



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Ingeniería Agronómica

**“Influencia de las variables ambientales sobre la fenología de 10 especies forestales
nativas, de la Granja Experimental de Nero, cantón Cuenca”**

*Tesis previa a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo*

AUTORES:

Ronal Manuel Eras Chacho.

C.I. 0302635537

Christian Roberto Pintado Muy.

C.I. 0105315030

DIRECTOR:

Ing. Ángel Oswaldo Jadán Maza M. Sc.

C.I. 1103298061

CUENCA – ECUADOR

2018



RESUMEN

En el Ecuador existe poca información sobre el conocimiento silvicultura de especies nativas que permitan tener herramientas técnicas y científicas para usarlas dentro de planes de reforestación y restauración ecológica. Por estas razones es importante actualmente realizar diferentes actividades técnicas como estudios fenológicos para diseñar calendarios, especialmente para la recolección de semillas. Bajo estos antecedentes se desarrolló el presente estudio cuyo objetivo fue evaluar la ocurrencia de las fases fenológicas de 10 especies forestales y su relación con las variables ambientales de precipitación temperatura y heliofanía. Las especies arbóreas nativas estudiadas fueron: *Clethra fimbriata* (Cletra), *Escallonia myrtilloides* (Chachaco), *Ilex rupícola* (Ilex), *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayan), *Myrsine dependens* (Myrsine), *Oreocallis grandiflora* (Gañal), *Oreopanax andreanus* (Pumamaqui rojo), *Oreopanax avicenniifolius* (Pumamaqui blanco), *Vallea estipularis* (Sacha capulí), y *Weinmannia fagaroides* (Srar). Estas se encuentran en el bosque de la Granja Nero, perteneciente a la Universidad de Cuenca. Metodológicamente, se seleccionaron seis individuos por cada especie, con buenas características fenotípicas. El monitoreo sobre estas especies se lo realizó cada 15 días por un periodo de 26 meses. Además, se correlacionó las variables ambientales de precipitación, temperatura y heliofania con las etapas fenológicas floración y fructificación. De las diez especies *Clethra fimbriata* (Cletra), *Escallonia myrtilloides* (Chachaco), *Oreopanax andreanus* (Pumamaqui rojo) no presentaron floración y fructificación. No obstante, las que si experimentaron estas fases lo hicieron en diferentes meses y con diferente intensidad. Las fases fenológicas de floración y fructificación de la mayoría de las especies evidenciaron mayor correlación con la heliofanía. Se observó también que, durante el periodo de estudio, la floración y fructificación de las diez especies forestales resaltan su fertilidad

palabras clave: CALENDARIO, ESPECIES FORESTALES, FENOLOGÍA, FENOFASE, CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS, VARIABLES AMBIENTALES.



ABSTRACT

In Ecuador there is little information on the forestry knowledge of native species that allow having technical and scientific tools to use them within reforestation and ecological restoration plans. For these reasons, it is important to carry out different technical activities such as phenological studies to design calendars, especially for the collection of seeds. Under this background, the present study was developed whose objective was to evaluate the occurrence of the phenological phases of 10 forest species and their relationship with the environmental variables of temperature precipitation and heliophany. The native arboreal species studied were: *Clethra fimbriata* (Cletra), *Escallonia myrtilloides* (Chachaco), *Ilex rupícola* (Ilex), *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayan), *Myrsine dependens* (Myrsine), *Oreocallis grandiflora* (Gañal), *Oreopanax andreanus* (Pumamaqui rojo), *Oreopanax avicenniifolius* (Pumamaqui blanco), *Vallea estipularis* (Sacha capulí), y *Weinmannia fagaroides* (Sara). These are found in the forest of Granja Nero, belonging to the University of Cuenca. Methodologically, six individuals were selected for each species, with good phenotypic characteristics. The monitoring of these species was carried out every 15 days for a period of 26 months. In addition, the environmental variables of precipitation, temperature and heliofania were correlated with the phenological stages flowering and fruiting. Of the ten species *Clethra fimbriata* (Cletra), *Escallonia myrtilloides* (Chachaco), *Oreopanax andreanus* (Red Pumamaqui) did not show flowering and fruiting. However, those who did experience these phases did so in different months and with different intensity. The phenological phases of flowering and fructification of most of the species showed a greater correlation with heliophany. It was also observed that, during the study period, the flowering and fruiting of the ten forest species highlight their fertility

keywords: CALENDAR, FOREST SPECIES, PHENOLOGY, PHENOPHASE, PHENOTYPE CHARACTERISTICS, ENVIRONMENTAL.



INDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 19 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 21 |
| 3. OBJETIVOS | 23 |
| 3.1. Objetivo general | 23 |
| 3.2. Objetivos específicos | 23 |
| 4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN | 23 |
| 5. REVISIÓN DE LITERATURA | 24 |
| 5.1. Diversidad y composición florística en bosques andinos | 24 |
| 5.2. La fenología y su importancia para el manejo de los bosques tropicales | 24 |
| 5.3. Estudios fenológicos desarrollados en bosques tropicales | 25 |
| 5.4. Características generales de las especies estudiadas | 27 |
| 6. MATERIALES Y METODOS (DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGIA) | 33 |
| 6.1. Área de estudio | 33 |
| 6.2. Métodos | 34 |
| 6.2.1. Selección y marcaje de individuos | 34 |
| 6.2.2. Observaciones fenológicas – primer objetivo específico | 34 |
| 6.2.3. Relación entre fases fenológicas y variables ambientales – segundo objetivo específico | 36 |
| 6.2.1. Tendencias descriptivas entre las fases fenológicas y las variables ambientales | 36 |
| 7. RESULTADOS | 37 |
| 7.1. Elaboración de calendario fenológico de 10 especies nativas (Primer objetivo específico) | 37 |
| 7.1.1. Cletra (<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.) | 37 |



7.1.2. Chachaco (*Escallonia myrtilloides* -L.f.) 39

7.1.3. Ilex (*Ilex rupicola* Kunth.) 41

7.1.4. Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh.) 43

7.1.5. Myrsine (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng.) 45

7.1.6. Gañal (*Oreocallis grandiflora* Lam.) 47

7.1.7. Pumamaqui rojo (*Oreopanax andreanus* Marchal.) 49

7.1.8. Pumamaqui blanco (*Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch.)
..... 51

7.1.9. Sacha capulí (*Vallea stipularis* Linneo.) 53

7.1.10. Sarar (*Weinmannia fagaroides* Kunth.) 55

7.2. Calendario Fenológico 56

7.3. Correlaciones entre las variables ambientales con las fases fenológicas (segundo
objetivo específico) 57

7.3.1. Cletra (*Clethra fimbriata* Kunth.) 57

7.3.2. Chachaco (*Escallonia myrtilloides* -L.f.) 58

7.3.3. Ilex (*Ilex rupicola* Kunth.) 59

7.3.4. Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh.) 61

7.3.5. Myrsine (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng.) 63

7.3.6. Gañal (*Oreocallis grandiflora* Lam.) 66

7.3.7. Pumamaqui rojo (*Oreopanax andreanus* Marchal.) 69

7.3.8. Pumamaqui blanco (*Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch.)
..... 70

7.3.9. Sacha capulí (*Vallea stipularis* Linneo.) 72

7.3.10. Sarar (*Weinmannia fagaroides* Kunth.) 74

8. DISCUSIÓN 77



| | |
|----------------------------------|-----------|
| 9. CONCLUSIONES | 81 |
| 10. RECOMENDACIONES | 82 |
| 11. BIBLIOGRAFIA | 83 |
| 12. ANEXOS | 89 |



INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en el sector de Nero en la Provincia del Azuay, Ecuador | 33 |
| Figura 2. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la fase fenológica botones florales (%) de <i>Clethra fimbriata</i> | 57 |
| Figura 3. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de <i>Clethra fimbriata</i> | 58 |
| Figura 4. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de <i>Escallonia myrtilloides</i> | 59 |
| Figura 5. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de <i>Ilex rupícola</i> | 59 |
| Figura 6. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de <i>Ilex rupícola</i> | 60 |
| Figura 7. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la caída de follaje (%) de <i>Ilex rupícola</i> | 60 |
| Figura 8. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de <i>Ilex rupícola</i> | 61 |
| Figura 9. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | 61 |
| Figura 10. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | 62 |
| Figura 11. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | 62 |
| Figura 12. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la caída de follaje (%) de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | 63 |
| Figura 13. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | 63 |
| Figura 14. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de <i>Myrsine dependens</i> | 64 |



Figura 15. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de *Myrsine dependens*. 64

Figura 16. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Myrsine dependens*. 65

Figura 17. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la caída de follaje (%) de *Myrsine dependens*. 65

