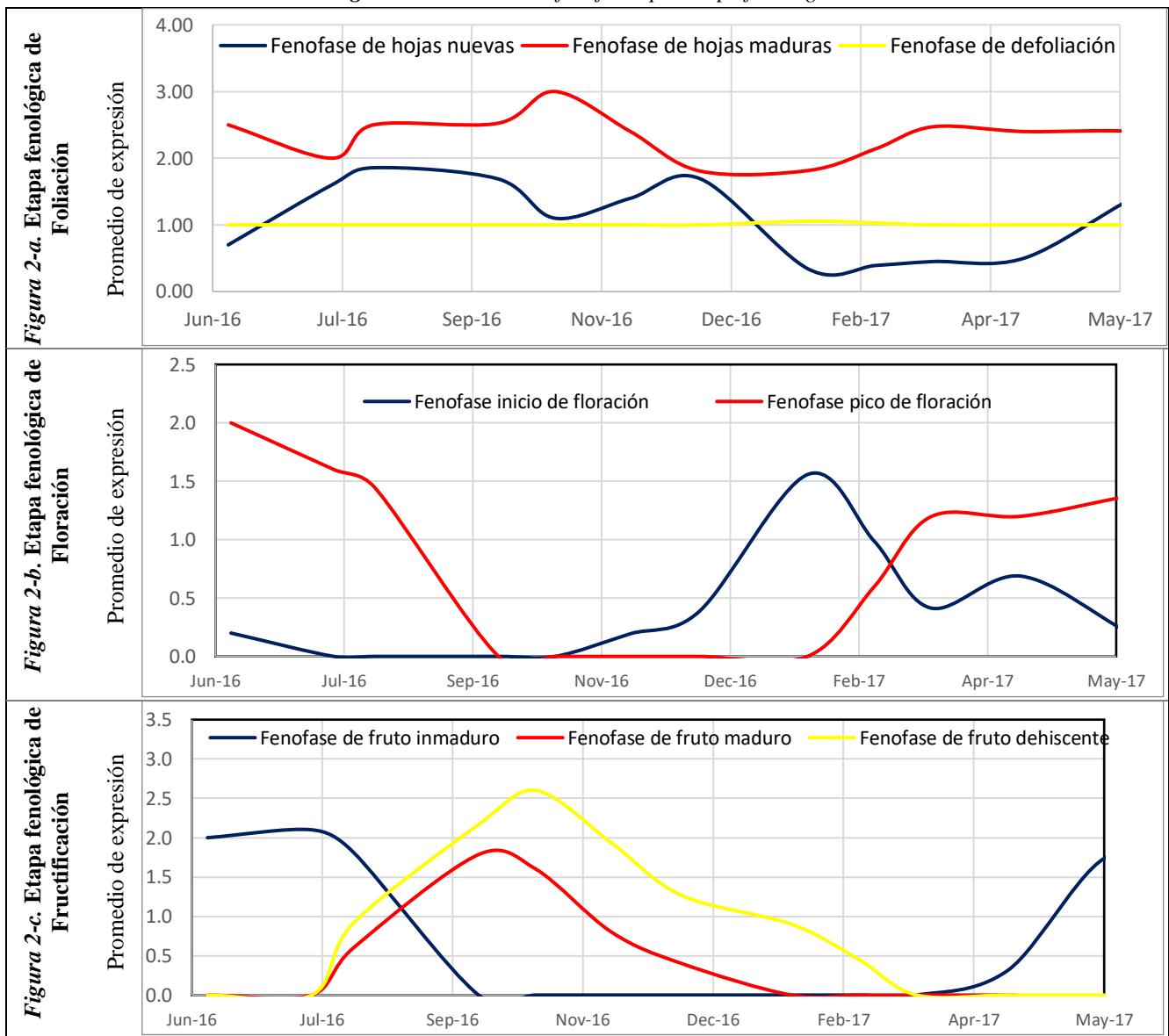


Figura 2. Tendencia de fenofases por etapa fenológica.



DISCUSIÓN

Si bien las investigaciones referentes a la fenología de las especies requieren un período de observación considerable, de tal manera a contar con resultados viables (Da Ponte 2013), en el presente artículo se utilizó datos de un año, siendo los resultados sólo una referencia de la fenología para la Quina. Según estudio realizado por Bencke y Morellato (2002), determinaron que poblaciones en tipos de composiciones florísticas diferentes, pero sujetas a las mismas condiciones climáticas mantienen en general el mismo comportamiento fenológico; esto fue comprobado en el presente estudio pues los árboles ubicados en áreas agrícolas y boscosas tuvieron las mismas tendencias fenológicas, estos resultados pueden ser iguales a futuros estudios en donde los individuos de Quina tengan las mismas características climáticas. En la actualidad existe un estudio fenológico de la *Cinchona officinalis* L., el cual fue realizado en Ecuador por Gonzana y Moncayo (2012), donde obtuvieron tendencias fenológicas diferentes a las obtenidas en el presente trabajo, pudiéndose deberse a la diferencia climática existente a causa de la altitud, latitud y longitud entre las dos áreas donde se realizaron las evaluaciones.

