

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA  
VICERRECTORÍA ACADÉMICA  
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON ÉNFASIS EN  
BIODIVERSIDAD

**Fenología reproductiva de *Valeriana prionophylla* (Valerianaceae) y un  
caso de herbivoría en el páramos de Costa Rica**

Tesis presentada al Tribunal Examinador del Programa de Maestría de Manejo  
de Recursos Naturales de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales para  
optar por el grado de *Magister Scientiae* con énfasis en Gestión de la  
Biodiversidad

Agustín Contreras Arias

Director de tesis: Víctor Hugo Méndez Estrada [vmendez@uned.ac.cr](mailto:vmendez@uned.ac.cr)

Lector de tesis: Luis Diego Alfaro [alfaroalvarado@gmail.com](mailto:alfaroalvarado@gmail.com)

Lector de tesis: Fabián Pacheco [bloqueverde@gmail.com](mailto:bloqueverde@gmail.com)

San José, Costa Rica

Mayo, 2013

**TRIBUNAL EXAMINADOR**

Este proyecto de Graduación ha sido aceptado y aprobado en su forma presente por el Tribunal Examinador del Programa de Maestría en Manejo y Protección de los Recursos Naturales del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad Estatal a Distancia, como requisito parcial para optar por el grado de Magister Scientiae en Manejo y Protección de los Recursos Naturales con énfasis en Gestión de la Biodiversidad.

---

Víctor Fallas Araya, Phd.  
Representante  
Director del Sistema de Estudios de Postgrado

---

Héctor Miguel Brenes Soto, M.sc.  
Representante  
Director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales

---

Zaidett Barrientos Llosa, M. Sc.  
Coordinadora  
Programa de Maestría en Manejo de los Recursos Naturales

---

Víctor Hugo Méndez Estrada, M.Sc.  
Director de Tesis

---

Luis Diego Alfaro Alvarado, M.Sc.  
Lector de tesis

---

Fabián Pacheco Rodríguez, Ph.D  
Lector de tesis

**Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi Maestro, Cristo Jesús, a mi Madre María Teresa Arias Sandoval a mi Padre Agustín Contreras Gazo, mi esposa Satya Seelye Smith, a mis hijos Manu Macgarrity Contreras Ball, Uran Darien Contreras Seelye, Luna Luz Contreras Seelye y mis futuras generaciones

## **Agradecimientos**

En primer lugar gracias a DIOS, porque desde el momento que inicie esta carrera estuvo presente, en las lecciones, en la giras, en el trabajo de campo de mi tesis, permitiendo que saliera de mi hogar y regresara sano de nuevo. Pero sobre todo porque él puso a los ángeles de carne y hueso en mi camino para finalizar esta meta terrenal y estos ángeles son mencionados a continuación.

Son muchas las personas que debería agradecer al haber alcanzado esta meta final. Agradezco a la familia Seelye por abrir su hogar mes a mes y aportar un lugar de refugio y alimentación en su albergue las Vueltas. A Xana Clegg, Pauline Clegg por haber creído en mi y darme tiempo en su proyecto de vida para trabajar y desarrollar esta investigación a Maribel Zúñiga por su apoyo en la confección de las figuras, al Instituto Meteorológico Nacional en especial a Max Mena y Cristina Araya al suministrar información para complementar y enriquecer la tesis.

En la inspiración del tema agradezco a mi gran amigo Luis Jorge Poveda por caminar conmigo una tarde en los bosques del Rodeo concluyendo que mi tema seria la *Valeriana*. A mis lectores Luis Diego Alfaro y Fabian Pacheco por aportar y dirigirme con paciencia y profesionalismo y muy especial a mi director de tesis y nuevo amigo don Víctor Hugo Méndez Estrada que tuvo la iluminación y la humanidad de ser mi guía paso a paso, letra a letra de este documento y que sin él este trabajo hubiera quedado en el limbo de mi ignorancia como escritor.

Dichosos los que reconocen su necesidad espiritual, pues el reino de Dios les pertenece. San Mateo 5:1

## ÍNDICE

Resumen	6
Abstract	6
Dedicatoria	3
Agradecimiento	4
Marco teórico	7
1.1 Uso medicinal de las plantas	7
1.2 La Biodiversidad de las plantas medicinales y su importancia	9
1.3 La necesidad de hacer manejo de los Productos forestales no maderables del bosque	11
1.4 El papel de la etnobotánica en el desarrollo de fitofármacos	12
1.5. La familia Valerianaceae	14
1.5.1 Importancia medicinal del género <i>Valeriana</i>	14
1.5.2 <i>Valeriana prionophylla</i> Standl	16
1.5.3 Localización de <i>Valeriana prionophylla</i> en Costa Rica	16
1.6 La ecología y su importancia para el estudio de la <i>Valeriana prionophylla</i>	17
1.6.1 Aspectos ecológicos	17
1.6.2 Fenología	17
 Introducción	 19
Objetivos	21
Metodología	21
Resultados	23
Discusión	27
Referencias	31
Conclusiones y recomendaciones	31
Anexos	40
 Índice de cuadros	
 Cuadro 1. Correlación de las fenofases de <i>V. prionophylla</i> con la temperatura y la precipitación n= ocho cuadrículas	  25
 Índice de figuras	

- Figura 1. Porcentaje de fenofases de *V. prionophylla* observadas  
En el cerro de la Muerte, Costa Rica, diciembre 2010 a Diciembre  
2012 A. con ramoneo B. sin ramoneo 23
- Figura 2. Temperatura (A) y precipitación (B) promedio mensual  
reportados en el hábitat de crecimiento de *V. prionophylla*  
cerro de la Muerte, Costa Rica, diciembre 2010 a diciembre 2012 24
- Figura 3. Heces de *Mazama americana* en la zona de estudio de  
*V. prionophylla* a 3332 msnm 25

## Fenología de *Valeriana prionophylla* (Valerianaceae) y el efecto de la herbivoría en páramos de Costa Rica

**Agustin Gerardo Contreras Arias**

Maestría en Manejo de Recursos Naturales, UNED. etnoarias@gmail.com

### RESUMEN

*Valeriana prionophylla* Standl (Valerianaceae) es una planta de uso medicinal, utilizada principalmente para tratar afecciones respiratorias y nerviosas. En Costa Rica, habita entre los 2800 a 3700 msnm, en el Área de Conservación Pacífico Central y Área de Conservación la Amistad Pacífica. Dada su importancia medicinal, se plantea analizar la herbivoría y sincronía que se observa entre los estados fenológicos en las poblaciones silvestres. Se establecieron tres parcelas de 88 m<sup>2</sup> y entre diciembre de 2010 y septiembre de 2012 se estudiaron los elementos fenológicos asociados con su crecimiento y distribución. Se encontró que presenta entre mayo y septiembre un comportamiento fenológico de sincronía baja entre las fenofases: tubo floral, botón floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla y que sufrió ramoneo por *Mazama americana* lo que provocó alteración en su fenología. Según la prueba estadística de Spearman se determinó que existe correlación positiva entre varias de sus fenofases especialmente con la precipitación. La aparición de la primera etapa fenológica, tubo floral, coincide con el inicio del periodo lluvioso de la zona. Cabe destacar que solo tiene un periodo fenológico durante el año.

**PALABRAS CLAVE:** *Valeriana prionophylla*, fenología, fenofases, plantas medicinales, Costa Rica, sincronía, *Mazama*, herbivoría

### ABSTRACT

*Valeriana prionophylla* Standl (Valerianaceae) is a medicinal plant used primarily to treat nervous disorders and respiratory problems. In Costa Rica it is found at 2800-3700 meters over sea level in the Central Pacific Conservation Area and at the "Amistad Pacifica" Conservation Areas as well. Due to its medicinal importance, there have been various analysis done regarding its phenological aspects in wild populations. Two plots of 88 m<sup>2</sup> were observed, and from December 2010 to September 2012 the phenological elements associated with their growth and spread were studied. It was found that between May and September an asynchronous phenological behavior took

place between plants and phenophases : floral tube, flower bud, unfertilized flowers, fertilized flowers and seeds.

According to Spearman's statistics test it was determined that there is a positive correlation between several phenological phases, with temperature and precipitation.

The appearance of the first phenological stage, floral tube, matches with the beginning of the rainy season in the area. Its important to emphasize that it only has one phenological period during the year.

## KEY WORDS

*Valeriana prionophylla*, phenological, phenophase, medicinal plants, Costa Rica, sincronía, *Mazama americana*, herbivory

## 1. MARCO TEÓRICO

Los seres humanos han utilizado los recursos naturales desde hace miles de años. Conforme ha adquirido conocimiento de su entorno, encuentran que las posibilidades de recursos para alimento y medicina están presentes en ellos y lo que limita su utilización es la falta de conocimiento de su contenido y su manipulación. (Gallardo, 2004). Las plantas son un recurso natural que el ser humano ha desarrollado y forman parte de su vida cotidiana para solventar múltiples necesidades como la alimentación y la salud (Beyra, s.f.). Un caso específico es el de Alemania, donde el porcentaje de la población que utiliza medicamentos fitoterapéuticos ha experimentado un aumento de un 4% en 1970 a un 92% en 1997 (Cañigüeral *et al.*, 2003). Costa Rica también se ubica, a través de su historia, en la categoría de países en desarrollo que usa, manipula y consume medicamentos tradicionales que tienen como materia prima los derivados de plantas (Nigenda, 2000).

### 1.1 Uso medicinal de las plantas

Antes de iniciar una discusión teórica acerca del uso de las plantas con valor medicinal, es preciso tener claro que se entiende por planta medicinal; al respecto, la OMS desde 1979 la define "como cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos (Bermúdez *et al.*,



2005). Estos principios son reconocidos por más del 80% de la población mundial de los países en desarrollo, que recurren a medicamentos tradicionales que tienen como materia prima algún derivado vegetal (OMS/UICN/WWF 1993; Bermúdez *et al.*, 2005).

Según la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN), millones de personas, que constituyen entre el 75% y el 90% de la población rural del mundo, basan su salud en la utilización de plantas medicinales, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido que no es posible ni deseable, al menos en este siglo, sustituir las hierbas medicinales por medicamentos occidentales (Chapingo, 1994).

La importancia medicinal atribuida a las plantas ha propiciado que se realicen estudios para su manejo y conservación. Desde 1978 se han identificado 20 000 especies de plantas medicinales (Chapingo, 1994) y, un estudio realizado por las Naciones Unidas estima que en 1994 el comercio de plantas medicinales alcanzó los 550 millones de dólares (Chapingo, 1994).

Esos estudios han demostrado que la mitad de las drogas utilizadas en el mundo proceden de plantas no cultivadas y, su comercio se calcula en unos 40 000 millones de dólares por año (Esquinas-Alcázar, 1981). La industria farmacéutica utiliza la biodiversidad vegetal únicamente para buscar moléculas activas y luego desarrollar la síntesis de las mismas, lo que genera ganancias a veces sorprendentes.

Para el año 2001 un estudio arrojó un estimado en el mercado mundial de plantas medicinales en más de 12 000 millones de dólares, lo que representa el 5% del mercado farmacéutico. Se calcula que a nivel mundial el valor de las importaciones de las plantas medicinales aumentó un 55% entre 1976 y 1980, pasando de unos 355 millones de dólares a 551 millones; mientras que para 1994 el valor superaba los 824 millones de dólares. (Cañigüeral *et al.*, 2003). Esas ganancias muchas veces sacrifican poblaciones naturales que están en áreas de protección; por lo tanto, se recurre a la extracción de plantas de su ambiente natural.

