

Evaluación de la fenología de la *Cinchona officinalis* L. en la zona de amortiguamiento del bosque de protección de Pagaibamba

Evaluation of the phenology of *Cinchona officinalis* L. in the buffer zone of the protected forest of Pagaibamba

Fátima E. Marcelo-Bazán^{1,a,*}, Juan R. Baselly-Villanueva^{1,b}

¹ Estación Experimental Agraria Baños del Inca, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Cajamarca, Perú.

^a Ing., ✉ bk.fatimamarcelo@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0002-6340-3670>

^b Ing., ✉ jrbaselly@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0001-7795-7925>

* Autor de Correspondencia: Tel. +51 986123238

<http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20224.879>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>
revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 11 de julio 2022

Aprobación: 08 de septiembre 2022

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0
International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la fenología de la *Cinchona officinalis* L. en la zona de amortiguamiento del bosque de protección de Pagaibamba. Para lo cual se seleccionaron individuos de quina teniendo en cuenta criterios básicos de selección. Se instalaron ocho parcelas circulares de 12.5 m de radio y se seleccionó 10 árboles referenciales ubicados en áreas agropecuarias, evaluándose en total 22 individuos. Las evaluaciones se realizaron de forma mensual entre el periodo de junio de 2016 a mayo de 2017. Los resultados encontrados mostraron que la tendencia de las fenofases entre los árboles referenciales ubicados en áreas agropecuarias y los árboles en las parcelas fenológicas ubicadas en áreas boscosas fue la misma, en la etapa fenológica de foliación se encontró la máxima formación de hojas durante el mes de agosto y su maduración en octubre, mientras que la defoliación fue constante. La etapa fenológica de floración inició en enero y alcanzó el pico en junio. La etapa fenológica de fructificación se presentó en julio y maduró en septiembre llegando a la etapa dehiscente en octubre.

La quina es una especie perenifolia y que los posibles meses para la colecta de semillas es de septiembre a noviembre.

Palabras claves: bosques húmedos; defoliación; dehiscente; fenofases; perenifolia.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the phenology of *Cinchona officinalis* L. in the buffer zone of the Pagaibamba protection forest. For which cinchona individuals were selected taking into account basic selection criteria. Eight circular plots of 12.5 m radius were installed and 10 reference trees located in agricultural areas were selected, evaluating a total of 22 individuals. The evaluations were carried out on a monthly basis between the period of June 2016 to May 2017. The results found show that the trend of phenophases between the reference trees located in agricultural areas and the trees in the phenological plots located in wooded areas was the same, in the phenological stage of foliation, the maximum formation of leaves was found in August, the maturation of leaves between October and defoliation was constant. The phenological stage of flowering began in January and reached its peak in June. The phenological stage of immature fruit fruiting occurred in July, ripe in September and dehiscent in October. The cinchona is an evergreen species and the possible months for the collection of seeds is from September to November.

Keywords: humid forests; defoliation; dehiscent; phenophases; evergreen.

1. 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 el tiempo más adecuado 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 año tras año con algunas variaciones (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 (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 relativa escasa extensión forestal (Torres, 2013; MINAM, 2014).

En los últimos años los estudios fenológicos han aumentado, pero todavía son pocos (Augspurger 1981), y aún menos es el número de investigaciones en especies nativas de bosques húmedos. El objetivo principal del artículo fue realizar la evaluación de la fenología de la *Cinchona officinalis* L. en la zona de amortiguamiento del bosque de protección de Pagaibamba.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Lugar de estudio

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 (Figura 1), con un rango altitudinal entre 2448 y 2709 msnm, específicamente al sur este de la zona de amortiguamiento del bosque de protección de Pagaibamba. La Zona de vida correspondiente al centro poblado de San Luis es el bosque húmedo – Montano Bajo Tropical y para el centro poblado Paraguay es el bosque húmedo – Montano Tropical (ZEE, 2016). Las condiciones climáticas del área en estudio son de una precipitación anual de 1061 mm, temperatura promedio de 13.7 °C, mínima de 7.8 °C y máxima de 19.6 °C (Fick y Hijmans, 2017).