Figura 18. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Myrsine dependens*. 66

Figura 19. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de *Oreocallis grandiflora*. 66

Figura 20. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de *Oreocallis grandiflora*. 67

Figura 21. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la fructificación (%) de *Oreocallis grandiflora*. 67

Figura 22. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Oreocallis grandiflora*. 68

Figura 23. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y caída de follaje (%) de *Oreocallis grandiflora*. 68

Figura 24. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Oreocallis grandiflora*. 69

Figura 25. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la caída de follaje (%) de *Oreopanax andreanus*. 70

Figura 26. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la floración (%) de *Oreopanax avicenniifolius*. 71

Figura 27. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*. 71

Figura 28. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*. 72

Figura 29. Correlación entre heliofanía mensual (horas/brillo solar/mes) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*. 72



Figura 30. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y los botones florales (%) de *Vallea stipularis*. 73

Figura 31. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la floración (%) de *Vallea stipularis*. 73

Figura 32. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la fructificación (%) de *Vallea stipularis*. 74

Figura 33. Correlación entre la heliofanía mensual (horas/brillo solar/meses) y la fructificación (%) de *Vallea stipularis*. 74

Figura 34. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la floración (%) de *Weinmannia fagaroides*. 75

Figura 35. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*. 76

Figura 36. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*. 76

Figura 37. Correlación entre la heliofanía y (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*. 76



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies forestales a estudiar y sus características generales..... 28

Tabla 2. A continuación, se muestran los eventos que se registrarán para cada individuo. 35

Tabla 3. Índice de magnitud (%) para los eventos fenológicos registrados en el bosque de Nero. 35

Tabla 4. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Clethra fimbriata* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero. 38

Tabla 5. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Escallonia myrtilloides* -L.F., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero. 40

Tabla 6. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Ilex rupícola* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero..... 42

Tabla 7. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero..... 44

Tabla 8. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero..... 46

Tabla 9. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreocallis grandiflora* Lam., durante el año 2016, 2017 y 2018, Granja Experimental Nero. 48

Tabla 10. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreopanax andreanus* Marchal., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero. 50

Tabla 11. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero..... 52

Tabla 12. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Vallea stipularis* Linneo., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero. 54



Tabla 13. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Weinmannia fagaroides* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 de la granja experimental de Nero.

.....56



INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1. Hoja de campo | 89 |
| Anexo 2. Calendario fenológico de 10 especies nativas establecidas en la granja experimental de Nero con su respectiva duración e intensidad..... | 90 |
| Anexo 3. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Clethra fimbriata</i> Kunth.)..... | 92 |
| Anexo 4. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Escallonia myrtilloides-L.f.</i>)..... | 93 |
| Anexo 5. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Ilex rupicola</i> Kunth.) | 94 |
| Anexo 6. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.)..... | 95 |
| Anexo 7. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav) Spreng.) | 96 |
| Anexo 8. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Oreocallis grandiflora</i> Lam.)..... | 97 |
| Anexo 9. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal.)..... | 98 |
| Anexo 10. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decnce. & Planch.)..... | 99 |
| Anexo 11. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Vallea stipularis</i> Marchal.)..... | 100 |
| Anexo 12. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (<i>Weinmannia fagaroides</i> Marchal.) | 101 |



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

DAP: Diámetro a la altura del pecho

Botf: Botones florales

FL: Floración

Fr: Fructificación

Cf: Caída de follaje

Bf: Brotación de follaje

Temp: Temperatura

Pre: Precipitación

Helf: Heliofanía



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo Ronal Manuel Eras Chacho en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Influencia de las variables ambientales sobre la fenología de 10 especies forestales nativas, de la Granja Experimental de Nero, cantón Cuenca”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Noviembre del 2018

Ronal Manuel Eras Chacho

C.I: 0302635537



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo Ronal Manuel Eras Chacho autor del trabajo de titulación **“Influencia de las variables ambientales sobre la fenología de 10 especies forestales nativas, de la granja experimental de Nero, cantón Cuenca”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Noviembre del 2018

Ronal Manuel Eras Chacho

C.I: 0302635537



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo Christian Roberto Pintado Muy en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Influencia de las variables ambientales sobre la fenología de 10 especies forestales nativas, de la Granja Experimentalde Nero, cantón Cuenca”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Noviembre del 2018

Christian Roberto Pintado Muy

C.I: 0105315030



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo Christian Roberto Pintado Muy autor del trabajo de titulación **“Influencia de las variables ambientales sobre la fenología de 10 especies forestales nativas, de la granja experimental de Nero, cantón Cuenca”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Noviembre del 2018

Christian Roberto Pintado Muy

C.I: 0105315030



AGRADECIMIENTOS

A nuestro padre Dios por darnos salud y sabiduría para poder culminar con nuestros estudios.

A todos los familiares quienes fueron un pilar fundamental en el transcurso de nuestra formación, especialmente a nuestros padres por brindarnos siempre su apoyo incondicional durante toda nuestra formación.

Al Ingeniero Oswaldo Jadan, por la paciencia, dedicación, conocimientos compartidos, mediante la cual nos direccionó en el transcurso de la realización de la tesis, y se pudo finalizar de manera satisfactoria esta investigación.

Un sincero agradecimiento a la Universidad de Cuenca por la formación académica recibida durante los años de carrera en la Institución.

RONAL Y CHRISTIAN



DEDICATORIA

A dios por darme la sabiduría, el conocimiento, por ser mi albor diario en mi camino de superación, y por guiarme en cada decisión que he tomado en mi vida personal y profesional.

A mis padres por toda su paciencia amor y comprensión que me han brindado, a mis tíos, abuelitos, hermanos, primos, y amigos quiénes me brindaron todo su apoyo incondicional.

RONAL ERAS

A mis padres Carlos Pintado y Lilia Muy quienes han sido parte de mi crecimiento personal y profesional, por su paciencia y amor hacia nosotros. Infinitamente agradecido por los valores trasmitidos y estar presentes con nosotros en todo momento en el que hemos necesitado de ellos. A mis hermanos, sobrinos y demás amigos quienes han sido parte de este proceso, por sus buenos consejos para seguir adelante y nunca rendirme y así lograr conseguir una de mis metas planteadas.

CHRISTIAN PINTADO



1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas naturales tropicales son los que mayormente han experimentado deforestación, resaltando los sudamericanos por registrar las tasas de deforestación más altas en todo el planeta (FAO, 2015). En el Ecuador el año 2012 se deforestó 65 880 ha (MAE, 2015). Actualmente existen amplias superficies de ecosistemas naturales los cuales son amenazados especialmente por la expansión de la frontera agrícola. Los páramos y bosques montanos primarios o secundarios sufren grandes impactos por la agricultura, ganadería y quemadas asociadas (Hofstede *et al.*, 2003).

En el paisaje natural de Los Andes, se encuentra grandes superficies agrícolas abandonadas las cuales han sido sometidos naturalmente a procesos de restauración ecológica mediante la regeneración natural (Jadán *et al.*, 2017). Actualmente para impulsar la regeneración y restauración activa se aplica prácticas como la reforestación con especies forestales tanto nativas como exóticas (Barrera-Cataño *et al.*, 2010). Esta práctica es aplicada también para fines comerciales, prestación de servicios ecosistémicos como el almacenamiento y fijación de carbono. Hace algunas décadas con fines de reforestación se han utilizado especies exóticas especialmente *Pinus* spp y *Eucalyptus* spp. Lamentablemente de estas especies se han documentado impactos negativos hacia diferentes componentes del ecosistema (Crespo *et al.*, 2014).

La variedad de microclimas locales existentes a lo largo de los Andes provocan una variación fisiológica en diferentes biotipos vegetales (Günter *et al.*, 2008). Así mismo los ecosistemas de montaña marcan resiliencias frente a la variabilidad climática y por ende se expresan diferentes fenómenos fisiológicos y fenológicos de las especies vegetales (Feyen y Célleri, 2009). Para ello estudios locales sobre la fenología de especies arbóreas nativas serían los más efectivos para desarrollar actividades de manejo, restauración ecológica y reforestación con especies nativas. (Pérez *et al.*, 2013b).

La fenología de las especies permite conocer la influencia del clima sobre procesos fisiológicos ligados a la permanencia y fertilidad (Günter *et al.*, 2008). También tiene numerosas aplicaciones técnicas científicas, basadas en cómo establecer calendarios para la



recolección de frutos y semillas, comprensión de la dinámica de comunidades (Pérez *et al.*, 2013a). La cronología de los eventos fenológicos proporciona información sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y permite determinar estrategias de recolección de frutos. Esto favorece recolectar semillas de alta calidad para la producción de nuevas plántulas (Montavani *et al.*, 2008). Además ayuda a la detección de las mejores procedencias por árboles plus (Vílchez *et al.*, 2004).