## 1.2 La Biodiversidad de las plantas medicinales y su importancia

La gran variedad de especies que presenta un ecosistema, lo determina como rico en términos de biodiversidad. La riqueza de flora ha suministrado al ser humano alimento, medicina, fibra, color, etc. (Conforte, 2000; Ocampo, 2007). En el mercado mundial, el 50% de las plantas son usadas en alimentación humana, 25% en

cosmética, 20% en la industria farmacéutica y un 5% en otros rubros.

Se estima que en el mundo se utiliza unas 10 000 especies vegetales como medicinales, en su mayor parte en la medicina tradicional. En China, se tiene que un 40% del total de los medicamentos corresponden a preparados de medicina tradicional. China utiliza 9 900 materiales de origen vegetal, pero solo unas 500 son empleadas en forma habitual (Cañigüeral *et al.*, 2003).

Un estudio realizado en Europa por International Trade Center del año 1982, estimaba que se utilizaba unas 400 especies vegetales, pero un análisis más reciente del Traffic International considera que unos 2 000 taxas de plantas medicinales y aromáticas son objeto de algún tipo de comercio en Europa. De estos 1 200 a 1 300 son especies nativas europeas, un 90% de las cuales provienen de la recolección de material silvestre, lo que implica un estimado de 20 000 a 30 000 toneladas anuales (Cañigüeral *et al.*, 2003).

Otras fuentes mencionan que existen alrededor de 250 000 especies de plantas medicinales, de las cuales, solo conocemos en parte el 10%, lo que indica lo mucho por investigar y el gran potencial sobre futuros medicamentos (Palacios, 2010).

La información recopilada por el Instituto Nacional de Biodiversidad (InBIO) estima que existen unas 10 000 especies de plantas en el territorio costarricense y de ellas 400 especies tienen mucha importancia en el campo medicinal (Ocampo, 1997).

A nivel de la economía mundial, esta biodiversidad de plantas medicinales, tiene un impacto significativo sobre la sociedad que las utiliza y sobre la industria farmacéutica. Las ganancias por extractos vegetales en 1998 fue de 16,5 billones de dólares, la industria farmacéutica produjo 300 billones de dólares en 1998 (Andrea, 2005).

Los diez países que concentran el 61% del total de las importaciones de plantas medicinales son: Estados Unidos 18,6%, Alemania 7,8%, Japón 7,8%, Singapur 7,1%, Francia 4,1%, países bajos 3,8%, Arabia Saudita 3,4%, Reino Unido 3,2%, Hong-Kong 3,2%, España 3,0% (Consejo Federal de Inversiones, CFIRD, 1999-2002).

Se estima que el 30% de los fármacos comercializados y el 40% que se encuentran en pruebas clínicas tiene como materia prima derivados de plantas; esto implica un

mercado cuyo valor económico se calcula en 50 billones de dólares anuales (Palacios, 2010).

El valor global del mercado de los preparados basados en plantas medicinales alcanzó los 19,58 millones de dólares en 1999, con una proyección para el 2002 de 24 180 millones.

En EEUU de Norteamérica, aproximadamente el 45% de la población utiliza fitomedicinas y productos naturales, así como productos de herboristería y entre 1959-1980 el 25% de las drogas farmacéuticas prescritas, tenían principios activos derivados de extractos de plantas superiores (Farnsworth, 1990).

En Canadá, el mercado correspondiente a medicamentos provenientes de plantas medicinales está evaluado en 200 millones de dólares, comparado con el de 9 000 millones de medicamentos sintéticos (Cañigüeral *et al.*, 2003).

Otro ejemplo que indica el valor de las plantas en la industria es el de los 20 productos farmacéuticos principales que se vendieron en los Estados Unidos en 1988: dos productos fueron tomados directamente de derivados naturales, tres fueron productos semi sintéticos, ocho sintéticos, en los cuales la estructura química está basada en la estructura de productos naturales y siete cuya actividad farmacológica está definida por la investigación de productos naturales. Este mercado dejó ganancias de unos 6 000 millones de dólares (Raven, 1995).

No hay que olvidar que aproximadamente el 80% de la población mundial, depende directamente de las plantas como fuentes medicinales (Raven, 1995; Bermúdez *et al.*, 2005); por lo tanto, la importancia de mantener esta biodiversidad de plantas medicinales estable y presente, es una necesidad para el desarrollo de futuras economías, medicamentos y soluciones a problemas que podemos enfrentar en el futuro, como seres humanos pero más como seres vivos que participamos y estamos inmersos en el complejo sistema de la biodiversidad.

1.3 La necesidad de hacer manejo de los Productos forestales no maderables del bosque.

Para hacer entender la importancia que trae consigo el concepto de productos forestales no maderables del bosque, se inicia la discusión describiendo que productos

están dentro de este concepto y cuál es el vínculo que tiene con la utilización de las plantas medicinales.

La terminología surge de los usos que le dan las comunidades indígenas a los bosques en los que ellos viven y se desarrollan como sociedad humana. Desde este principio, ha ido madurando y desarrollándose bajo bases sólidas para darle un cuerpo a los productos forestales no maderables del bosque. Se le encuentra como todo aquello que provenga del bosque, pero que no incluya la madera de aserrío, ya que sabemos que el bosque no solo significa proveedor de madera, sino que tiene otros valores de importancia para el ser humano: productos medicinales, alimenticios, fibras, colorantes, aceites, resinas, gomas, etc.

En el encuentro "Expert consultation on nonwood forest product for Latin América (Villalobos, 1997) se considera que los productos no maderables del bosque, incluyen todos los bienes de origen biológico, así como los servicios derivados o cualquier tierra de usos similar y excluye la madera en todas sus formas (Villalobos, 1997).

#### 1.4 El papel de la etnobotánica en el desarrollo de fitofármacos

La etnobotánica es una ciencia interdisciplinaria que abarca muchas áreas del conocimiento: botánica, química, medicina, farmacología, toxicología, nutrición, agronomía, ecología, sociología, antropología, lingüística, historia y arqueología, entre otras (Bermúdez *et al.*, 2005), interdisciplinaria que permite un amplio rango de enfoques y aplicaciones metodológicas diferentes.

Así por ejemplo, los estudios etnobotánicos, realizados por científicos sociales nos dan importantes resultados en cuanto al concepto sociocultural, referente a la enfermedad y la forma de uso de las plantas medicinales. Siendo cuestionables sus resultados en relación con la taxonomía y las condiciones naturales de distribución de los recursos (Ocampo, 1994).

La investigación sobre el uso de plantas medicinales forma parte de la etnobotánica, que se encarga de estudiar las interrelaciones que se dan entre los grupos humanos y las plantas (Arenas, 1986; Davis, 1991; Gómez-Veloz, 2002; Bermúdez *et al.*, 2005). También se vincula con el estudio del uso de las plantas en las sociedades tradicionales (OMS. UICN. WWF, 1993). Ocampo (1994), considera que es una disciplina que estudia el aprovechamiento de los recursos naturales por parte de las

poblaciones locales, tanto nativas (indígenas) como aquellas que han sido residentes por largo tiempo en una determinada región.

La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales ha adquirido especial relevancia en las dos últimas décadas, como resultado de la pérdida acelerada del conocimiento tradicional y de la degradación de los bosques, sobre todo en la región tropical (Caniago y Siebert, 1998). La etnobotánica es una ciencia muy útil para el estudio de estos recursos porque permite recuperar conocimientos para insertarlos en procesos tecnológicos y elaborar estrategias más eficientes para la conservación de la flora (Ramírez, 2006).

La importancia de esta ciencia, es que durante los últimos cincuenta años de su desarrollo y evolución como ciencia y reconocida por el sistema académico, ha dejado una serie de aportes al mundo en temas de salud, alimentación y la industria (Bermúdez *et al.*, 2005). Lo más importante como contribución innegable de esta disciplina en el escenario mundial de la ciencia occidental, es el haber llamado de nuevo la atención sobre el “Conocimiento Ancestral Asociado a los Recursos Fitogenéticos”, que poseen las comunidades rurales (campesinas, afrocaribeñas y de las etnias indígenas) sobre el manejo, el uso y la conservación de la naturaleza. Conservación en el sentido de Gómez-Pompa (1985) como: La utilización racional y sostenible de los recursos naturales en el largo plazo.

Podemos decir que la etnobotánica es una herramienta científica muy activa y nunca pasiva por la interacción del investigador con su entorno natural y social. Es confiable para el desarrollo de nuevos medicamentos, ayuda a la recopilación de la rica biodiversidad de la flora medicinal de una región y el rescate del conocimiento ancestral de curanderos, parteras, chamanes, taitas, etc. Es un método rápido pero que ofrece una información valiosa puntual y tangible para el desarrollo de nuevas investigaciones en la Ciencias.

Esa es la importancia de la etnobotánica en nuestro mundo moderno que necesita de la sabiduría ancestral para resolver problemas del siglo XXI. Sin embargo, en muchos países en desarrollo está ocurriendo una pérdida importante del conocimiento tradicional transmitido de padres a hijos sobre el uso de plantas medicinales y de otras plantas con valor agregado (Katewa *et al.*, 2004). Lo cual se agrava más debido a que están disminuyendo estas especies en los bosques naturales por causa de la

degradación de los bosques y su conversión a bosques secundarios y campos agrícolas (Buitron, 2007).

### 1.5. La familia Valerianaceae

Las especies de la familia valeriana son plantas dioicas, ginodioicas o poligamodioicas; con hojas opuestas, decusadas, simples a pinnatífidas o pinnaticompuestas, a veces envainadoras en la base; pecioladas o apeciolas, estipulas ausentes. Inflorescencias cimosas, comúnmente un tirso compacto, o un dicasio simple o compuesto, flores irregulares; cáliz de cinco sépalos foliáceos (Nardostachys), obsoleto o variadamente modificada, comúnmente dividido en numerosos segmentos plumosos que persisten cuando se transforma en fruto.

Tienen corola simpétala, rotácea a infundibuliforme, frecuentemente gibosa o espolonada, con cinco lobos imbricados; de uno a cuatro estambres epipétalos, alternos con los lobos de la corola, anteras con dos tecas, dehiscentes longitudinalmente; ovarios ínfero, 3-carpelar, con dos loculos estériles y uno fértil, este con un óvulo sencillo, pendiente, anatropo, un estilo, tres estigmas. Fruto un aquenio (Stevens, 2001).

Valerianaceae es una familia pequeña con ocho géneros y aproximadamente 400 especies, dividida casi igualmente entre las regiones templadas del norte y, las montañosas templadas de Sudamérica (Stevens, 2001). El género *Valeriana* cuenta con unas 250 especies, de las cuales unas 100 son de Sudamérica y unas 100 de Eurasia; 40 especies habitan los ecosistemas de México y Centroamérica (Stevens, 2001). Los levantamientos de flora por parte del Instituto de Biodiversidad de Costa Rica (1987-2003), reportan 17 ámbitos de elevación para *Valeriana prionophylla*: desde los 1100 hasta los 3600 msnm. En Costa Rica, el uso medicinal de *Valerianae prionophylla* fue una práctica que se adoptó de la especie europea *Valeriana officinalis* L.