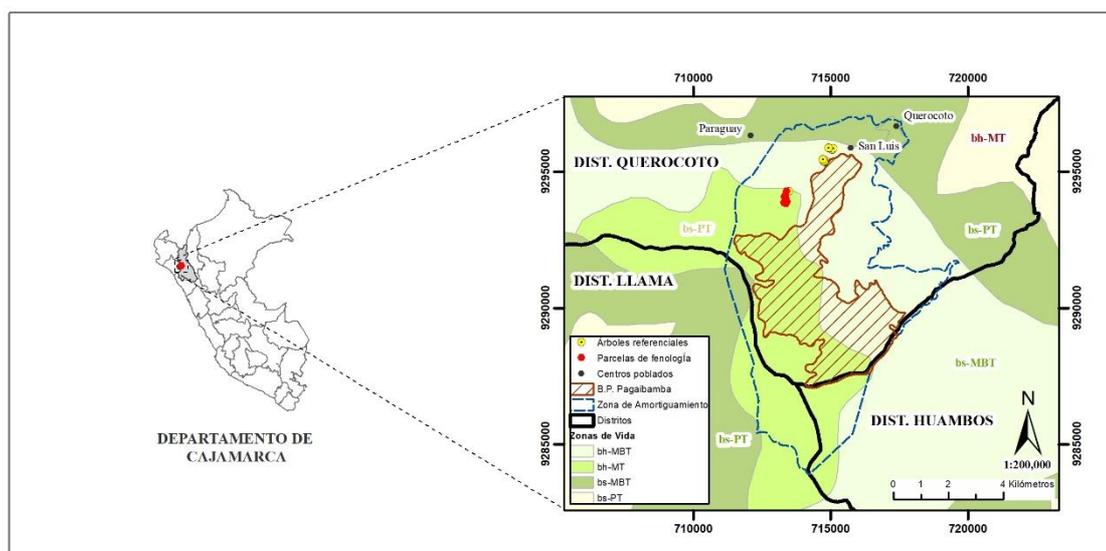


Figura 1. Ubicación del experimento.

2.2. Metodología

Se seleccionaron individuos de quina al azar teniendo en cuenta criterios como buen estado fitosanitario, arquitectura del árbol, tipo de fuste, copa densa y 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 seleccionó además 10 árboles referenciales ubicados en áreas agropecuarias, evaluándose en total 22 individuos, siendo un número superior a lo recomendado por Fournier y Charpantier (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 m.s.n.m.
			Norte	Este	
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

C.P.: Centro poblado

Las evaluaciones se realizaron de forma mensual entre el periodo de junio de 2016 a mayo de 2017, para lo cual nos agenciamos de binoculares y formatos de evaluación. Los aspectos evaluados se realizaron en 3 etapas fenológicas y 8 fenofases, tal como se muestra en el estudio (Tabla 2). La metodología usada en la evaluación fue la propuesta por Mostacedo y

Fredericksenm (2000), cuyos valores fenológicos propuestos 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 en la que 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

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 2, realizándose el análisis de forma general.

Los promedios por cada fenofase se tienen en la Tabla 3, la cual generó los gráficos de tendencia por etapa. 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 3). La etapa fenológica de floración sólo estuvo presente en algunos meses, la mayor expresión de la fenofase de inicio fue registrada en enero y alcanzó el pico en junio (Figura 4). La etapa fenológica de fructificación igualmente no estuvo presente en todos los meses, evidenciándose la mayor expresión de la fenofase fruto inmaduro en julio, maduro en septiembre y dehiscente en octubre (Figura 5).

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

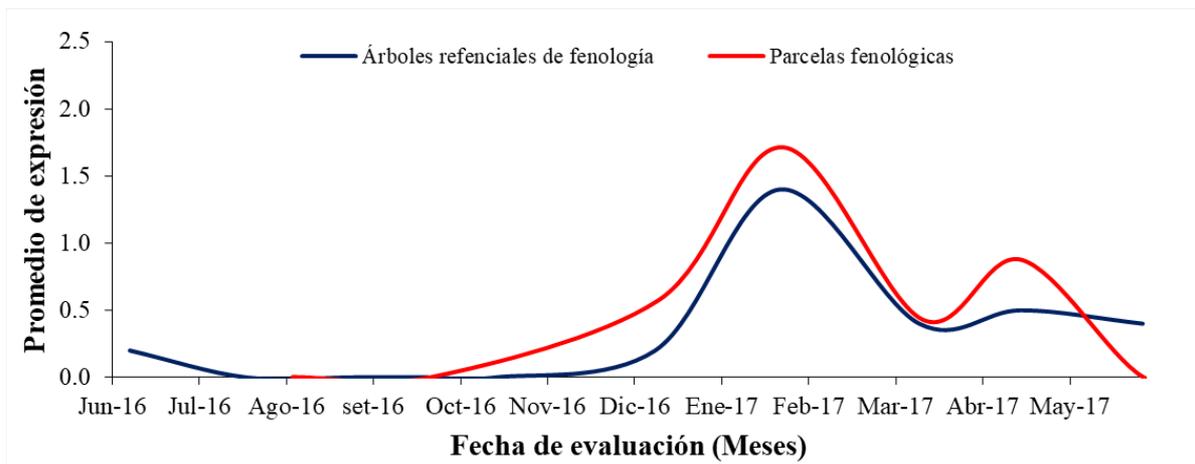


Figura 2. Tendencia de fenofases por unidad muestral, inicio de floración.