Además, los estudios fenológicos de especies nativas son de gran importancia, para la conservación de la biodiversidad. Esto se da mediante el conocimiento local en las poblaciones rurales cuyas personas, dan el uso a los recursos no maderables del bosque como alternativa de subsistencia (Pilz *et al.*, 2015). Para la conservación de recursos genéticos, manejo forestal de los bosques secundarios y viveros, el conocimiento de las épocas de floración y fructificación son importantes, pues marca los meses en los que suceden estos eventos eco-fisiológicos (Huxley, 1983).

Bajo estos antecedentes se desarrolló la presente investigación cuyo objetivo es generar información sobre las etapas fenológicas de: *Clethra fimbriata* (Cletra), *Escallonia myrtilloides* (Chachaco), *Ilex rupícola* (Ilex), *Myrcianthes rhopaloides* (Arrayan), *Myrsine dependens* (Myrsine), *Oreocallis grandiflora* (Gañal), *Oreopanax andreanus* (Pumamaqui rojo), *Oreopanax avicenniifolius* (Pumamaqui blanco), *Vallea estipularis* (Sacha capulí), y *Weinmannia fagaroides* (Sarar). También se estudió la relación entre variables ambientales de precipitación, temperatura y heliofanía con las fases fenológicas de floración y fructificación, de las 10 especies forestales nativas, mencionadas, en la granja de Nero, ubicada en Cuenca-Azuay- Ecuador.



2. JUSTIFICACIÓN

El bioclima representa la diversidad de cualidades ambientales necesarias para completar el ciclo de una especie y los elementos bioclimáticos importantes para el desarrollo de las plantas son aquellos con un carácter continuo, como temperatura y fotoperiodo, actuando como condicionantes para cada estado de la planta (Pascale, 1975). factores climáticos más comunes que influyen los procesos fenológicos son el fotoperiodo, la temperatura y la precipitación (Smith y Armesto, 1994). Factores tales como fotoperiodo, requerimientos de frío o temperatura tienen distinta importancia relativa en la ruptura de la dormición (Hunter y Lechowicz, 1992).

Los eventos fenológicos en los vegetales son el resultado de interacciones con factores de carácter biótico como los dispersores y los polinizadores (Borchert, 1983), además de fluctuaciones de factores abióticos como el clima (Van Schaick *et al.*, 1993). En las plantas tropicales la variabilidad de eventos fenológicos se atribuye a la estacionalidad de la precipitación (Barker *et al.*, 2002; Borchert, 1999) y la temperatura (Gómez-Figueroa y Founier, 1995; Urrego y Del Valle, 2001), y la radiación solar (Wright y Van Schaick, 1994). Mejía (1990), indicó que los componentes meteorológicos más importantes son las horas de brillo solar, la precipitación y la temperatura, pero que la lluvia es la principal variable a estudiar en la fenología tropical.

Los ecosistemas andinos proporcionan un valor ecológico muy alto, en donde los diferentes tipos de valles producen una diversidad de micro-hábitats que inciden a la producción y evolución de plantas (Mast *et al.*, 1996). Las relaciones con la fauna, relaciones planta y suelo, fenómenos hídricos asociados, establecimiento de cultivos y huertos semilleros (Pérez *et al.*, 2013b). Otro importante servicio potencial de estos ecosistemas es su capacidad de almacenamiento de carbono orgánico (Hofstede *et al.*, 2003). Bajo estos fundamentos científicos se hace necesario realizar estudios locales que fortalezcan la gestión de especies y procesos de reforestación y restauración a nivel local.



Enmarcados sobre estos antecedentes se desarrolló la presente investigación, cuyos resultados permitan conocer la fenología de especies forestales nativas andinas. Su desarrollo se basa en el desconocimiento sobre la fenología de especies forestales en un sitio específico dentro de los Andes del Sur del Ecuador, como es el sector de Nero. Se direcciona a la descripción de las fases fenológicas y su relación con variables medio ambientales (precipitación, temperatura y heliofanía). Sus resultados serán direccionados para alimentar el conocimiento silvicultural en especies poco o nada conocido, o difundido localmente y que sirvan para emprender prácticas de propagación de especies a ser utilizadas con fines específicos como reforestación asociada a la restauración ecológica.

Desde el escenario académico formativo de, la Carrera de Ingeniería Agronómica, la cual está ligada a desarrollar temas investigativos de producción y conservación en áreas de importancia ecológica y de interés hídrico. Además, este proceso investigativo se asocia con la formación de recursos humanos e investigadores para fomentar el desarrollo agropecuario armónico con la conservación de los recursos naturales, en la región Sur del Ecuador.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Generar información sobre las etapas fenológicas de las 10 especies forestales nativas andinas de la granja experimental de Nero.

3.2. Objetivos específicos

- Evaluar las fases fenológicas de 10 especies forestales nativas andinas en la granja experimental de Nero.
- Relacionar las variables ambientales de precipitación, temperatura y heliofanía con las fases fenológicas de floración y fructificación, de 10 especies forestales nativas en la granja de Nero.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles variables ambientales influyen sobre las fases fenológicas de las especies forestales nativas andinas?



5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Diversidad y composición florística en bosques andinos

Los ecosistemas andinos son reconocidos como unos de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (Webster *et al.*, 1995). Las vertientes orientales y occidentales forman parte de los puntos calientes o “hotspots” del planeta en donde una gran cantidad de micro-hábitats y la accidentada topografía favorecen la existencia y adaptaciones biológicas incluyendo diferentes comunidades de plantas (Homeier *et al.*, 2010; Jadán *et al.*, 2017).

Ecológicamente la vegetación determinada en una zona o región es el resultado de la influencia de factores ambientales, interacciones de procesos biológicos y un conjunto de especies que cohabitan un espacio (Matteucci y Colma, 1982). El conocimiento de la estructura de la vegetación proporcionan información sobre aquellas especies susceptibles a los disturbios en una región determinada (Ramírez *et al.*, 2001), permitiendo predecir patrones sucesionales (Jones *et al.*, 2004). La sucesión secundaria en las regiones tropicales tiende a variar de una localidad a otra debido a diferentes factores como: la distancia al bosque original, la fauna existente, la topografía y el clima local, las cuales determinan la composición florística y la velocidad con la que la sucesión avanza (Aide *et al.*, 1995).

5.2. La fenología y su importancia para el manejo de los bosques tropicales

La fenología es el estudio de las fases periódicas y repetitivas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año (Montavani *et al.*, 2008). Estudia los eventos que ocurren en las plantas a lo largo del tiempo como la germinación, crecimiento, floración, fructificación, abscisión y dispersión de las semillas (Fenner, 1998). Se trata de una disciplina fenomenológica, es decir fundamentalmente descriptiva y de observación, que requiere de un método de observación, recopilación de información asociados con la precisión en el trabajo de campo (García, 2006).



El conocimiento fenológico de especies vegetales proporciona información válida sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y permite formar estrategias de recolecta de frutos, favoreciendo calidad y cantidad de semillas para la producción de nuevas plántulas (Montavani *et al.*, 2008). La fenología se relaciona con las épocas climáticas del año donde suceden los eventos reproductivos en las plantas que son determinantes para la sucesión de la población, asegurar la supervivencia y el establecimiento de individuos jóvenes (Aguirre y León, 2012).

Mediante el estudio de la fenología de las especies se tratan de establecer las posibles causas de su presencia con relación a factores ambientales o climáticos (Morellato y Talora, 2000). Entre los factores climáticos 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, temperatura, y precipitación (Günter *et al.*, 2008). Esta última ha sido una de las variables de clima mayormente asociada a la brotación de follaje y floración (Vílchez y Murillo, 1995)

La fenología constituye una ayuda que puede aportar al conocimiento sobre las épocas de floración, fructificación, la cantidad de follaje, brotación de hojas y frutos, y su relación con factores climáticos o estímulos ambientales (Bullock y Bawa, 1981; Bullock *et al.*, 1983; Founier, 1967). Vílchez y Murillo (1995) indicaron que la fenología puede contribuir a la solución de muchos problemas forestales ya que se constituye en una metodología que contribuye a comprender la biología de la reproducción de las especies y la dinámica de las comunidades.

5.3. Estudios fenológicos desarrollados en bosques tropicales

Villasana y Suárez (1997) realizaron un estudio fenológico de dieciséis especies forestales en Venezuela en la Reserva forestal Imataca en un bosque de la región de Guayana. De estos resultados obtenidos se afirma que todas las especies presentaron sus copas llenas de hojas durante todo el año de evaluación. En la temporada en donde la precipitación y la humedad relativa fueron bajas las especies presentaron floración, y los picos de fructificación



se presentaron en los meses más húmedos del año.