#### 1.5.1 Importancia medicinal del género *Valeriana*

En la farmacopea mundial el género *Valeriana* ha tenido un papel muy importante en las regiones en las que se desarrolla, pues las culturas le reconocen su importancia en la utilización como medicina natural. Los usos de este género están presentes desde

tiempos muy antiguos y bíblicos, tanto es así que Dioscoroides y Galeano la conocían como Phu “estar sano” y se usaba en la Edad media para tratar epilepsia. (Cáceres, 2009).

Las infusiones y tintura de la raíz se usan en afecciones nerviosas (ansiedad, epilepsia, histeria, insomnio, nerviosismo, neuralgia), fiebre, broncoespasmo, reumatismo y cardiopatías (Cáceres, 2009).

Se le atribuye propiedades antibacterianas, anodina, calmante, carmativas, espasmolíticos, hipnótica, hipotensora, relajante, sedante y sudorífica (Cáceres, 2009).

En España se describen otras propiedades específicas, de la raíz de *Valeriana* y sus preparados se emplean como sedante en casos de nerviosismo generalizado, intranquilidad, insomnio (como inductor del sueño) y en estado de ansiedad y tensión. Por sus propiedades espasmódicas se utiliza también en casos de dolores espásticos gastrointestinales de origen nervioso (Cristina, 1980)

La farmacopea de la India describe sus usos como estimulante y antiespasmódico. La usan no solo contra el tratamiento de problemas nerviosos, sino también como sedativo e hipnótico, para el mejoramiento vascular, en la menopausia, constipación y contra problemas de la médula espinal (Nadkarni, 1908).

En la cultura china a la valeriana se le atribuyen propiedades energéticas por su sabor amargo y ácido. Es carmativo, antiespasmódica y antipirético. Las aplicaciones más comunes son contra la influenza, reumatismo, neurastenia, aprensión, insomnio, lesiones traumáticas, problemas menstruales, contusiones y resfríos (Cristina, 1980).

En Perú la planta se le utiliza como antiespasmódico, calmante aperitivo, sedante, antiflatulento, hipotensor, carminativos; para tratar el insomnio, la taquicardia, la epilepsia, las palpitaciones nerviosas, el dolor de cabeza, la histeria, la ansiedad, la neurastenia, la fatiga, los cólicos, las convulsiones y, posiblemente vermífugo (Vargas, 1995).

Como se deduce, *Valeriana prionophylla* Stand es utilizada en varias regiones a nivel mundial como materia prima contra el tratamiento de diversas afecciones de la salud humana.

### 1.5.2 *Valeriana prionophylla* Standl

*Valeriana prionophylla* es una hierba perenne erecta a menudo bifurcada, con tallos de 10 a 80 cm de alto, los que a su vez se dividen, formando panículas florales compuestas de pequeñas flores amarillo-liláceas. Esta planta tiene hojas numerosas, oblongo-linear a espatuladas con los márgenes aserrados, basales o que no tienen pecíolo por lo que pareciera que se encuentran sentadas en la base del tallo. La inflorescencia es largamente pedunculada; los frutos en aquenio de 2-3 mm de longitud. Las raíces son de 12-20 cm de largo y grosor de 4-5 cm, fuertemente olorosas que al secarse se hace más intenso (Cáceres, 2009).

### 1.5.3 Localización de *Valeriana prionophylla* en Costa Rica

En Costa Rica esta especie se ubica en el bioma del Páramo, dado que su ámbito altitudinal está entre los 2 700 y los 3 700 msnm (Kapelle, 2005). Los páramos corresponden a la zona netotropical (11 latitud N y 8 latitud S) del bioma pantropical alpino –subalpino húmedo – de montañas altas- entre 2800 a 3800 msnm.; concentrándose en la esquina noroccidental de Suramérica, principalmente en Venezuela, Colombia y Ecuador, con algunos sitios remotos en Costa Rica, Panamá y el Norte de Perú. Los páramos más septentrionales (norteños) se encuentran en la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia, cerca de 11 latitud norte. Los páramos mas al occidente están en Costa Rica en la región del Cerro Buenavista (Cerro de la Muerte) de la cordillera Talamanca, a 83° de longitud oeste (Kapelle, 2005). La formación vegetal que constituye a estos ecosistemas es heterogénea, psicofítica, muy vellosa, herbácea y generalmente desarbolada o con doseles abiertos con arbolitos tupidos (Kapelle, 2005).

De acuerdo con los datos sobre las especies presentes en los herbarios del Instituto de Biodiversidad de Costa Rica, reportan la presencia de *Valeriana prionophylla* a elevaciones desde los 2800 msnm a los 3739 msnm y en algunas aéreas protegidas como la Reserva forestal Río Macho, Parque Nacional Volcán Irazú, Parque Nacional Tapantí, Macizo del Cerro de la Muerte, Parque Nacional Volcán Turrialba y Parque Nacional Chirripó.



## 1.6 La ecología y su importancia para el estudio de la *Valeriana prionophylla*

Entre las condiciones ecológicas y ambientales que condicionan el desarrollo de las especies de plantas están los aspectos fenológicos, edáficos y climáticos (Baruch, 1998; López, 2010). Se detalla a continuación estas condiciones para la especie objeto de estudio: *Valeriana prionophylla*.

### 1.6.1 Aspectos ecológicos

Para el caso de *Valeriana prionophylla* no se han realizado estudios ecológicos dentro su hábitat en los ecosistemas del área de conservación ACOPAC (Área de Conservación Pacífico Central) y Área de Conservación la Amistad Pacífica (ACLAP) y la Reserva forestal los Santos y el Parque Nacional Tapanti-Macizo Cerro de la muerte, razón por la cual es urgente conocerlos, fin primordial de esta investigación. Se procede a desarrollar la importancia que tienen estos estudios ecológicos para las especies vegetales.

### 1.6.2 Fenología

La fenología es la rama de las ciencias que se encarga de establecer el registro cronológico de las diferentes fases de crecimiento y desarrollo de las plantas y su posible correlación con las condiciones meteorológicas durante un largo período (Fuentes *et al.*, 2001).

Es también definida como 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 (Mantovani *et al.*, 2003). La importancia de la fenología radica en que permite conocer las fechas probables en que se producirán las fases de crecimiento y desarrollo, así como también las fechas límites (tempranas y tardías), y las frecuencias de las mismas, lo que posibilita el cálculo de la probabilidad porcentual de las ocurrencias y la confección de mapas isocronos de la ocurrencia de las diferentes fases lo que resulta de gran interés práctico en las diferentes ramas de la Biología, la Agricultura y la Agrometeorología (Fuentes *et al.*, 2001).

Es también importante porque estudia los cambios de las plantas durante un ciclo anual, comprendiendo la manifestación de fenómenos como la brotación foliar, la

senescencia y caída de las hojas, la floración y la fructificación. Estas fenofases pueden estar relacionadas con cambios climáticos y microclimáticos periódicos, por lo cual las observaciones fenológicas deben ir acompañadas de un registro de variables climáticas, como precipitación, temperatura del aire y fotoperíodo, entre otras (Valero, 2006).

Los estudios fenológicos también han mostrado utilidad en la predicción de las etapas de producción en cultivos y en la medición de la respuesta de las plantas a cambios en la temperatura (Alvarado, 2002). Otro aspecto importante de la fenología está en conocer la relación existente entre los ciclos de vida de las plantas y el contenido de metabolitos secundarios presentes en las mismas, así como la necesidad de determinar en qué fechas pueden colectarse los diferentes órganos de cada especie y, en particular, las semillas para determinar el ciclo de vida reproductivo de las especies (Fuentes *et al.*, 2001).

El conocimiento de los sistemas de reproducción de las especies es muy importante en los trópicos, ya que en éstos muchas especies presentan baja densidad natural, la cual se acentúa por actividades de extracción selectiva (Plana, 2000).

El conocimiento y la comprensión de los patrones fenológicos de especies arbóreas y no arbóreas en ecosistemas naturales, son de interés básico en estudios ecológicos sobre biodiversidad, productividad y organización de las comunidades y de las interacciones de las plantas con la fauna; además, reviste gran importancia en programas de conservación de recursos genéticos, manejo forestal y planificación de áreas silvestres (Mooney, 1980; Huxley, 1983).

La fenología se basa en definir para una especie, los estados fenológicos sucesivos por los que pasa las plantas, sus órganos o sus elementos. La definición de los estados fenológicos, permite hacer un seguimiento descriptivo del desarrollo de dicha especie, con una metodología estandarizada. A su vez, la observación cronológica y sistemática de las distintas fases fenológicas, permite conocer la respuesta del vegetal al medio ecológico en el que se encuentra (Arena, 1998).

A través del estudio de la fenología se tratan de establecer las posibles causas de la presencia de una especie o de su ausencia en relación con factores bióticos y abióticos (Talora y Morellato, 2000; Vílchez y Rocha, 2004). Entre los factores abióticos que pueden influir en la variación temporal de la fenología reproductiva de las

especies, se ha enfatizado en las horas de brillo solar, la humedad relativa, la temperatura y la precipitación, siendo ésta última, la principal variable estudiada en la fenología tropical (Vílchez y Rocha, 2004).

Otros puntos de gran importancia de los estudios fonológicos es la elaboración de modelos de producción, que posibilitan detectar posibles anomalías de tipo fisiológico (Mutke, 2000); ayudan a determinar épocas de cosecha y se identifican épocas críticas de desarrollo de las diversas especies (Heuvelop, 1986); permite comparar el desarrollo simultáneo o sucesivo de los diferentes órganos de la planta y estimar la competencia entre estos sumideros de nutrientes (Mutke, 2000).

El registro de las diferentes fases fenológicas en distintos sitios de muestreo, permitirá evaluar las diferencias en el ciclo vegetativo de dichos lugares (Arena *et al.*, 1998).

Los estados fenológicos de una especie (llamados también fenoestados, fenoestadios, estados tipo o fenofases), son las etapas o fases del desarrollo o transformación que experimenta un órgano u organismo (Rodríguez, 2009).

La asignación del estado fenológico de *Valeriana prionophylla* se realizará mediante la visualización directa de las características de cada órgano (Rodríguez, 2009).

## II. INTRODUCCIÓN

La familia Valerianaceae, con alrededor de 400 especies (Kutschker 2011), se distribuye en todo el mundo (Stevens 2001, Kutschker 2011), excepto en Australia y las islas del Pacífico (Mejia, 2005). En Costa Rica se reporta un género y siete especies, una de ellas es *Valeriana prionophylla*, que se distribuye desde el sur de México (Standley y Williams 1976) hasta Panamá (Cáceres 2006).

En Costa Rica, *V. prionophylla* habita desde los 2800 msnm hasta los 3739 msnm; en aéreas protegidas como la Reserva Forestal Río Macho, Parque Nacional Volcán Irazú, Parque Nacional Tapantí, Macizo del Cerro de la Muerte, Parque Nacional Volcán Turrialba y Parque Nacional Chirripó (INBIO 1987).

Mundialmente, *Valeriana* spp. juega un papel muy importante debido a que diferentes culturas reconocen su valor como medicina natural –farmacopea- (Nash 1997, Pholan

2005, Alonso *et al.* 2009); su uso es una práctica que se adoptó de la especie europea *Valeriana officinalis* L. (Nash 1997, Cáceres 2009).