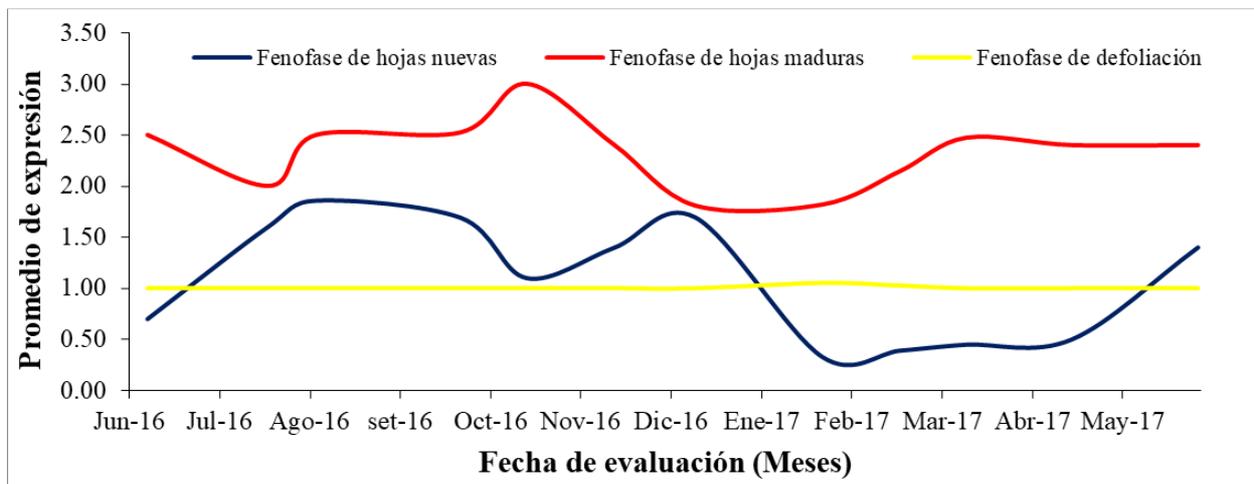


Figura 3. Etapa fenológica de Foliación.

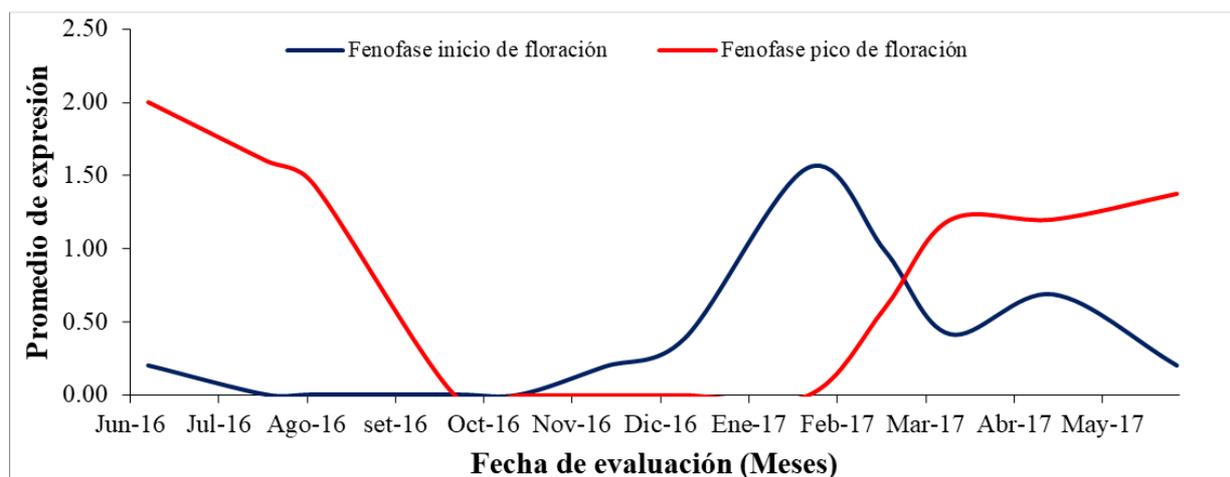


Figura 4. Etapa fenológica de floración.