Vilchez y Rocha (2004) desarrollaron un estudio sobre fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea*) en un bosque intervenido de la Península de Osa en Costa Rica. Aquí se documentó cinco eventos fenológicos que se observaron durante un año como: brote de hojas, follaje, floración, fruto verde y maduro. La floración empezó en abril, obteniendo su pico alto en junio. Los frutos verdes fueron observados con su máxima evidencia en noviembre; los frutos maduros se registraron en el mes de noviembre y diciembre.

En el Sur del Ecuador, estación experimental San Francisco – Zamora Chinchipe Günter *et al.* (2008) realizó un estudio fenológico en ochenta árboles de 13 especies que fueron observados durante un periodo de 2,5 años. Para esto seleccionaron dos sitios cercanos con patrones de precipitación contrastados en la misma altitud por orientaciones geográficas este y oeste de la cordillera occidental. De las 13 especies estudiadas; *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Heliocarpus amaricanus*, *Isertia laevis*, *Morella pubescens*, *Piptocoma discolor*, *Tabebuia chrysantha* y *Vismia tomentosa*, tuvieron impactos similares puesto que la precipitación y la radiación solar se relacionaron con el desarrollo de las fenofases. Pero el fotoperiodo fue el factor más determinante en cada uno de los sitios de estudio, por lo tanto, se rechazó una de sus hipótesis en donde se afirmaba que la irradiación máxima puede inducir a producción de flores.

En el jardín botánico El Padmi, ubicado en Zamora Chinchipe Aguirre *et al.* (2015), desarrollaron un estudio fenológico sobre 29 especies nativas. De las especies estudiadas, diez presentaron flor especies que presentaron floración y fructificación fueron: *Apeiba membranacea*, *Heliocarpus americanus*, *Huertea glandulosa*, *Lafoensia cf. puniceifolia*, *Ochroma pyramidale*, *Persea spp.*, *Piptocoma discolor*, *Platymiscium pinnatum*, *Terminalia oblonga* y *Vitex cymosa*, por lo que se determinó que hay una relación e influencia significativa de la precipitación y temperatura en la presencia de los estados fenológicos.



5.4. Características generales de las especies estudiadas

A continuación, en la (Tabla 1) se muestran las características de las diez especies forestales Nativas de la Granja Experimental de Nero, con su respectivo nombre científico, nombre común o comunes los cuales son reconocidos a nivel del Ecuador, su distribución y una breve descripción botánica de cada una de las especies.



Tabla 1. Especies forestales a estudiar y sus características generales

| Nombre científico | Nombre común | Distribución | Descripción botánica |
|---|-------------------------|---|---|
| <i>Clethra fimbriata</i> Kunth. | Clethra, Almizcle | Especie nativa de los Andes, se encuentra ubicada entre 2000 a los 3600 msnm. Está distribuida en las provincias de Loja, Azuay, Cañar y Pichincha. | Pueden llegar a mediar hasta 15 m de altura. Poseen hojas simples alternas, de margen dentado. Inflorescencia en racimos. Frutos en forma de cápsulas redondas con 3 cavidades que se abren por sí solas para liberar las semillas (Lozano, 2015). |
| <i>Escallonia myrtilloides</i> -L.F. | Chachaco, chachacoma | Se encuentra en Bolivia, Ecuador y Perú. Su rango de distribución altitudinal oscila entre 1500 y 3800 msnm. | Es un árbol que mide 10 m de altura y de 10 cm a 30 cm de diámetro; el fuste es irregular, su copa es globosa. Las hojas simples y alterna, son oblongas y lanceoladas. Posee flores pequeñas de 1 cm de longitud, tiene corola blanca y 5 pétalos, hermafroditas, 5 estambres y un solo pistilo. Frutos más o menos globosos, de unos 5 mm de diámetro, están provistos de numerosas y diminutas |



| | | | |
|---|-------------------|---|---|
| | | | semillas. (Reynel y Marcelo, 2009) |
| <i>Ilex rupicola</i> Kunth. | Ilex, vara blanca | Se encuentra ubicado entre los 2800 a 3150 msnm. Se distribuye en las provincias de: Azuay, Loja, Tungurahua y Zamora Chinchipe. | Árboles medianos. Posee hojas simples, alternas dispuestas alrededor de las ramas. Flores agrupadas en las axilas de las hojas o sobre las ramas, entre 3 y 6 mm de largo. Inflorescencia una panícula de racimos. Su fruto es una baya < 1 cm de largo (Palacios, 2004). |
| <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh. | Arrayan | Arbusto o árbol nativo de los andes, se distribuye de 1500 a 4000 msnm, en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Oro, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha, Tungurahua, Zamora. | Árbol pequeño o mediano de 5 a 15 m de altura y un diámetro de 10 cm a 30 cm. Tiene fuste irregular y la copa globosa con abundante follaje. Hojas simples y opuestas, con láminas ovadas y anchas. Las flores son hermafroditas. Sus frutos de tipo bayas globosas de color rojizo (Reynel y Marcelo, 2009). |
| <i>Myrsine dependens</i> | Myrsine | Árbol o arbusto nativo de los andes, se | Pueden crecer hasta 15 m de altura. Tiene |



| | | | |
|-------------------------------------|-----------------|--|---|
| (Ruiz & Pav) Spreng. | | encuentra desde los 2500 a 4500 msnm. Está presente en las provincias de Azuay, Cañar, Carchi, Cotopaxi, Imbabura. | hojas coriáceas. Producen abundantes frutos pequeños que pueden llegar a medir 5 mm de diámetro agrupados a lo largo de la ramilla (Vargas, 2002). Inflorescencia fasciculada; flores inconspicuas, unisexuales, ovario con pocos óvulos, estigma sésil bien desarrollado. Frutos con una semilla. (Lozano, 2015) |
| <i>Oreocallis grandiflora</i> Lam. | Gañal | Arbusto o árbol nativo de los andes, se distribuye de 1000 a 4000 msnm, en las provincias de Azuay, Loja, Zamora. | Sus hojas son ligeramente espatuladas con el ápice redondo. Inflorescencia una corta panícula axilar ensanchada en la parte superior. Fruto es una drupa cordiforme. La semilla es cubierta por un arillo rojo. (Palacios, 2004) |
| <i>Oreopanax andreanus</i> Marchal. | Pumamaqui rojo, | Árbol endémico de los Andes, se distribuye de 2500 a 4000 msnm, en las Provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Napo, | Son árboles o arbustos algunas veces epífitos, dioicos, glabros o con pelos estrellados. Las hojas son lobuladas o enteras, pecíolo dilatado en la base. Las panículas o racimos terminales, con |



| | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|
| | | Pichincha y Tungurahua | brácteas. Las flores son sostenidas por bractéolas pubescentes; el tubo floral cónico, unido al ovario. El Fruto es globoso o elipsoide con cáliz y estilo persistentes (Palacios, 2004) |
| <i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Planch. | Pumamaqui blanco | Endémico del Ecuador, ubicado a 2500 a 3500 msnm. Está distribuida en las provincias del Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Loja y Morona Santiago. | Posee hojas enteras. La inflorescencia frecuentemente es grande, paniculada; posee flores hermafroditas. Fruto globoso. (Lozano, 2015) |
| <i>Vallea estipularis</i> Linneo. | Sacha capulí, capulicillo, palo rosa | Árbol o arbusto nativo de los Andes, se distribuye de 1500 a 4500 msnm. Encontradas en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Sucumbíos y Tungurahua. | Es un árbol de 8 a 10 m de altura, de copa redonda y tronco cilíndrico. Las hojas son acorazonadas, simples, alternas, el haz es verde amarillento, y el envés verde claro; las hojas viejas se vuelven rojizas. (Chávez, 2006). Flores agrupadas en inflorescencia de racimos terminales de color rosado. Frutos en capsulas globosas que se abren en 4 valvas. (Barrero <i>et al.</i> , 2012) |



| | | | |
|-------------------------------------|-----------------------|--|---|
| | | | |
| <i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth. | Sarar, encino, matate | Se desarrolla y distribuye en las Cordilleras Central y Oriental de los Andes, entre 2800 a 3600 msnm, en las provincias de Azuay, Cañar, Carchi, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha y Pastaza. | Arbustos, raramente árboles de 2 a 5 m de altura. Hojas compuestas, con folíolos obovados a obovado-elípticos. Inflorescencias de solitarias a pareadas, de 2,5 a 7 cm de longitud; flores de 2,5 a 7 cm de longitud. Frutos de 3 a 3,5 mm de largo, glabros (Lozano, 2015) |

6. MATERIALES Y METODOS (DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGIA)

6.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado al Sur del Ecuador provincia del Azuay, en la Granja de Nero de la Universidad de Cuenca, Cantón Cuenca (Figura 1), parroquia Baños. Ecológicamente se encuentra a una altitud de 3100 msnm, con una temperatura promedio de 8°C y una pluviosidad anual de 800 a 1200 mm. (UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2016). Los ecosistemas donde se realizará la investigación serán un bosque secundario y algunos árboles relictos.