También *V. officinalis* está presente en la farmacopea mundial; en España (Mellen 1974, Cáceres 1996, Nicolas 1999), India (Nadkarni 1908), China (Cristina 1980) y Perú (Rodríguez 2011) y se le atribuyen propiedades medicinales como bactericida, sedante y calmante (Nadkarni 1908, Mellen 1974, Cristina 1980, Cáceres 1996, Nash 1997, Nicolas 1999, Gupta 2006, Saravia 2008, Cáceres 2009): para tratar afecciones nerviosas, ansiedad, epilepsia, histeria, insomnio, neuralgia, dolor de cabeza; histeria, ansiedad, neurastenia, fatiga, cólicos, convulsiones, vermífugo, fiebre, broncoespasmo, reumatismo, cardiopatías, afecciones vasculares, menopausia, constipación, influenza, resfríos, reumatismo, contusiones, hipotensión, taquicardia, aprensión, lesiones traumáticas, carminativa, problemas menstruales y de la médula espinal.

En Costa Rica se recurre a la *V. prionophylla* Stand como materia prima para la elaboración de medicinas naturales contra las afecciones mencionadas anteriormente. Este uso medicinal tan difundido a nivel mundial se debe a los componentes químicos presentes principalmente en la raíz de la planta (Saravia 2008). Entre ellos se citan a los flavonoides, cuya acción es similar al lorazepan y diazepam –antidepresivos- (Holzmann *et al.* 2011); acevaltrato, didrovaltrato hidroxisovalérico, homovaltrato, acetato de bornilo e isovalerianato de bornilo (Barrios 2007); componentes volátiles, valeporiatos y ácido valerénico como sedantes y antiespasmódicos (Piedrasanta 2007); valepotriatos y ácidos hidroxivalerénico y valerénico de acción biocida; prinsepiol, 8-hidroxipinoresinol-4'-O-β-D-glucopiranosido, 8-hidroxipinoresinol, acevaltrato, didrovaltrato, valtrato e isovaltrato, moléculas con actividad sedante e hipnótica (Nash 1997).

Estos estudios demuestran que los principios activos de la raíz de *V. prionophylla* la convierten en una especie susceptible para la extracción, lo cual puede afectar negativamente sus poblaciones silvestres; por lo tanto, es importante investigar su fenología para contar con conocimientos ecológicos que ayuden a su utilización sostenible.

Kutschker (2011) estudia la ecología de 40 especies de *Valeriana* spp. con base en la revisión de ejemplares presentes en herbarios de Chile y Argentina y concluye que existe variación en el crecimiento y asincronía en sus fenofases ( tubo floral, botón

floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla), lo cual lo atribuye a factores climáticos como la temperatura, medias anuales menores a 12°C y precipitaciones medias superiores a los 100 mm anuales. Por su parte Vigo (1988) también concluye que las especies de *Valeriana* florecen entre julio y septiembre, meses con mayor humedad. Cáceres (2009) hace referencia a que *V. prionophylla* presenta en Guatemala una fenología que varía de acuerdo con la precipitación; la floración ocurre entre julio y agosto y la semilla aparece entre agosto y septiembre; sin embargo, no se especifica la metodología empleada.

Para el caso de *V. prionophylla* no se han realizado estudios ecológicos dentro del hábitat de los ecosistemas del páramo de Costa Rica; por lo tanto, en esta investigación se plantea analizar la herbivoría y sincronía que se observa entre los estados fenológicos en las poblaciones silvestres de *V. prionophylla* Standl, en el Área de Conservación Pacífico Central y Área de Conservación la Amistad Pacífica de Costa Rica.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Describir aspectos fenológicos y de herbívora en las poblaciones silvestres de *Valeriana prionophylla* Standl, en el Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC: Refugio Forestal los Santos) y Área de Conservación la Amistad Pacífica (ACLAP: el Parque Nacional Tapanti-Macizo Cerro de la Muerte)

## **METODOLOGÍA**

En el Área de Conservación Pacífico Central y Área de Conservación la Amistad Pacífica de Costa Rica, se escogieron tres parcelas de 88m<sup>2</sup>. El tamaño fue determinado con base en la topografía y composición de una parcela que estaba insertada en un claro del páramo entre la especie de *Chusquea subtessellata*. Al presentar esta dimensión se tomaron las otras parcelas con la misma área para poder hacer comparaciones estadísticas necesarias. Se realizó un total de 22 visitas de observación fenológica entre diciembre de 2010 y diciembre de 2012. Cada visita se realizó una vez al mes y con una duración de 2 hr. La parcela uno se encuentra a una elevación de 3364 msnm Lat 9,5673208, Long -83,75456390 (cerro Bubis); la parcela dos a 3332 msnm Lat 9,58626808, Long -83,76653552 y la tercera a 3341 msnm Lat 9,58596013, Long -83,76686325. La segunda y tercer parcelas se encuentran entre el

cerro Estaquera y Sákira (los cerros se localizan en la hoja cartográfica de Costa Rica 095 Vueltas 3444 IV).

Las parcelas fueron elegidas tomando en cuenta la presencia de poblaciones naturales de *V. prionophylla* que estuvieran dentro de la zona de vida del páramo en lugares de fácil acceso, sin actividad turística, de extracción y/o agropecuaria y que contaran con un mínimo de 30 plantas de *V. prionophylla* que presentaran la estructura de tubo floral sin importar ni su tamaño ni el de la planta. Cada planta está formada por varios individuos, por lo tanto, existen varios tubos florales, que a su vez producen flores en dicasio. Cada parcela de 88m<sup>2</sup> fue dividida en cuatro partes iguales (cuadrículas) para facilitar el conteo. Se analizaron cinco estados fenológicos o fenofases: tubo floral (TF), botón floral (BF), flor sin fecundar (FS), flor fecundada (FF) y semilla (S) (López s.f.).

Las plantas de *V. prionophylla* presentan un crecimiento basado en rizomas que producen estolones subterráneos de los que derivan muchas raíces; por lo tanto, en una misma planta se presentan simultáneamente todas las fenofases: tubo floral, botón floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla.

En cada una de las cuadrículas se observaron los dicasios de *V. prionophylla* y se estimó el porcentaje de cada una de las fenofases presentes otorgándoles un porcentaje. Posteriormente, para cada fenofase se sumó los porcentajes de las ocho cuadrículas (de las parcelas sin ramoneo) y se dividió entre ocho para calcular un porcentaje promedio. En el caso de las cuatro cuadrículas de la parcela que sufrió ramoneo el porcentaje promedio se calculó con base en las cuatro cuadrículas de esa parcela. La estimación de los porcentajes la realizó siempre el autor, el cual cuenta con experiencia de campo en botánica.

Para determinar la sincronía de cada estado fenológico, se consideró aquel que presentó mayor porcentaje en el grupo “macolla” de plantas presentes en ese momento y para cada parcela (Rodríguez 2009).

Dado que la fenología de la especie se relaciona con la temperatura y la precipitación, se solicitaron al Instituto Meteorológico de Costa Rica los datos de esas dos variables. Debido a que la estación meteorológica más cercana al área de estudio se encuentra ubicada en el cerro Chirripó y por recomendación del Instituto Meteorológico de Costa Rica, se toman esos datos para este estudio.

Una de las parcelas sufrió el ramoneo del mamífero *Mazama americana* a partir de agosto del 2011, por ello los resultados fenológicos de esta parcela se presentan separados de las otras dos parcelas y siempre se realizaron las observaciones fenológicas durante todo el periodo de estudio.

La sincronía (presencia simultánea de una misma fenofase en todas las plantas observadas) se analizó con base en lo propuesto por Cifuentes *et al.* (2010): no sincrónico o asincrónico cuando menos del 20% de los individuos presentó una determinada fenofase, poco sincrónico o con sincronía baja cuando la fenofase analizada ocurrió entre 21 y 60% de los individuos y con sincronía alta cuando más de 60% de los individuos exhibió la misma fenofase. Cada una de las cinco fenofases estudiadas fue considerada como sincrónica cuando el 50% o más del grupo de plantas la presentó.

Los porcentajes fenológicos se correlacionaron entre sí y con los de temperatura y precipitación con el coeficiente de correlación de Spearman al 0,05%. Los datos fueron procesados en SPSS 15,0 para Windows.

## RESULTADOS

Se presentan los resultados de manera individual para la parcela que sufrió ramoneo y en conjunto para las otras dos.

El efecto del ramoneo que causó *Mazama americana* (Cabro de monte) en las poblaciones de *V. prionophylla* ocasionó la total pérdida de las cinco fenofases estudiadas en una de las parcelas (FIG. 1A). Desde mayo de 2011 casi desaparecieron por completo las cinco fenofases de *V. prionophylla* y, es a partir de julio de 2011 donde empiezan a observarse de nuevo, prevaleciendo la flor sin fecundar (70%) en los pocos especímenes presentes (FIG. 1 A).

El inicio del estado fenológico se da con la aparición del tubo floral que inicia en mayo y alcanza su máximo porcentaje en agosto de 2011 (92%), con 142,5 mm de precipitación y 10°C de temperatura y agosto de 2012 (85%) (FIG. 1 B). Entre julio y septiembre se da la aparición de las flores sin fecundar, proceso que coincide con los meses de mayor precipitación de la zona: mayo a noviembre (FIG. 2 B).

En las parcelas sin ramoneo si se observaron los cinco estados fenológicos con distintos porcentajes durante el periodo de estudio; en agosto de 2011 se presenta el porcentaje más alto de las fenofases flor fecundada (92%) y semilla (98%); mientras

que para el 2012 las fenofases predominantes son botón floral (89%) y semilla (87%) (FIG. 1 B).

Durante los periodos de observación, se encontró que las fases fenológicas estudiadas de *V. prionophylla* presentan diferentes porcentajes en cada una de ellas (FIG. 1), lo que determina que no existe un patrón en su ciclo fenológico; por lo tanto, se considera una especie de sincronía baja. Sumando los porcentajes totales se tiene una productividad en semilla de 27%.