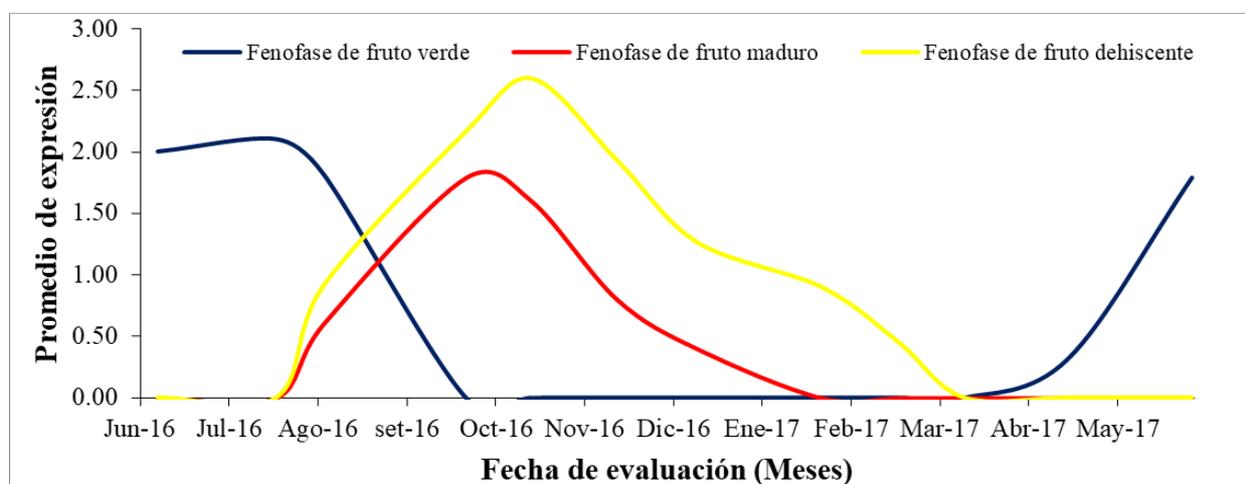


Figura 5. Etapa fenológica de fructificación.

Si bien las investigaciones referentes a la fenología de las especies requieren un período de observación considerable, para contar con resultados viables (Da Ponte, 2013), por lo que en el presente artículo se utilizó datos recogidos durante un año, obteniendo resultados sólo en una referencia de la fenología para la quina. 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. Gonzana y Moncayo (2012), realizaron un estudio de fenología en Ecuador donde reportaron tendencias fenológicas diferentes a las obtenidas en el presente trabajo, pudiéndose deberse a las variaciones climáticas existentes 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 presentaron

hojas en la copa a lo largo del año, 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 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 presente en periodos secos y húmedos, pero sí en el desarrollo de cada fenofase.

Las frecuencias de floración y fructificación pueden ser clasificadas de acuerdo con el sistema de Newstrom *et al.* (1994), como continuo, refiriéndose a la presencia de la fenofase a lo largo del año, puede haber algunos intervalos cortos con ausencia. Subanual referido a la presencia de más de un ciclo de fenofase durante el año. Anual es el ciclo en que la fenofase ocurre durante algunos meses seguidos por un periodo con su ausencia. Supra-anual a la fenofase que ocurre en intervalos superiores a un año. Basándose en la clasificación anterior las fenofases de la quina de floración y fructificación es anual.

4. CONCLUSIONES

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 a noviembre.

Declaración de intereses

Ninguna.

Referencias

- 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 grado. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador. 88pp.
- Augsburger, C.K. (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.S. & Morellato L.P. (2002). Estudio 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, G.G. (2013). Observaciones preliminares de floración y fructificación de las especies *Aspidosperma tomentosum* Mart., *Qualea grandiflora* Mart. y *Vochysia tucanorum* del cerrado en la Reserva natural del Bosque Mbaracayú. *Rojasiana*. 12 (1-2): 91-104.
- Fick, S.E. & Hijmans, R.J. (2017). WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
- 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.
- Fournier, L.A. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.
- Gonzana, L.E. & Moncayo, M.S. (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, A.R., Dos Reis, M., Puchalski, A. & Onofre, N.R. (2003). Fenología reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Árvore* 27: 451-458.
- Mendoza, H., Ramírez, B.R. & Jiménez, L.C. (2004). Rubiaceae de Colombia: Guía ilustrada de géneros. Bogotá, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. 351 p.

- Mesa, A.M., 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.
- Newstrom, L.E., Frankie, G.W. & Baker, H.G. (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.
- Ramírez, J.A. & Álvarez, R.R. (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, L.E. & Del Valle, J.I. (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, R.A. & 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.A. (1989). Taxonomía, Distribución Geográfica y status del género *Cinchona* en el Perú. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria la Molina. 75.