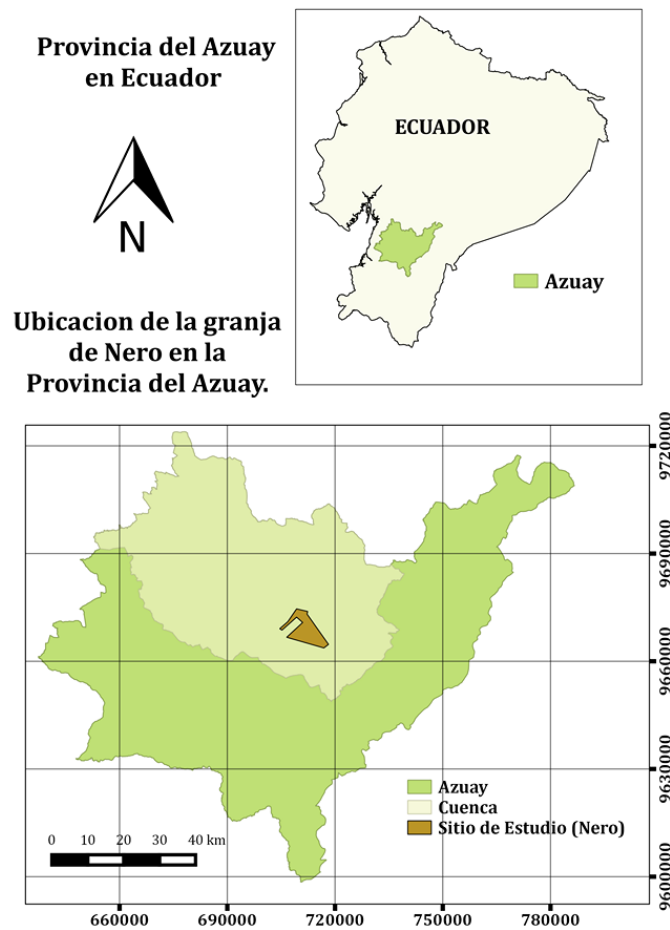


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en el sector de Nero en la Provincia del Azuay, Ecuador

Fuente: Elaboración propia



6.2. Métodos

6.2.1. Selección y marcaje de individuos

Para la selección de los árboles se realizó un reconocimiento del área de estudio y observación de la distribución espacial de los individuos de la cada especie. Todas las especies fueron seleccionadas bajo los protocolos metodológicos establecidos en el proyecto ‘Propagación de especies nativas y enriquecimiento florístico en tres diferentes tipos de cobertura en plantaciones de pino (*Pinus patula*) en las granjas de Iruquis y Nero, provincia del Azuay’.

Se seleccionaron seis individuos para cada especie aplicando la metodología propuesta por Heredia y Hosftede (1999). Esta da importancia a características fenotípicas como calidad del fuste, altura de la bifurcación, dominancia del eje principal, ángulo de inserción de las ramas, forma de la copa y diámetro de la copa.

Para facilitar el seguimiento de los individuos en campo, fueron etiquetados con placas de aluminio. También se realizó la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total para cada individuo seleccionado. Los arboles seleccionados no fueron georreferenciados, pero si se tomó en cuenta la distancia entre ellos, que fue entre los 15 y 100 m de distancia entre ellos. Esta información fue registrada en hojas de campo.

6.2.2. Observaciones fenológicas – primer objetivo específico

Las observaciones fenológicas se realizaron cada 15 días durante un periodo de 6 meses; se utilizó binoculares (10 x 25 mm) para visualizar las partes aéreas de los árboles seleccionados. Para la evaluación de los eventos se utilizó la metodología adaptada por Founier (1967) la cual consiste en realizar observaciones directas desde un punto fijo, para registrar las fenofases: botones florales, floración, fructificación, caída de follaje y brotación de follaje. Estos fenómenos fenológicos fueron codificados como se muestra en la (Tabla 2).



Hay que mencionar que para cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación se utilizó los datos existentes desde enero del 2016 hasta agosto del 2017 del proyecto titulado ‘‘Propagación de especies nativas y enriquecimiento florístico en tres diferentes tipos de cobertura en plantaciones de pino (*Pinus patula*) en las granjas de Irquis y Nero, provincia del Azuay’’. Y los datos que fueron tomados en la presente investigación fueron de la continuación de los mencionados y corresponden a la información levantada desde septiembre del 2017 hasta febrero del 2018.

Tabla 2. A continuación, se muestran los eventos que se registrarán para cada individuo.

| Fenómeno fenológico | Código |
|----------------------|--------|
| Botones florales | Botf |
| Floración | Fl |
| Fructificación | Ft |
| Caída de follaje | Cf |
| Brotación de follaje | Bf |

Fuente: Adaptación de (Founier, 1967)

A cada evento fenológico se le asignó un índice, el mismo que representó la magnitud del evento el cual fue registrado en porcentajes. Para esto se utilizó denominaciones o índices entre 0 y 4, las mismas que representan los distintos rangos sobre los porcentajes establecidos (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de magnitud (%) para los eventos fenológicos registrados en el bosque de Nero.

| Puntaje | Parámetro |
|---------|---|
| 0 | Ausencia del fenómeno observado |
| 1 | Presencia del fenómeno con una magnitud entre 1 y 25 por ciento |
| 2 | Presencia del fenómeno con una magnitud entre 26 y 50 por ciento |
| 3 | Presencia del fenómeno con una magnitud entre 51 y 75 por ciento |
| 4 | Presencia del fenómeno con una magnitud entre 76 y 100 por ciento |

Fuente: Adaptación de (Founier, 1967)



Los fenómenos fenológicos fueron descritos mediante gráficas descriptivas las mismas que nos permitieron diseñar un calendario fenológico del periodo de evaluación. Los eventos fenológicos registrados de los seis árboles de cada especie fueron promediados y este valor fue graficado, tanto el valor obtenido según el puntaje de la escala como el valor promedio porcentual.

6.2.3. Relación entre fases fenológicas y variables ambientales – segundo objetivo específico

Para estudiar la posible relación de las fases fenológicas o fenofases con las variables ambientales, en primer lugar, se revisó los datos mensuales de temperatura media mensual, precipitación media mensual y heliofania del periodo de estudio, de la estación meteorológica de Tarqui, que es la más cercana al sitio de estudio (cabe mencionar que la base de datos no fue depurada). Seguidamente, se realizó correlaciones no paramétricas de Spearman $P < 0,05$ como lo recomienda (Zar, 1999). Esto permitió correlacionar los valores promedios porcentuales de los fenómenos fenológicos especialmente de floración y fructificación que experimentó cada especie mensualmente con los valores mensuales de las variables ambientales, adaptando la metodología propuesta por (Morellato *et al.*, 1989).

Los parámetros correlacionados ($r > 0,4$; $P < 0,05$) fueron graficados mediante regresiones lineales considerando como variable dependiente (Y) a las fenofases y como independiente (X) a las variables ambientales.

6.2.1. Tendencias descriptivas entre las fases fenológicas y las variables ambientales

Las tendencias descriptivas se encuentran descritas en los anexos, como un aporte a los resultados, para realizar las tendencias descriptivas se utilizó el software de Excel, primero se procedió a promediar y representar todas las fenofases que marcan fertilidad en las especies, tales como botones florales, floración y fructificación, de todos los individuos. A estos promedios se los relacionó con los promedios mensuales de las variables ambientales de precipitación, temperatura y heliofania registrados durante un periodo de 26 meses desde enero del 2016 hasta febrero del 2018.



7. RESULTADOS

7.1. Elaboración de calendario fenológico de 10 especies nativas (Primer objetivo específico)

7.1.1. Cletra (*Clethra fimbriata* Kunth.)

En el año 2016 (Tabla 5), las fenofases de botones florales y floración presentaron su mayor porcentaje de ocurrencia en el mes de octubre con un 58% los botones florales y la floración con un 45%. La fase fenológica de fructificación, presentó su mayor porcentaje de ocurrencia en el mes enero con el 45% y continuó con menor intensidad en el mes de noviembre 42%. La caída de follaje se dio solamente en el mes de diciembre con una baja ocurrencia del 13%. La brotación de follaje fue muy intensa, en el mes de octubre alcanzando el 75% (Tabla 5).