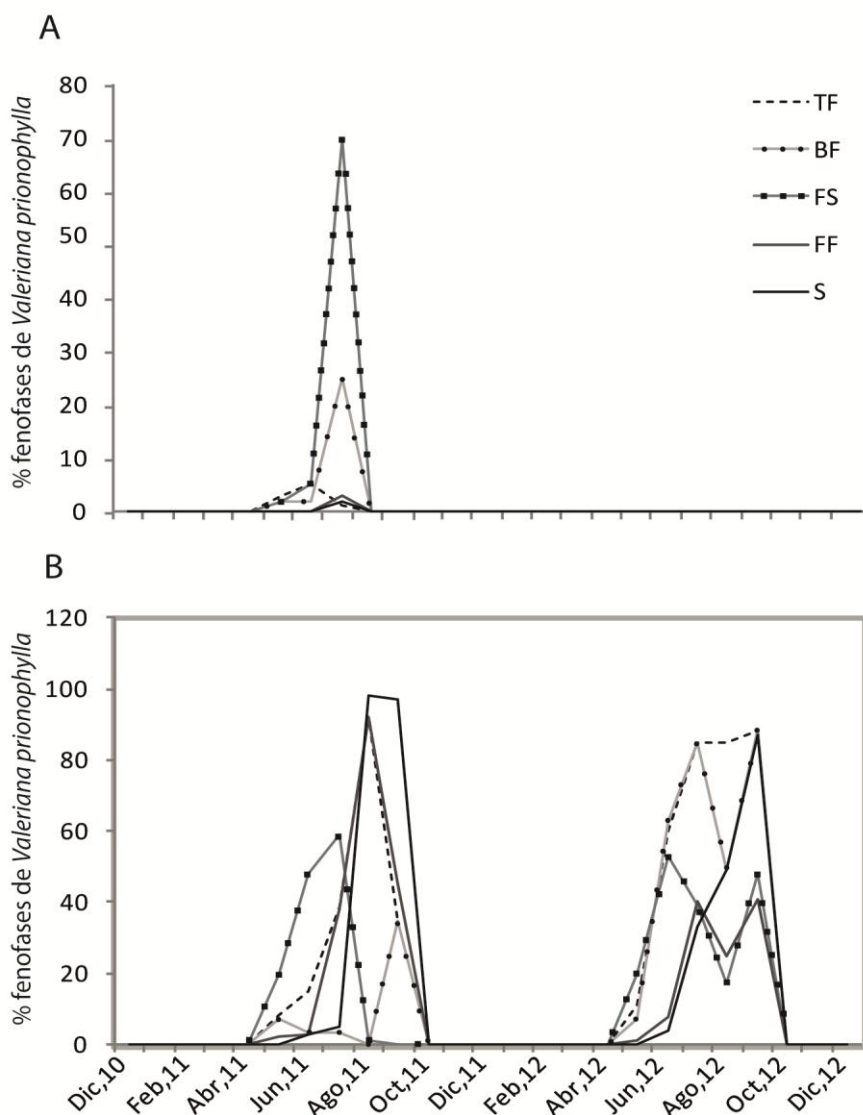


FIG. 1. Porcentaje de fenofases de *Valeriana prionophylla* observadas en el Cerro Macizo de la Muerte, Costa Rica, diciembre 2010 a diciembre 2012 A. con ramoneo B. sin ramoneo TF tubo floral, BF botón floral; FS flor sin fecundar, FF flor fecundada y S semilla



En mayo de 2011 se reporta la temperatura más alta (10,25°C) (FIG. 2), lo que coincide con el inicio del ciclo fenológico (FIG.1) y en octubre de 2011 se obtiene la mayor precipitación anual (575,5 mm) lo que coincide con la finalización del ciclo fenológico de esta especie (FIG. 1).

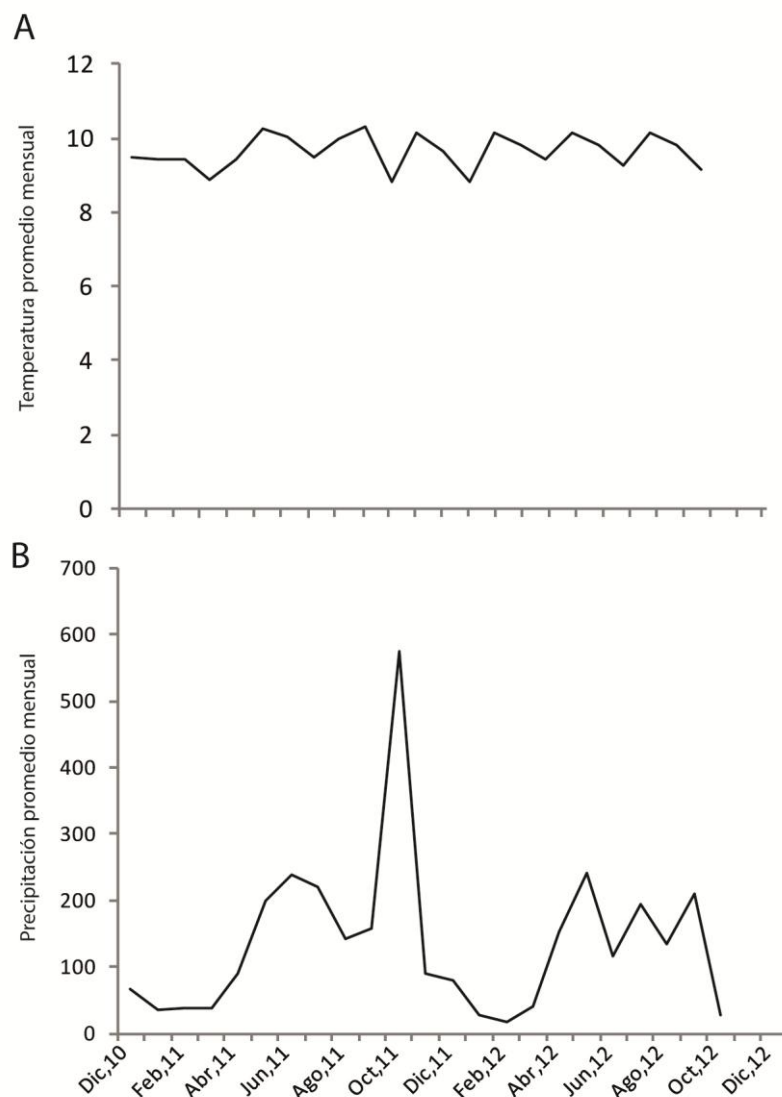


FIG. 2. Temperatura (A) y precipitación (B) promedio mensuales reportadas en el hábitat de crecimiento de *Valeriana prionophylla*, Cerro Macizo de la Muerte, Costa Rica, diciembre 2010 a diciembre 2012.

Al correlacionar con la prueba de Spearman (0,05 y 0,01%) se encontró que existe correlación positiva de varias fenofases con la temperatura y principalmente con la precipitación (cuadro 1). Las cinco fenofases estudiadas aumentan con la temperatura y la precipitación.

Cuadro 1. Correlaciones de las fenofases de *Valeriana prionophylla* con la temperatura y la precipitación n = ocho cuadrículas

Fenofase	Correlaciones de fenofases con precipitación y temperatura	
	Precipitación (r)	Temperatura (r)
Tubo floral	(0,631)**	0,487*
Botón floral	0,625**	0,475*
Flor sin fecundar	0,657**	NS
Flor fecundada	0,641**	0,517**
Semilla	0,494*	NS

Correlación de Spearman. \*\* =  $p \leq 0,01$  y, \* = p entre 0,01 y 0,05 NS= no significativo.

La evidencia del efecto del ramoneo que causó *Mazama americana* (Cabro de monte) en las poblaciones de *V. prionophylla* son las heces y huellas encontradas (FIG. 3).



FIG. 3. Heces de *Mazama americana* en la zona de estudio de *Valeriana prionophylla* a 3332 msnm Lat 9,58626808, Long -83,76653552

## DISCUSIÓN

Los estudios fenológicos son importantes por varias razones:

Aportan datos para la toma de decisiones de conservación, protección y manejo de especies (Mantovani y Ruschel 2003, Cifuentes *et al.* 2010); especialmente de aquellas de interés económico (Ochoa-Gaona *et al.* 2008, Cifuentes *et al.* 2010), medicinal (Nash 1997, Alonso *et al.* 2009) o que sirve de fuente de alimento para el ser humano y la fauna silvestre.

Crean bases para comprender: a) la biología de la reproducción de las especies (Fuentes *et al.* 2001, Ochoa-Gaona *et al.* 2008), b) la dinámica de las comunidades, c) las interacciones entre planta y animal y d) la evolución de la historia de vida de los animales que dependen de las plantas para su alimentación (Talora & Morellato 2000, Vílchez & Rocha 2004, Valero 2006, Ochoa-Gaona *et al.* 2008).

Los estudios del comportamiento fenológico de las plantas de los páramos se enfocan en las variables climáticas y, establecen que las diferentes fenofases del ciclo reproductivo tienen relación con las condiciones climáticas como la temperatura y la precipitación medias anuales (Huxley 1983, Heuvelop *et al.* 1986, Talora & Morellato 2000, Vanegas & Rivera 2000, Fuentes *et al.* 2001, Alvarado & Foroughbakhch 2002, Mena & Hofstede 2006, Aguilar 2010, Cifuentes *et al.* 2010).

De forma similar a lo encontrado en esta investigación Vanegas & Rivera (2000) analizaron seis fenofases del proceso reproductivo de *Espeletia argentea* en un páramo colombiano y, determinaron que su periodo de reproducción es anual y está relacionado con los factores climáticos (temperatura y precipitación). Determinaron que entre julio (época más lluviosa) aparecen los primordios de inflorescencias y entre diciembre y enero (época seca) se da la aparición de la semilla.

Aguilar (2010) estudió en el páramo a *Cavendishia bracteata*, especie que a pesar de pertenecer a otra familia, presenta un patrón similar al de *V. prionophylla*, con la única diferencia de que el rango es un poco más amplio. Aguilar (2010) concluye que la aparición de las distintas fenofases (inflorescencias, botones foliares y flores abiertas) se dan desde marzo hasta noviembre y aumentan cuando ha pasado el mes de mayor precipitación: agosto. Vigo (1988) encontró en España que el 60% de las plantas herbáceas entre ellas *Valeriana officinalis* están en flor entre julio y septiembre, lo que coincide con estaciones con mayor humedad. Lo mismo ocurre con *V. prionophylla*

del páramo costarricense, que, en mayo (200,6 mm y 10,25°C) inicia la aparición del tubo floral y entre junio y julio se observan los mayores porcentajes de flores.

La polinización de los dicasios entre agosto y septiembre conduce a la formación de la semilla, el aquenio, el cual es desprendido por acción del viento y el agua para finales de septiembre e inicios de octubre (Cifuentes *et al.* 2010), con lo que se da fin a un ciclo reproductivo anual y se inicia con el otro en mayo. Aquellos tubos florales que no lograron llegar hasta semilla se presentan en senescencia o marchites durante octubre; misma situación se da para *V. prionophylla* cuyo mayor porcentaje de semillas se da entre agosto y septiembre.

Los estudios fenológicos del género *Valeriana* en los ecosistemas del páramo y fuera de él demuestran que el crecimiento, floración y fructificación se correlacionan principalmente con factores ambientales (Baruch 1998, Borchert *et al.* 2005, McLaren & McDonald 2005, Ayma-Romay & Sanzetenea 2008); específicamente con la temperatura, precipitación, disponibilidad de agua y brillo solar (Vigo 1988, Vanegas & Rivera, 2000, Mena & Hofstede 2006, Aguilar 2010, Cifuentes *et al.* 2010); por lo tanto, la variación en la temperatura y especialmente en la precipitación influyen en el comportamiento fenológico de muchas especies, tal como sucede con *V. prionophylla* que evidencia un ciclo anual fenológico de unos cinco meses desde la aparición del tubo floral hasta la semilla, el aquenio. En el caso de *V. prionophylla* de las dos áreas de conservación mostraron un único ciclo reproductivo que sus fenofases se dan entre mayo a octubre.

De la fenología de 40 especies de *Valeriana spp.* analizadas por Kutschker (2011), se tiene que el 45% florece de octubre a diciembre y fructifica en enero y febrero; el 15% florece de diciembre a enero y fructifica entre enero y febrero y el 13% florece de septiembre a octubre y fructifica en diciembre y enero. Esos datos tan variados demuestran la importancia de realizar estudios específicos del comportamiento fenológico de cada especie de *Valeriana* y en cada ecosistema particular.