Villasana y Suárez (1997) estudiaron un conjunto de especies, las cuales siempre presentaron sus copas con hojas, determinándose que eran especies siempre verde o perenifolia. De igual manera la Quina es perenifolia pues siempre presentó hojas, ya que a lo largo de las evaluaciones siempre se encontró individuos con hojas nuevas y/o maduras; así como en defoliación; pudiéndose determinar que la defoliación de esta especie no tiene una relación directa con las precipitaciones, pues estuvo siempre presente en periodos secos y húmedos, pero sí en el periodo de desarrollo de cada fenofase.

Las frecuencias de floración y fructificación pueden ser clasificadas de acuerdo con el sistema de Newstrom *et al.* (1994), que es el siguiente:

- Continuo: Presencia de la fenofase a lo largo del año, puede haber algunos intervalos cortos con ausencia.
- Subanual: Presencia de más de un ciclo de fenofase durante el año.
- Anual: Ciclo en que la fenofase ocurre durante algunos meses seguidos por un periodo con su ausencia.
- Supra-anual: La fenofase ocurre en intervalos superiores a un año.

Basándose en la clasificación anterior las fenofases de la Quina de floración y fructificación son anuales.

CONCLUSIÓN

Al igual que muchas otras especies las expresiones fenológicas de la *Cinchona officinalis* L., están en función a los factores climáticos donde se encuentran los individuos. La Quina es una especie perenifolia, pues la formación, maduración y defoliación de hojas es continuo a lo largo de los meses. Los posibles meses para recolectar muestras botánicas donde hay presencia de inflorescencias es entre marzo y mayo; y para colecta de semillas viables con fines de manejo es en septiembre y noviembre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, C; Encalada, D. 2010. Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales nativas en Bosque tropical montano, potenciales para reforestación en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ing Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador.88pp.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, Perú). 2018. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos Módulo para el Monitoreo del Fenómeno El Niño. Lima. (en línea, base de datos). Consultada 7 sept 2018. Disponible en http://snirh.ana.gob.pe/fen/EFEN_Visor.aspx.
- Augspurger, CK. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62:775-788.
- Bencke C, CS; Morellato C, LP. 2002. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 25 (2): 237-248.
- Da Ponte C, GG. 2013. Observaciones preliminares de floración y fructificación de las especies *aspidospermatomentosum* Mart., *Qualea grandiflora* Mart. y *Vochysia tucanorum* del cerrado en la Reserva natural del Bosque Mbaracayú. *Rojasiana*. 12 (1-2): 91-104.
- Fournier LA. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- Fournier, L; Charpantier, C. 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.
- Gonzana G, LE; Moncayo N, MS. 2012. Fenología, producción de hojarasca y ensayos de germinación de las principales especies nativas del bosque protector “El Bosque” Parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja. Tesis Ing For. Loja. EC. 117 p.
- Mantovani, M; Ruschel, AR; Dos Reis S, M; Puchalski, A; Onofre N, R. 2003. Fenología reproductiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Árvore* 27: 451-458.
- Mendoza, H; Ramírez P, BR; Jiménez, LC. 2004. Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 351 p.
- Mesa V, AM; Quinto Q, A; Blair, T. 2013. Cuantificación de quinina en extractos de *Cinchona pubescens* y evaluación de la actividad antiplasmodial y citotóxica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. 12(6): 592-602.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, Perú). 2014. Perú, reino de bosques. Lima, Perú. 303 p.
- Mostacedo, B; Fredericksenm T. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, BO. 92 p.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration, Estados Unidos). 2018. Giovanni. Estados Unidos. (en línea, base de datos). Consultada 10 sept 2018. Disponible en <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>.

- Newstrom, LE; Frankie, GW; Baker, HG. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotrópica*, 26(2): 141-159.
- Ramirez, JA; Alvarez RR. 2000. Estudio fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical de Honduras. ESNACIFOR. Lancetilla, hn. 44 p.
- Torres, F. 2013. Etnobotánica y sustancias bioactivas de las principales especies no maderables con potencial económico de los bosques de neblina del norte del Perú. Lima, Perú, CIPCA. 9 p.
- Urrego, LE; Del Valle, JI. 2001. Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (guandales) del pacífico sur colombiano. *Interciencia*. 26(4):150-156.
- Vílchez, B; Rocha, O. 2004. Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Kurú: Rev. For.* 1: 1-14.
- Villasana A, RA; Suárez G, A. 1997. Estudio fenológico de dieciséis especies forestales presentes en la reserva forestal Imataca Estado Bolívar – Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*. 41(1):13- 21.
- Zevallos P, PA. 1989. Taxonomía, Distribución Geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. 75.