En el año 2017 (Tabla 5), los botones florales se presentaron su máxima ocurrencia en el mes de agosto con el 70% de intensidad, las flores con un 68% en el mismo mes. La fructificación se presentó el 65% en el mes de octubre y la brotación de follaje con el 100% en los meses de noviembre y diciembre. También se pudo observar que, en los meses de noviembre y diciembre del año 2017, la caída de follaje que se dio en los meses de enero y febrero con una intensidad del 13%; y continuó con mayor intensidad (31%) en el mes de octubre la brotación de follaje fue muy intensa llegando a alcanzar el 100% de ocurrencia, y así continuó hasta los meses de enero y febrero del año 2018 con su máxima expresión de 100% (Tabla 5).

Tabla 4. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Clethra fimbriata* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Clethra fimbriata</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 0% | 0% | (45%) | 0% | 32% |
| | Febrero | 0% | 0% | 34% | 0% | 32% |
| | Marzo | 0% | 0% | 17% | 0% | 44% |
| | Abril | 0% | 0% | 4% | 0% | 60% |
| | Mayo | 0% | 0% | 0% | 0% | 38% |
| | Junio | 3% | 9% | 0% | 0% | 63% |
| | Julio | 9% | 19% | 0% | 0% | 65% |
| | Agosto | 25% | 19% | 0% | 0% | 56% |
| | Septiembre | 25% | 19% | 0% | 0% | 63% |
| | Octubre | (58%) | (45%) | 23% | 0% | (75%) |
| | Noviembre | 9% | 6% | (42%) | 6% | 28% |
| | Diciembre | 6% | 0% | 40% | (13%) | 13% |
| 2017 | Enero | 6% | 0% | 21% | (13%) | 13% |
| | Febrero | 13% | 0% | 21% | (13%) | 13% |
| | Marzo | 19% | 6% | 16% | 0% | 44% |
| | Abril | 19% | 25% | 4% | 0% | 60% |
| | Mayo | 19% | 44% | 0% | 0% | 38% |
| | Junio | 22% | 47% | 0% | 0% | 63% |
| | Julio | 25% | 44% | 0% | 0% | 66% |
| | Agosto | (70%) | (68%) | 0% | 0% | 56% |
| | Septiembre | 19% | 32% | 0% | 0% | 63% |
| | Octubre | 13% | 6% | (65%) | (31%) | 72% |
| | Noviembre | 6% | 0% | 60% | 22% | (100%) |
| | Diciembre | 0% | 0% | 38% | 10% | (100%) |
| 2018 | Enero | 0% | 6% | 2% | 0% | (100%) |
| | Febrero | 0% | 0% | 0% | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.2. Chachaco (*Escallonia myrtilloides* -L.f.)

Los botones florales de esta especie para el año 2016 (Tabla 6), presentaron su mayor ocurrencia en los meses abril, junio y agosto, siendo abril el mes de mayor incidencia 60%, junio y agosto con el 58%. Seguida de la floración que presentó su máximo porcentaje de ocurrencia en los meses de abril con 56% y julio con 50%. La fructificación, presentó el mismo porcentaje de ocurrencia en los meses de junio y septiembre 50%. La caída de follaje presentó un bajo porcentaje de ocurrencia 13% en el mes de diciembre. La brotación de follaje mostró un alto porcentaje de ocurrencia 88% en los meses de noviembre y diciembre. También se pudo observar que la fenofase de fructificación fue mayor en el año 2016 que en el año 2017; las demás fenofases se mantuvieron con el mismo porcentaje de ocurrencia en los dos años.

En el año 2017 (Tabla 6) la fase fenológica de botones florales se presentó su mayor ocurrencia en el mes de abril con un 66% de ocurrencia, y los meses de junio, agosto, octubre y noviembre con el 58%. La floración y fructificación presentaron los mismos porcentajes de ocurrencia en los mismos meses que en el año 2016; la floración en los meses de abril con 56%, julio con 50%, y la fructificación el 50% en los meses de junio y septiembre. (Tabla 6). La caída de follaje presentó el 13% de ocurrencia en los meses de enero y febrero, sin embargo, también se presentó con mayor ocurrencia de 37% en el mes de octubre. Para este año se puede observar que solo la fenofase de brotación de follaje ha sido mayor al año 2016, alcanzado el 100%; las demás fenofases se mantienen con el mismo porcentaje de ocurrencia.

Para el año 2018 (Tabla 6) se puede observar que, en los meses de enero y febrero, la fase de brotación de follaje continúa con el mismo porcentaje de ocurrencia 100% que el año 2017.

Tabla 5. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Escallonia myrtilloides* -L.F., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Escallonia myrtilloides</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 0% | 13% | 38% | 0% | 63% |
| | Febrero | 0% | 0% | 19% | 0% | 63% |
| | Marzo | 0% | 0% | 0% | 0% | 75% |
| | Abril | (60%) | (56%) | 17% | 0% | 60% |
| | Mayo | 13% | 25% | 44% | 0% | 13% |
| | Junio | (58%) | 25% | (50%) | 0% | 25% |
| | Julio | 19% | (50%) | 19% | 5% | 63% |
| | Agosto | (58%) | 38% | 38% | 0% | 75% |
| | Septiembre | 25% | 25% | (50%) | 0% | 75% |
| | Octubre | 0% | 0% | 44% | 0% | 75% |
| | Noviembre | 0% | 0% | 25% | 6% | (88%) |
| | Diciembre | 0% | 0% | 25% | (13%) | (88%) |
| 2017 | Enero | 0% | 0% | 25% | (13%) | (88%) |
| | Febrero | 0% | 0% | 25% | (13%) | (88%) |
| | Marzo | 0% | 0% | 0% | 0% | 75% |
| | Abril | (66%) | (56%) | 17% | 0% | 60% |
| | Mayo | 13% | 25% | 44% | 0% | 13% |
| | Junio | (58%) | 25% | (50%) | 0% | 25% |
| | Julio | 19% | 50% | 19% | 5% | 63% |
| | Agosto | 38% | 38% | 38% | 0% | 75% |
| | Septiembre | 25% | 25% | (50%) | 0% | 75% |
| | Octubre | (38%) | 13% | 0% | (37%) | 75% |
| | Noviembre | (38%) | 0% | 0% | 6% | (100%) |
| | Diciembre | 0% | 0% | 0% | 0% | (100%) |
| 2018 | Enero | 0% | 0% | 0% | 0% | (100%) |
| | Febrero | 13% | 0% | 0% | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.3. *Ilex (Ilex rupicola Kunth.)*

Para esta especie, en el año 2016 (Tabla 7) los botones florales presentaron su máxima ocurrencia en el mes de abril con el 58%. La floración mostró su mayor ocurrencia de 55% en el mes de abril. La fructificación se dio sólo en el mes de abril con un 43% de ocurrencia. La caída de follaje se presentó en los meses de enero febrero y marzo con el mismo porcentaje de ocurrencia de 19%. Continuando con la brotación de follaje se observó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 56% en los meses de noviembre y diciembre.

En el año 2017 (Tabla 7) la fenofase de botones florales presentó su máxima ocurrencia de 65% en el mes de abril, pero, también se mostró un mayor porcentaje de ocurrencia de 100% en el mes de diciembre. La floración se presentó en dos meses, noviembre con el 56% y con mayor intensidad en diciembre con el 81%. La fructificación se presentó en los meses de abril con el 61% y en octubre con un 57% de ocurrencia para los dos meses. La caída de follaje se presentó con bajo porcentaje de ocurrencia (19%) en el mes de marzo y el 38% en el mes de octubre. La brotación de follaje se mostró en los meses de enero y febrero con un 56%, pero también se presentó con mayor porcentaje de ocurrencia en el mes de diciembre, siendo este el 100%. En el año 2018 (Tabla 7) se presentó únicamente la brotación de follaje en enero y febrero que continuo desde el mes de diciembre con el mismo porcentaje de ocurrencia.

Se puede observar que las fases fenológicas de esta especie presentaron mayor intensidad de ocurrencia en el año 2017 que en el año 2016.