En las investigaciones fenológicas se recurre a pruebas estadísticas de Spearman para determinar si existe correlación entre las distintas fenofases del ciclo reproductivo de las especies con la temperatura y precipitación; así, Vanegas & Rivera (2000), mediante correlaciones simples de Spearman encontraron que la fenofase botón floral de *Espeletia argentea* (especie del páramo colombiano) muestra una alta correlación negativa con la temperatura media mensual: a mayor temperatura menor fenofase. La semilla presenta correlación positiva con la temperatura media mensual: a mayor

temperatura mayor semilla. Situación similar ocurre con nuestra especie de estudio, *V. prionophylla* que su ciclo fenológico inicia en mayo y finaliza en octubre, mes más lluvioso y, se presenta correlación positiva entre las distintas fenofases con la precipitación y temperatura.

El comportamiento fenológico de las especies puede ser sincrónico o no (Chaverri & Cleef 1997, Camacho 1998, Cifuentes *et al.* 2010); es sincrónico cuando hay ocurrencia simultánea del mismo evento fenológico en los individuos muestreados o en toda la población (González 2001); es decir, cuando se establece un orden en sus distintos estados fenológicos. Los estudios de Cifuentes *et al.* (2010) y Kutschker (2011) sugieren que la especie *V. prionophylla* no presenta un orden en sus estados fenológicos tanto a nivel individual como grupal y, durante todo el periodo puede presentar diferentes fenofases; esto podría deberse a los cambios o fluctuaciones climáticas a la que está sujeta la planta en el área.

El páramo (Kapelle y Horn 2005), hábitat de *V. prionophylla* se caracteriza por presentar fluctuaciones de radiación solar por la presencia de nubosidad, humedad relativa, condensación y temperatura (Chaverri & Cleef 1997). Estas características microclimáticas pueden ser factores que provoquen en las plantas respuestas de adaptación para sus procesos de crecimiento y reproducción.

Kutschker (2011) reporta que el género *Valeriana* se caracteriza por su variación en: formas de crecimiento, altura de las plantas y morfología de los órganos vegetativos (raíz, tallos y hojas) y reproductivos (flores y fruto); un tubo floral presenta varios dicasios donde se desarrollan diferentes estadios fenológicos; en una misma planta existen dicasios con botón floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla. Por lo tanto, no es de extrañar que su fenología también sea diferente y no presente sincronía en sus fases.

Un estudio en Brasil con las especie de *Valeriana upatoria* y *Valeriana tujuvensis* demuestra desincronización en la población y hasta en un mismo dicasio y la fructificación aparece durante julio a diciembre (Sobral 2000).

Lo encontrado por Kutschker (2011) y Sobral (2000) coincide con el comportamiento observado en *V. prionophylla* en Costa Rica, que al crecer en forma de rizoma, se pueden visualizar los distintos estados fenológicos: tubo floral, botón floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla en un mismo rizoma; con la diferencia de que el punto de fructificación se observa entre septiembre y octubre.

En el caso de *V. prionophylla* no existe sincronía en su comportamiento fenológico en las dos parcelas estudiadas, tal como si ocurre con la poaceae del género *Chusquea* (González 2001) que convive en el mismo hábitat, el páramo. Si aplicamos los porcentajes usados en las categorías por Cifuentes *et al.* (2010), *V. prionophylla* entraría en la categoría poco sincrónico o sincronía baja. Es difícil comparar los resultados del estudio desarrollado ya que no se han elaborado para Costa Rica o Centroamérica otro igual. También influye la metodología que se haya empleado para determinar ese comportamiento fenológico.

Esta investigación es pionera para una especie del páramo costarricense y abre la posibilidad para realizar nuevos estudios donde se relacione la fenología de *V. prionophylla* con otras condiciones climáticas como radiación y luz solar y con factores edáficos, para contar con conocimiento científico de su fenología que permita establecer medidas de protección, desarrollar estrategias de siembra o ciclos de cultivo para la programación de la especie, realizar pronósticos de fechas de cosecha y determinar el desarrollo esperado en diferentes meses (Neild & Seeley 1977, Mutke 2000) y, además, de poder educar ambientalmente a los extractores de esta materia prima.

Las plantas son el eslabón primario en la cadena alimenticia, y *V. prionophylla* no es la excepción y forma parte de la alimentación de herbívoros como *Mazama*. De acuerdo con Villarreal-Espino-Barros *et al.* (2008) existe poca información sobre la biología y ecología del género *Mazama*. Su estudio se basó en el análisis microhistológico de las heces de *Mazama temama* y reveló que su dieta está constituida por 48 especies vegetales tanto herbáceas como arbustivas y ramonea toda la planta (tallo, hojas, flores y frutos). En nuestro estudio se encontró que *V. prionophylla* fue ramoneada por un herbívoro del páramo: *Mazama americana* (Cabro de monte) que ramoneó al igual que *M. temama* toda la planta: botón floral, tubo floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla.

La actividad de ramoneo interrumpe el ciclo reproductivo de las plantas; provoca pérdida de biomasa, mortalidad y muchas veces se asocia con efectos negativos debido a la reducción del área foliar y el crecimiento (Ballina-Gómez *et al.* 2008); sin embargo, *V. prionophylla* no se ve severamente afectada debido a su reproducción asexual por rizomas; sin embargo, una de las parcelas mostró ausencia de fenofases en las plantas durante la mayor parte del estudio, especialmente a partir de septiembre de 2011, debido al ramoneo causado por *Mazama americana*.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

El comportamiento fenológico de *V. prionopylla* incluye cinco fenofases: tubo floral, botón floral, flor sin fecundar, flor fecundada y semilla (aquenio) que se encuentran reguladas por las condiciones climáticas, especialmente por la precipitación.

El periodo fenológico de *V. prionopylla* inicia con la presencia del tubo floral que aparece en mayo, inicio de la época lluviosa y, finaliza en septiembre con el desarrollo de la semilla (aquenio), lo cual evidencia una ventana fenológica de cinco meses y un ciclo reproductivo por año.

La fenofase flor fecundada mostró una alta correlación positiva con la temperatura y flor sin fecundar se correlacionó con la precipitación.

La especie presenta un comportamiento fenológico poco asincrónico o de sincronía baja en las parcelas muestreadas.

La productividad en semilla de *V. prionopylla* solamente alcanzó el 27%

La *V. prionopylla* forma parte de la cadena alimenticia del mamífero *Mazama americana*, conocido popularmente como cabro de monte.

### RECOMENDACIONES

Es importante continuar haciendo más estudios fenológicos en otros puntos del área analizada y a diferentes niveles altitudinales.

Hacer estudios sobre los polinizadores de las especie de *Valeriana prionophylla*

Realizar un estudio cuantitativo sobre la cantidad de materia prima que es extraída de las áreas de conservación para ser usada en la industria farmacéutica.

Desarrollar un boletín informativo para los grupos sociales que trabajan en la extracción de la planta para la venta en la industria farmacéutica del país y, una ficha informativa sobre la especie para las empresas farmacéuticas para que estén enteradas de que el producto que adquieren es de procedencia nacional y no de la especie *Valeriana officinalis*.

## REFERENCIAS

- Aguilar, M. 2010. Uso y aprovechamiento de la uva de anís en matorrales andinos del antiplano cundiboyacense. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. Consultado el 20 de mayo de 2013. Recuperado de [http://www.humboldt.org.co/publicaciones/uploads/cartilla\\_uva\\_anis.pdf](http://www.humboldt.org.co/publicaciones/uploads/cartilla_uva_anis.pdf)
- Aguirre, C. & C. Chamba. 2010. Patrones de comportamiento de 10 especies vegetales del páramo del Parque Nacional Podocarpus ante escenarios de cambio climático. Tesis para optar al grado de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Consultado el 20 de mayo de 2013. Recuperado de <http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp-content/uploads/2010/07/Tesis-AguirreChamba.pdf>
- Alonso, S.I., Ma. C. Nuciari, I. Rosana & A. van Olphen. 2009. Flora de un área de la Sierra La Barrosa (Balcarce) y fenología de especies con potencial ornamental. Rev. FCA UNCuyo. XLI. (2): 23-44. Consultado el 23 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/3166/t41-2-03-alonso.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3166/t41-2-03-alonso.pdf)
- AMMOUR, T. 1994. Conservación y desarrollo sostenible en América Central: manejo y aprovechamiento de la biodiversidad. Revista Forestal Centroamericana (Costa Rica). 3(7):20-25.
- Arenas, F. 1986. La etnobotánica en el gran Chaco. En: IV Congreso Latinoamericano de Botánica, Simposio de Etnobotánica. Colombia, pp. 35-52.
- Alvarado, M. & R. Foroughbakhch. 2002. El cambio climático y la fenología en las plantas. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México. Consultado el 27 de julio, 2010. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/402/40250410/40250410.html>
- Andrea, P, A. Jose. 2005. Análisis de desarrollo empresarial de 100 iniciativas de biocomercio sostenible en Colombia. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Consultado 20 de mayo 2013. Recuperado de <http://books.google.co.cr/books?id=FAizAAAAIAAJ&q=inauthor:%22Paola+Andrea+Lozada+Perdomo%22&dq=inauthor:%22Paola+Andrea+Lozada+Perdomo%22&hl=en&sa=X&ei=KKrxUb2vHY7c8wTDpICwDA&ved=0CC0Q6AEwAA>
- Ayma-Romay, A. & E. S. Sanzetenea. 2008. Variaciones fenológicas de especies de Podocarpaceae en estación seca de los Yungas (Cochabamba, Bolivia), Cochabamba, Bolivia. Ecología en Bolivia, 43 (1): 16-28. Consultado el 23 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v43n1/v43n1a4.pdf>
- Ballina-Gómez H.S, S. Iriarte-Vivar, R. Orellana, L.S. Santiago. 2008. Crecimiento, supervivencia y herbivoría de plántulas de *Brosimum alicastrum* (Moraceae), una especie del sotobosque neotropical. Rev. Biol. Trop 56 (4): 2055-2067. [revista en la Internet]. Consultado 2013 Jul 11. Recuperado [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442008000400036&lng](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000400036&lng)