Tabla 6. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Ilex rupícola* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Ilex rupícola</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 56% | 6% | 44% | (19%) | 31% |
| | Febrero | 56% | 6% | 64% | (19%) | 31% |
| | Marzo | 56% | 25% | 50% | (19%) | 31% |
| | Abril | (58%) | (55%) | (53%) | 12% | 22% |
| | Mayo | 0% | 0% | 25% | 0% | 0% |
| | Junio | 9% | 0% | 40% | 0% | 3% |
| | Julio | 31% | 19% | 37% | 9% | 31% |
| | Agosto | 13% | 0% | 37% | 0% | 50% |
| | Septiembre | 0% | 0% | 37% | 0% | 50% |
| | Octubre | 0% | 0% | 31% | 0% | 50% |
| | Noviembre | 25% | 0% | 31% | 0% | (56%) |
| | Diciembre | 25% | 0% | 31% | 0% | (56%) |
| 2017 | Enero | 25% | 0% | 18% | 0% | (56%) |
| | Febrero | 25% | 0% | 18% | 0% | (56%) |
| | Marzo | 56% | 22% | 59% | (19%) | 31% |
| | Abril | (65%) | 43% | (61%) | 12% | 22% |
| | Mayo | 0% | 0% | 25% | 0% | 0% |
| | Junio | 11% | 0% | 40% | 0% | 3% |
| | Julio | 27% | 19% | 37% | 9% | 31% |
| | Agosto | 16% | 0% | 38% | 0% | 50% |
| | Septiembre | 7% | 0% | 38% | 0% | 50% |
| | Octubre | 63% | 44% | (57%) | (38%) | 81% |
| | Noviembre | 94% | (56%) | 43% | 15% | 96% |
| | Diciembre | (100%) | (81%) | 44% | 25% | (100%) |
| 2018 | Enero | 88% | 59% | 38% | 12% | (100%) |
| | Febrero | 63% | 38% | 40% | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.4. Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh.)

En el año 2016 (Tabla 8), la etapa fenológica brotación de follaje, se presentó en el mes de febrero con un porcentaje de 25%. La floración presentó su mayor ocurrencia en el mes de febrero con un 16%, pero también se mostró con mayor porcentaje de ocurrencia 19% para los meses de octubre, noviembre y diciembre (Tabla 8). La fructificación se mostró desde el mes de agosto a octubre con un 23% de ocurrencia. La caída de follaje se presentó únicamente en el mes de diciembre y alcanzó el 34%; en cambio, la brotación de follaje se dio en los meses de enero, febrero y marzo y alcanzó el 53% para los tres meses.

En el año 2017 las etapas fenológicas de botones florales, floración y fructificación se presentaron a partir del mes de noviembre. Los botones florales alcanzaron el 43 %, la floración el 35% en el mes de diciembre y la fructificación con el 31% que se dio mismo mes. La caída de follaje presentó su mayor ocurrencia en los meses de enero y febrero con un 34% en los dos meses, aunque también se presentó con un menor porcentaje de ocurrencia de 25% en el mes de octubre (Tabla 8). La brotación de follaje, mostró su ocurrencia en el mes de marzo con 53% pero también se presentó con un mayor porcentaje de ocurrencia con el 75% en el mes de diciembre.

En el año 2018 (Tabla 8), tenemos la fase de brotación de follaje que se presentó con un alto porcentaje de ocurrencia en el mes de febrero siendo este el 83%. Se pudo observar para esta especie que las fenofases se presentaron con mayor intensidad en el año 2017 en comparación con el año 2016. Sin embargo, la brotación de follaje en el año 2018 superó a los porcentajes registrados en los años 2016 y 2017.

Tabla 7. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 5% | 12% | 4% | 0% | (53%) |
| | Febrero | (25%) | (16%) | 4% | 3% | (53%) |
| | Marzo | 10% | 14% | 5% | 3% | (53%) |
| | Abril | 8% | 13% | 9% | 0% | 15% |
| | Mayo | 5% | 13% | 14% | 0% | 0% |
| | Junio | 4% | 12% | 16% | 0% | 14% |
| | Julio | 2% | 15% | 21% | 0% | 25% |
| | Agosto | 2% | 16% | (23%) | 12% | 43% |
| | Septiembre | 0% | 16% | (23%) | 15% | 40% |
| | Octubre | 1% | (19%) | (23%) | 15% | 43% |
| | Noviembre | 2% | (19%) | 20% | 31% | 34% |
| | Diciembre | 2% | (19%) | 20% | (34%) | 34% |
| 2017 | Enero | 1% | 12% | 17% | (34%) | 34% |
| | Febrero | 2% | 12% | 16% | (34%) | 34% |
| | Marzo | 19% | 9% | 11% | 3% | (53%) |
| | Abril | 13% | 9% | 11% | 0% | 15% |
| | Mayo | 12% | 10% | 14% | 0% | 0% |
| | Junio | 14% | 10% | 16% | 0% | 14% |
| | Julio | 18% | 13% | 21% | 0% | 25% |
| | Agosto | 18% | 14% | 22% | 12% | 43% |
| | Septiembre | 18% | 14% | 22% | 12 | 40% |
| | Octubre | 18% | 19% | 21% | (25%) | 45% |
| | Noviembre | 20% | 19% | 25% | 20% | 68% |
| | Diciembre | (43%) | (35%) | (31%) | 17% | (75%) |
| 2018 | Enero | 10% | 9% | 17% | 10% | 78% |
| | Febrero | 16% | 14% | 17% | 5% | (83%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.5. *Myrsine (Myrsine dependens (Ruiz & Pav) Spreng.)*

En el año 2016 (Tabla 9), las etapas fenológicas de botones florales y floración se presentaron, en los meses de septiembre y octubre, los botones florales llegaron a alcanzar el 100% y la floración el 75% de ocurrencia. La fructificación se presentó en los meses de noviembre y diciembre siendo su máxima ocurrencia del 100% (Tabla 9). La caída de follaje fue muy baja 6% y se dio únicamente en el mes de julio, en cambio la brotación de follaje mostró su máximo ocurrencia de 100% en los meses de mayo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Para el año 2017 (Tabla 9), los botones florales presentaron la máxima ocurrencia de 100% en los meses de septiembre, octubre y noviembre. La floración se dio solamente en el mes de septiembre y alcanzó un 75%. La fase fenológica de fructificación presentó el mismo porcentaje de ocurrencia de 100%, en los meses de enero, febrero, octubre, noviembre y diciembre. La caída de follaje se dio en el mes de octubre con un 50% y la brotación de follaje se presentó en los meses de enero, febrero, mayo y septiembre con el mismo porcentaje de ocurrencia de 100% para los meses mencionados.

En los dos meses que se tomaron datos en el año 2018 (Tabla 9), se presentó solamente la fructificación en los meses de enero y febrero y su máxima intensidad es del 100%. Las fenofases de esta especie presentaron similar ocurrencia para los tres años de evaluación, excepto la caída de follaje que fue mayor en el año 2017.

Tabla 8. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Myrsine dependens</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| | Febrero | 0% | 0% | 0% | 0% | 50% |
| | Marzo | 0% | 0% | 0% | 0% | 67% |
| | Abril | 0% | 0% | 25% | 0% | 91% |
| | Mayo | 0% | 0% | 50% | 0% | (100%) |
| | Junio | 0% | 0% | 32% | 0% | 70% |
| | Julio | 37% | 12% | 25% | (6%) | 53% |
| | Agosto | 75% | 50% | 13% | 0% | 75% |
| | Septiembre | (100%) | (75%) | 20% | 0% | (100%) |
| | Octubre | (100%) | (75%) | 46% | 0% | (100%) |
| | Noviembre | 60% | 40% | (100%) | 0% | (100%) |
| | Diciembre | 56% | 33% | (100%) | 0% | (100%) |
| 2017 | Enero | 50% | 27% | (100%) | 0% | (100%) |
| | Febrero | 24% | 12% | (100%) | 0% | (100%) |
| | Marzo | 4% | 0% | 14% | 0% | 83% |
| | Abril | 0% | 0% | 25% | 0% | 91% |
| | Mayo | 0% | 0% | 40% | 0% | (100%) |
| | Junio | 0% | 0% | 17% | 0% | 66% |
| | Julio | 40% | 15% | 27% | 4% | 70% |
| | Agosto | 83% | 55% | 49% | 0% | 75% |
| | Septiembre | (100%) | (75%) | 66% | 0% | (100%) |
| | Octubre | (100%) | 51% | (100%) | (50%) | 40% |
| | Noviembre | (100%) | 30% | (100%) | 25% | 62% |
| | Diciembre | 70% | 22% | (100%) | 20% | 75% |
| 2018 | Enero | 30% | 16% | (100%) | 23% | 75% |
| | Febrero | 12% | 14% | (100%) | 26% | 75% |

Fuente: Elaboración propia



7.1.6. Gañal (*Oreocallis grandiflora* Lam.)

En el año 2016 (Tabla 10), la fase fenológica botones florales presentó su máxima ocurrencia de 56% en el mes de febrero. La floración registró su mayor ocurrencia de 47% en los meses de octubre, noviembre y diciembre. La fructificación mostró su mayor porcentaje de ocurrencia con el 45% en los meses de agosto, septiembre y octubre. La fase fenológica caída de follaje presentó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 22% en el mes de marzo. De igual manera la brotación de follaje se produjo en los meses de noviembre y diciembre con un de 50 % de ocurrencia los dos meses.