- Baruch, Z. 1998. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. Consultado 27 de julio, 2010. Recuperado de <http://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=0WntmVEorQkC&oi=fnd&pg=PA103&dq=condiciones+ecol%C3%B3gicas+y+ambientales+que+afectan+el+desarrollo+de+las+especies+de+plantas&ots=f9S9nvRiZK&sig=rH4866wJtEGSt2veDzjatwU8QTM#v=onepage&q&f=false>
- Barrios, A. 2007. Validación farmacológica de la acción sedante e hipnótica de rizoma de *Valeriana prionophylla* (valeriana) en combinación con hojas de *Passiflora edulis* (flor de la pasión), flor con bráctea de *Tilia platyphyllos* (tilo) o pericarpio de *Citrus aurantium* (naranja agria) en infusión”. Consultado el 15 mayo de 2013. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2548.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2548.pdf)
- Berrini, R. s.f. Cuenca superior del arroyo Lunarejo. Ministerio de Vivienda, ordenamiento territorial y Medio Ambiente, Uruguay, . Consultado el 22 mayo de 2012. Recuperado de <http://www.szu.org.uy/boletin/lunarejo.pdf>
- Bermúdez, A., Ma. A. Oliveira & D. Miranda. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. Caracas, Interciencia, Revista de Ciencia y Tecnología de América, 30 (8), 453-459. [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000800005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Beyra, A., Ma. del C., E. León, D. iglesias, R. Ferrandiz, G. Herrera, D. Volpato, M. Godinez, R. Guimaraes & R. Alvarez, s.f. Estudios etnobotánicas sobre plantas medicinales en la provincia de Camaguey (Cuba). Disponible en: <http://rjb.revistas.csic.es/index.php/rjb/article/viewArticle/44> Consultado el 27 julio, 2010
- Bisbal, F. 1994. Biología poblacional del venado matacan (*Mazama spp*) (Artiodactyla: Cervidae) en Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, Servicio Autónomo PROFAUNA, Apanado 184, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. Revista de biología tropical. Consultado el 22 mayo de 2013. Recuperado de [http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol42-1/33\\_Bisbal\\_Venado\\_matacan.pdf](http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol42-1/33_Bisbal_Venado_matacan.pdf)
- Borchert, R., K. Robertson, M.D. Schwartz & G. Williams-Linera. 2005. Phenology of temperate trees in tropical climates. *Int J Biometeorol*, 50: 57–65. Consultado el 23 de noviembre de 2012, Recuperado de [http://www.biology.ku.edu/tropical\\_tree\\_phenology/documents/16\\_Borchert\\_etal\\_IJB\\_2005.pdf](http://www.biology.ku.edu/tropical_tree_phenology/documents/16_Borchert_etal_IJB_2005.pdf)
- Buitron, X, 2007. Las plantas medicinales y aromáticas en América del Sur: Balance entre conservación, desarrollo y rescate de conocimiento. Grupo especialista en plantas medicinales de la CSE/UICN. Consultado el 12 de marzo, 2011. Disponible en [www.sur.iucn.org/listaroja](http://www.sur.iucn.org/listaroja)
- Cáceres, A. 1996. *Plantas de Uso Medicinal en Guatemala*. Guatemala: Ed. Universitaria, 401p.

- Cáceres, A. 2009. Variabilidad genética, desarrollo de tecnología agrícola y caracterización fitofarmacéutica de una especie de valeriana (*Valeriana prionophylla*) nativa de Guatemala con potencial como sedante natural. Tesis sobre comportamiento fitofarmacéutica de materia prima silvestre y bajo un manejo agroecológico de la especie *Valeriana prionophylla*. Guatemala, CONCYT, FODECYT 102-2006, FAUSAC, Farmaya. Consultado el 24 de abril de 2012. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.102.pdf>
- Camacho, M. 1998. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Consultado el 7 de noviembre, 2012. Recuperado de [http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol46-3/06\\_Camacho\\_Especies\\_arboreas.pdf](http://www.biologiatropical.ucr.ac.cr/attachments/volumes/vol46-3/06_Camacho_Especies_arboreas.pdf).
- Cañigueral et al., S., E. Dellacassa & A. Bandoni. 2003. Plantas medicinales y fototerapia: ¿Indicadores de Dependencia o Factores de Desarrollo. Disponible en [http://www.latamjpharm.org/trabajos/22/3/LAJOP\\_22\\_3\\_6\\_1\\_S966JS548J.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/22/3/LAJOP_22_3_6_1_S966JS548J.pdf) Consultado 26 de junio 2010.
- Caniago, I. & Siebert, S. 1998. Medicinal Plants Ecology, Knowledge and Conservation in Kalimantan, Indonesian. *Econ. Bot.* 52 (3): 229-250.
- Carrillo, E., G. Wong & J.C. Sáenz. 1999. Mamíferos de Costa Rica. Editorial INBio. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. 248 pp.
- Chaverri, A. & A.M. Cleef. 1997. Las comunidades vegetacionales en los páramos de los macizos del Chirripó y Buenavista, cordillera de Talamanca, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*, 17: 44-49.
- Chapingo, 1994. Revista de Chapingo: Serie Horticultura, Volumen 1. Universidad Autónoma Chapingo. Consultado 20 de julio de 2013. Recuperado de [http://books.google.co.cr/books?id=H5JgAAAAMAAJ&q=ha+reconocido+que+no+es+posible+ni+deseable,+al+menos+en+este+siglo,+sustituir+las+hierbas+medicinales+por+medicamentos+occidentales+\(WWF,+1984\).&dq=ha+reconocido+que+no+es+posible+ni+deseable,+al+menos+en+este+siglo,+sustituir+las+hierbas+medicinales+por+medicamentos+occidentales+\(WWF,+1984\).&hl=en&sa=X&ei=EKbxUZjDMIL-9QS3roCYCw&ved=0CCsQ6AEwAA](http://books.google.co.cr/books?id=H5JgAAAAMAAJ&q=ha+reconocido+que+no+es+posible+ni+deseable,+al+menos+en+este+siglo,+sustituir+las+hierbas+medicinales+por+medicamentos+occidentales+(WWF,+1984).&dq=ha+reconocido+que+no+es+posible+ni+deseable,+al+menos+en+este+siglo,+sustituir+las+hierbas+medicinales+por+medicamentos+occidentales+(WWF,+1984).&hl=en&sa=X&ei=EKbxUZjDMIL-9QS3roCYCw&ved=0CCsQ6AEwAA)
- Cifuentes, L., F. Moreno & D. A. Arango. 2010. Fenología reproductiva y productividad de *Oenocarpus bataua* (Mart.) en bosques inundables del Chocó Biogeográfico, Colombia. *Biota Neotrop.* 10 (4): 101-110. Consultado el 22 de noviembre de 2012, Recuperado de <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn01910042010+es>
- Cristina, M. 1980. Manual Chino de plantas medicinales uso y dosificación. México. Editorial Concepto.
- Conforte, D, 2000. Acceso de pequeños productores a mercados dinámicos de Productos Forestales no maderables: experiencias y lecciones. Disponible en <http://infoagro.net/shared/docs/a5/ACF9F1A.pdf>. Consultado el 27 de julio.
- Davis, W. 1991. Towards a new synthesis in ethnobotany. En: Las plantas y el hombre. Edil. Abya-Yala, Quito, Ecuador. p. 437.

- Esquinas-Alcázar. 1981. Genetic Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic Resources, FAO, Roma.
- Farnsworth, N.R. 1990. The Role of Ethnopharmacology in Drug Development. In Bioactive Compounds from Plants, Ciba Foundation Symposium.
- Fuentes, V., M. Granda, C. Lemes & C. Rodríguez. 2001. Estudios fenológicos de plantas medicinales XII. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 2001 (3), Cuba. Consultado el 27 de julio, 2010. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962001000300003&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962001000300003&script=sci_arttext)
- Gallardo, V. 2004. Farmacognosia: breve historia de sus orígenes y su relación con la ciencia médica. Facultad de Química Farmacéutica Biológica, 2Laboratorio de Neurofarmacología, Instituto de Neuroerología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. Consultado 20 de noviembre 2011. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2004/bio042g.pdf>
- González, M. 2001. Fenología de chusque quila durante su floración gregaria en la zona de centro sur de Chile. Consultado el 27 de setiembre, 2012. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v22n2/art05.pdf>
- Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Alambra Mexicana. México D. F. Consultado el 4 de julio, 2010. [http://sisav.valledelcauca.gov.co/CADENAS\\_PDF/AROMATICAS/CONTRIBUCIONES%20DE%20LA%20ETNOBOTANICA%20AL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20INVEST.pdf](http://sisav.valledelcauca.gov.co/CADENAS_PDF/AROMATICAS/CONTRIBUCIONES%20DE%20LA%20ETNOBOTANICA%20AL%20DESARROLLO%20DE%20LA%20INVEST.pdf)
- Gómez-Veloz, A. 2002. Plant use knowledge of the Winikina Warao: The case for questionnaires in ethnobotany. New York, Economy Botany, 56 (3): 231-242. Disponible en: <http://www.jstor.org/pss/4256576>
- Gupta, M. 2006. Medicinal plants originating in the andean high plateau and central valleys region of Bolivia, Ecuador and Perú. Consultado el 27 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://www.unido.org/fileadmin/import/58569\\_medicinal\\_final.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/58569_medicinal_final.pdf)
- Heuvelodop, J., J. Tasis, P. Quiros, & E. Prieto. 1986. Agroclimatología Tropical. Ed. Univ. Est. A Distancia, San José, Costa Rica. Consultado el 28 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DD05AfVeRs0C&oi=fnd&pg=PR7&ots=bASfTfkRgM&sig=iC9TTanRc-B2SfM5AD1yhEYxlfo>
- Holzmann, I., V. Cechinel, T.C. Mora TC, A. Cáceres A, J.V. Martínez & S.M. Cruz . 2011. Evaluaiton of Behavioral and Pharmacological effects of hydroalcoholic extract of *Valeriana prionophylla* Standl. From Guatemala. Programa de Mestrado em Ciências Farmacêuticas and Núcleo de Investigações Químico-Farmacêuticas (NIQFAR)/CCS, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), 88302202 Itajaí, SC, Brazil. Consultado el 15 mayo de 2013. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21754942>
- Huxley, P. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems, p. 503-525. In P. A.

- Huxley (ed.). Plant research and agroforestry. International Center for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenia.
- Kapelle, M & S. Horn. 2005. Páramos de Costa Rica. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 29p
- Katewa, S., B. Chaudhary & A. Jain. 2004. Folk herbal medicines from tribal area of Rajasthan, India. J. Ethnopharmacol. 92 (1), 41-46. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15099845>
- Kutschker, A. 2011. Revisión del género *Valeriana* (Valerianaceae) en Sudamérica austral. Gayana Bot. 68 (2): 244-296. Consultado el 22 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-66432011000200016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-66432011000200016&script=sci_arttext)
- Instituto de Biodiversidad. 1987. Lista de especímenes de *Valeriana prionophylla*, Consultado el 20 de febrero de 2011. Recuperado de <http://www.inbio.ac.cr/bims/k03/p13/c045/o0143/f01361/g009148/s029287.htm>
- López, G. 2010. Fenología y agronomía del cultivo. Consultado 28 de Julio, 2010. Recuperado de [http://www.cipotato.org/artc/series/03\\_PDF\\_Ulluco/06\\_fenologia.pdf](http://www.cipotato.org/artc/series/03_PDF_Ulluco/06_fenologia.pdf)
- Mantovani, M. & A. Ruschel. 2003. Fenología reproductiva de especies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. Rev. Árvore 27: 451-458.
- McLaren, K & M. McDonald. 2005. Seasonal Patterns of Flowering and Fruiting in a Dry Tropical Forest in Jamaica. Biotrópica, 37 (4): 584-590. Consultado el 23 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7429.2005.00075.x/abstract>
- Mellen, G.A. 1974. El uso de las plantas medicinales en Guatemala. *Guatemala Indígena* 9,102-148. Mooney, H. A., O. Bjorkman, A. E. Hall, E. Medina & P. B. Tomlinson. 1980. The study of physiological ecology of tropical plants -current status and needs. Bio-Science 30: 22-26.
- Mena, P. & R. Hofstede. 2006. Los páramos ecuatorianos. Botánica Económica de los Andes Centrales. Moraes, M., R. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Eds). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz: 91-109. Consultado el 20 de mayo de 2013. Recuperado de <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2006.pdf>
- Mejía, A.L., N. Herreño & I.M. Pombo. 2005. Análisis farmacognóstico y cromatográfico comparativo del contenido de valepotriatos y ácidos valerénicos entre *V. officinalis* L. y *V. pavonii* Poepp. & Endl., para establecer parámetros de calidad en la elaboración de fitoterapéuticos. Documenta Clínica 18(1-2): 11-25.
- Mooney, H. A., O. Bjorkman, A. E. Hall, E. Medina & P. B. Tomlinson. 1980. The study of physiological ecology of tropical plants -current status and needs. Bio-Science 30: 22-26.

- Muriel, P. 2008. La diversidad de ecosistemas en el Ecuador. *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador*. L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía & H. Balslev (Eds.). Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus: 28–38. Consultado el 20 de mayo de 2013. Recuperado de <http://www.biologia.puce.edu.ec/imagesFTP/2882.Ecosistemas.pdf>
- Mutke, S. 2000. Fenología de *Pinus pinea* L. en un banco clonal (Valladolid). Trabajo fin de carrera. España, Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid.
- Nash, D.L. 1997. Flora de Guatemala, Valerianaceae. *Field. Bot.* 24 (11): 296-306. Consultado el 26 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos59/analisis-por-espectrofotometria/analisis-por-espectrofotometria2.shtml>
- Nadkarni, M. 1908. Indian material medica. Bombay India. Second reprint of Third Revised and Enlarged edition.
- Neild, R. & M. Seeley. 1977. Applications of growing degree days in field corn production. In: *Agrometeorology of the maize crop*. WMO (481): 426-436. Geneva, Switzerland
- Nicolas, J. 1999. *Plantas Medicinales des mayas K'iché du Guatemala*. Paris: Ibis Press, 310p.
- Nigenta, G, 2000. La práctica de la medicina tradicional en América latina y el Caribe: el dilema entre regulación y tolerancia. Consultado el 27 de julio 2010. Disponible en [http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0036-36342001000100006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S0036-36342001000100006&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Ochoa-Gaona, S., I. Pérez & B. de Jong. 2008. Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Rev. Biol. Trop.*, 56 (2): s.p. San José, Costa Rica. Consultado el 26 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442008000200020](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200020)
- Ocampo, R. 1994. Proyecto de conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, CATIE. Consultado el 2 de julio 2010 <http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s0h.htm>
- Ocampo, R. 1997. Estado del avance en la agroindustria de plantas medicinales en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(1): 103-1092.
- Ocampo, R, J. Martínez, C. Armando. 2007. Manual agrotecnología de plantas medicinales nativas. Proyecto Desarrollo de Tecnología de Cultivo de Plantas Medicinales y producción de fitoterápicos (OEA/AICD/AE-089/05). San José, Costa Rica, 144p.
- OMS/UICN/WWF. 1993. Directrices sobre conservación de plantas medicinales. Media Natura. Londres. 55 p.
- Palacios, E. 2010. Economía y planas medicinales. Argentina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Económicas,. CSI, 52.

Consultado 27 de junio  
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/consejo/boletin52/pdf/a04.pdf>

- PiedraSanta, R. 2007. Comparación química y de rendimiento del aceite esencial de hoja y raíz de *valeriana prionophylla* standl. de dos diferentes localidades de Guatemala. Maestría Multidisciplinaria en Producción y uso de Plantas Medicinales. Guatemala. Consultado el 15 de Mayo de 2013. Recuperado de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06\\_2612.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2612.pdf)
- Plana, E. 2000. Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical. Curso sobre gestión y conservación de bosques tropicales. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña. Consultada el 6 de octubre del 2006. ([http://www.ctfc.es/webcast/areas/politica\\_for/documents/ponb.pdf](http://www.ctfc.es/webcast/areas/politica_for/documents/ponb.pdf))
- Pohland, H., A. Leiva & W. Gamboa. 2005. Establecimiento de cultivos de plantas medicinales en agroecosistemas tropicales. Memorias en extenso. Primer Congreso Internacional de Plantas Medicinales en Villahermosa, Tabasco, México. Consultado el 23 de octubre del 2012. Recuperado de <http://www.docstoc.com/docs/26590242/ESTABLECIMIENTO-DE-CULTIVOS-DE-PLANTAS-MEDICINALES-EN>
- Ramírez, J. 2006. Etnobotánica de la «valeriana» (*Valeriana* spp.) en la Jalca de Cajamarca, Perú. Programa de Raíces y Tubérculos Andinos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cajamarca. Av. Atahualpa 1050, of. 2C-111, Cajamarca, PERÚ. Consultado el 30 julio, 2010. <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/arnal/v13n2/a12v13n2.pdf>
- Raven, P.1995. Por que defender la biodiversidad, el significado de las extinciones actuales. Consultado el 27 de junio 2010. [http://www.cipma.cl/RAD/1995/1\\_Raven.pdf](http://www.cipma.cl/RAD/1995/1_Raven.pdf)
- Rodríguez, C. 2009. Fenología de *Quercus ilex* L. y *Quercus suber* L. en una dehesa del centro peninsular. Madri, España, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Consultado el 26 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://oa.upm.es/1720/1/PFC\\_CELIA\\_ISABEL\\_RODRIGUEZ\\_BARBERO.pdf](http://oa.upm.es/1720/1/PFC_CELIA_ISABEL_RODRIGUEZ_BARBERO.pdf) Consultado el 11 de marzo, 2011.
- Rodríguez, Q. 2011. Manejo de plantas medicinales en el nororiente amazónico peruano. 8 (2): 150-157. Consultado el 27 de noviembre de 2012. Recuperado de [http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1813-194\\_FREE\\_1813-0194\\_2011000200024&lng=es&nrm=iso](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1813-194_FREE_1813-0194_2011000200024&lng=es&nrm=iso)
- Saravia, A. 2008. Validación farmacológica y evaluación fitoquímica de extractos de tres especies vegetales comercializadas en Guatemala como sedante hipnótico. Guatemala, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. Consultado el 12 de Marzo 2011. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202004.12.pdf>
- Sobral, M. 2000. *Valeriana eupatoria* (Valerianaceae), a New Species from Rio Grande do Sul, Brazil. *Novon*, 10 (2): 149-152. Consultado el 12 noviembre, 2012. Recuperado de <http://dspace.uok.edu.in/xmlui/bitstream/handle/1/1010/Aabid%20Mohiuddin%202000.pdf>

20Reproductive%20Biology%20of%20Valeriana%20jatamansi%20Jones.pdf?s  
equence=1

Standley, P & T, Williams. 1976. Flora de Guatemala. United States of America. Fieldiana: Botany, by Field Museum of Natural History. 24 (4).

Stevens, W. 2001. Flora de Nicaragua, Angiospermas (Pandanaceae-Zygophyllaceae). Missouri Botanical Garden Press, EEUU.

Talora, D. & P.C. Morellato. 2000. Fenología de especies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. Rev. Bras. Bot. 23 (1): 13-26. São Paulo. Consultado el 26 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbb/v23n1/v23n1a02.pdf>

Vargas L, R. Vargas & P. Naccarato. 1995. De Salvia y Toronjil Gura de Medicina Natural para la Salud de la Mujer. Ed. Gráfico Bellido. Lima - Perú. 1995; pp:82,112

Valero, J. 2006. Comportamiento fenológico y producción de frutos de algunas especies leñosas del bosque decíduo en el asentamiento las Peñitas, al sur del estado de Aragua. Zootecnia Tropical. 24 (1): 85-93. Consultado el 25 de Diciembre 2010. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/request?zt06007>

Vanegas, Ma. V. & D. Rivera. 2000. Estructura poblacional y fenología de *Espeletia argentea* en campos cultivados el páramo de Cruz Verde (Cundinamarca, Colombia). IV Simposio Internacional de Desarrollo Sostenible: Los páramos andinos: los desafíos en el siglo XXI. Consultado el 20 de mayo de 2013. Recuperado de <http://hoeger.com.ve/ama/pdf/taller-páramosandinos-08.pdf>

Vigo, J. 1988. Estructura y ciclo fenológico de la aliseda pirenaico-oriental (*Scrophulario-Almetum*). Lazaroa, 10: 111-125

Villareal-Espino-Barros, LE Campos-Armendia, TA Castillo-Martinez, I Cortes-Mena, FX Plata-Pérez, GD Mendoza-Martínez. 2008. Composición botánica de la dieta del vendado Tamazate rojo (*Mazama temama*), en la sierra Nororiental del estado de Puebla. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo 24 (3): 183-188. Consultado el 11 de Junio. Recuperado de <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/uciencia/diciembre2008/2-%20291.pdf>

Villalobos, 1997. Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Consultado el 20 de mayo. Recuperado de [http://books.google.co.cr/books?id=BIQAOQAIAAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.co.cr/books?id=BIQAOQAIAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Vílchez, B. & O. Rocha. 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.

## ANEXOS

a. Tubo floral. Corresponde a una estructura elongada y hueca que proviene de la base central de la planta hasta una altura de 1,50 m



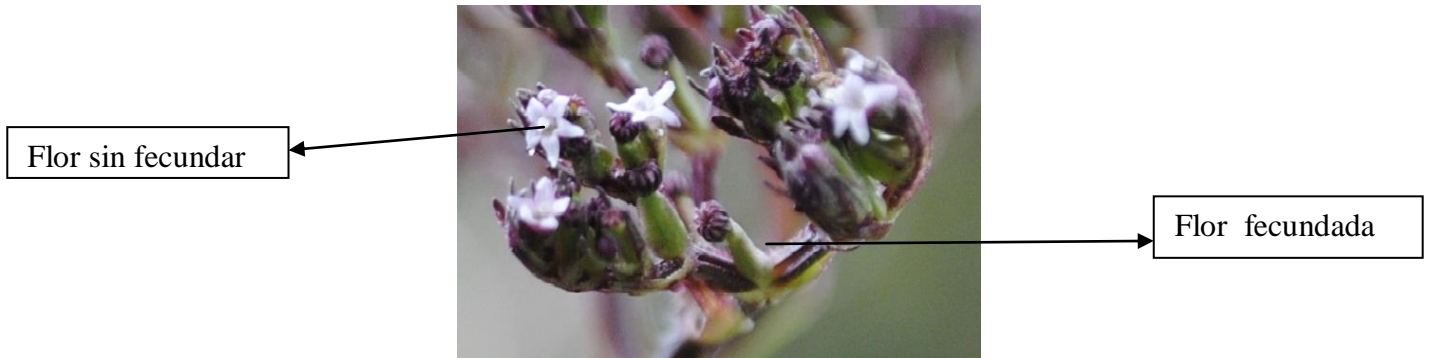
b. Botón floral : Las flores numerosas dispuestas en un dicasio agregado, denso o difuso (Nash, 1997)



c. flor sin fecundar: Brácteas lineares, limbo del cáliz con 9-11 segmentos excerta, anteras aprisionadas 4-lobadas, la teca surcada (Nash, 1997)

d. flor fecundada: Brácteas lineares, limbo de cáliz, presentan cambios físicos como la reducción del tamaño de las brácteas y el color rosado o blanco toma aspectos oscuros y hay cierre de la estructura floral





Aquí se observa flor sin fecundar y la flor fecundada

e. semilla: Aquenio de 2-3 cm de longitud, lisos o transversalmente ruguloso, glabros o pilosos el adaxial con costillas usualmente conspicuos (Caceres, 2009). Frutos oblongos ovados, de cuatro puntas y semillas únicas (Caceres, 1999)



Semilla formada y desprendiéndose de la estructura floral