En el año 2017 (Tabla 10), los botones florales presentaron el mayor porcentaje de ocurrencia en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre alcanzando una misma ocurrencia de 57% y el 49% en el mes de noviembre. La floración, presentó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 39% en el mes de noviembre. La fructificación, registró su mayor ocurrencia en los meses de agosto y septiembre con un 45%. La caída de follaje manifestó el mayor porcentaje de ocurrencia en octubre con el 31% y diciembre con el 25%. Por último, la brotación de follaje presentó el 70% de ocurrencia en el mes de diciembre.

En el 2018 (Tabla 10), la fase fenológica brotación de follaje presentó el 29% de ocurrencia el mes de febrero, y la floración con el 25% en este mismo mes. La fructificación al igual que las fenofases anteriores se dio en el mes de febrero con un porcentaje de ocurrencia del 35 %. La caída de follaje mostró un porcentaje de 22% en el mes de enero y la brotación de follaje un 83% de ocurrencia en el mes de febrero. Se puede observar que, la ocurrencia de la mayoría de las fases fenológicas fue mayor el año 2017, excepto la brotación de follaje que presento mayor intensidad de ocurrencia para el año 2018.

Tabla 9. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreocallis grandiflora* Lam., durante el año 2016, 2017 y 2018, Granja Experimental Nero.

| Año | Meses | Etapas Fenológicas de <i>Oreocallis grandiflora</i> | | | | |
|------|------------|---|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 9% | 25% | 8% | 8% | 29% |
| | Febrero | (56%) | 25% | 8% | 16% | 37% |
| | Marzo | 12% | 27% | 10% | (22%) | 37% |
| | Abril | 14% | 27% | 18% | 6% | 36% |
| | Mayo | 10% | 27% | 29% | 2% | 12% |
| | Junio | 8% | 25% | 33% | 4% | 16% |
| | Julio | 4% | 31% | 43% | 8% | 27% |
| | Agosto | 4% | 33% | (45%) | 8% | 16% |
| | Septiembre | 4% | 33% | (45%) | 8% | 25% |
| | Octubre | 2% | (47%) | (45%) | 12% | 47% |
| | Noviembre | 8% | (47%) | 41% | 8% | (50%) |
| | Diciembre | 6% | (47%) | 41% | 8% | (50%) |
| 2017 | Enero | 5% | 25% | 35% | 12% | 54% |
| | Febrero | 4% | 25% | 33% | 12% | 54% |
| | Marzo | 29% | 16% | 22% | 22% | 37% |
| | Abril | 25% | 18% | 22% | 6% | 36% |
| | Mayo | 25% | 29% | 29% | 2% | 12% |
| | Junio | 29% | 20% | 33% | 4% | 16% |
| | Julio | (57%) | 27% | 43% | 8% | 27% |
| | Agosto | (57%) | 29% | (45%) | 8% | 16% |
| | Septiembre | (57%) | 29% | (45%) | 8% | 25% |
| | Octubre | (57%) | 33% | 35% | (31%) | 54% |
| | Noviembre | (49%) | (39%) | 43% | 20% | 66% |
| | Diciembre | 35% | 33% | 39% | (25%) | (70%) |
| 2018 | Enero | 18% | 18% | 31% | (22%) | 77% |
| | Febrero | (29%) | (25%) | (35%) | 12% | (83%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.7. Pumamaqui rojo (*Oreopanax andreanus* Marchal.)

Para el año 2016 (Tabla 11), el mayor porcentaje de ocurrencia de botones florales se presentó en el mes de enero con el 85%. La floración presentó el 78% de ocurrencia en el mes de febrero. La fructificación se presentó durante los meses de julio, agosto y septiembre con un 75% de ocurrencia. La caída de follaje con su mayor porcentaje de ocurrencia de 64% en los meses de noviembre y diciembre. La brotación de follaje y su mayor porcentaje de ocurrencia de 79% para el mes de marzo.

En el año 2017 (Tabla 11) la fase fenológica botones florales mostró su mayor porcentaje de ocurrencia de 84% en el mes de enero. La floración con el 80% para el mes de marzo. La fructificación con el 78% en el mes de octubre. La caída de follaje con el 28% en los meses de julio, agosto y septiembre. La brotación de follaje expresó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 79% para el mes de noviembre. La mayoría de las etapas fenológicas presentaron mayor incidencia en el año 2017 que en el año 2016, excepto la caída de follaje y los botones florales que fueron mayores para el año 2016.

En el año 2018 (Tabla 11) la floración se presentó en el mes de enero con un 37% de ocurrencia y fue menor que en los años 2016 y 2017. La brotación de follaje mostró su mayor porcentaje de ocurrencia de 100% el mes de febrero y fue mayor que en los años 2016 y 2017.



Tabla 10. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreopanax andreanus* Marchal., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas Fenológicas de <i>Oreopanax andreanus</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | (85%) | 16% | 23% | 0% | 59% |
| | Febrero | 34% | (78%) | 20% | 2% | 65% |
| | Marzo | 20% | 23% | 32% | 0% | (79%) |
| | Abril | 0% | 0% | 57% | 7% | 37% |
| | Mayo | 0% | 0% | 67% | 23% | 6% |
| | Junio | 0% | 0% | 70% | 25% | 6% |
| | Julio | 0% | 0% | (75%) | 28% | 14% |
| | Agosto | 0% | 0% | (75%) | 28% | 12% |
| | Septiembre | 0% | 0% | (75%) | 28% | 12% |
| | Octubre | 0% | 0% | 68% | 46% | 7% |
| | Noviembre | 0% | 0% | 0% | (64%) | 6% |
| | Diciembre | 0% | 0% | 0% | (64%) | 6% |
| 2017 | Enero | (84%) | 0% | 0% | 16% | 51% |
| | Febrero | 26% | 0% | 0% | 0% | 75% |
| | Marzo | 20% | (80%) | 32% | 0% | 69% |
| | Abril | 0% | 0% | 57% | 7% | 37% |
| | Mayo | 0% | 0% | 67% | 23% | 6% |
| | Junio | 0% | 0% | 70% | 25% | 6% |
| | Julio | 0% | 0% | 75% | (28%) | 14% |
| | Agosto | 0% | 0% | 75% | (28%) | 12% |
| | Septiembre | 0% | 0% | 75% | (28%) | 12% |
| | Octubre | 6% | 0% | (78%) | 17% | 32% |
| | Noviembre | 12% | 8% | 50% | 10% | (79%) |
| | Diciembre | 15% | 14% | 22% | 3% | 65% |
| 2018 | Enero | 15% | (37%) | 3% | 4% | 93% |
| | Febrero | 17% | 18% | 0% | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.8. Pumamaqui blanco (*Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch.)

En el año 2016 (Tabla 12), la fase fenológica botones florales mostró su mayor porcentaje de ocurrencia de 75% en el mes de enero, continuando con la floración se presentó el mes de abril con un 62% de ocurrencia. La fructificación presentó una ocurrencia de 50% desde el mes de junio hasta el mes de septiembre. La caída de follaje presentó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 56% para el mes de octubre. La brotación de follaje mostró su mayor porcentaje de ocurrencia en los meses de enero y febrero con el 44% y el 43 % en los meses de noviembre y diciembre.

En el año 2017 (Tabla 12), la fase fenológica de botones florales presentó su mayor porcentaje de ocurrencia del 69% en el mes de febrero, siendo este valor menor que en el año 2016. La floración presentó el 62% de ocurrencia en el mes de abril. La fructificación se dio en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, y alcanzaron el 50% de ocurrencia para todos los meses. La caída de follaje se mostró en los meses de julio, agosto y septiembre con el 38% de ocurrencia. La brotación de follaje manifestó su mayor porcentaje de ocurrencia en el mes de diciembre con el 96%. Para esta especie se presentaron con mayor intensidad la mayoría de las fases fenológicas en el año 2016 en comparación del año 2017. Sin, embargo la brotación de follaje que fue mayor en el año 2017.

Para el año 2018 (Tabla 12) en el mes de enero se presentaron las fases de fenológicas de botones florales con el 31% y floración con una ocurrencia del 31%. Estas dos etapas fenológicas presentaron menor incidencia a los años 2016 y 2017. La brotación de follaje se dio en los meses de enero y febrero, y su intensidad de ocurrencia fue del 96 %.

Tabla 11. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Oreopanax avicenniifolius</i> | | | | |
|------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | (75%) | 6% | 6% | 18% | (44%) |
| | Febrero | 65% | 31% | 6% | 15% | (44%) |
| | Marzo | 65% | 40% | 3% | 12% | 31% |
| | Abril | 18% | (62%) | 21% | 9% | 25% |
| | Mayo | 9% | 40% | 25% | 28% | 0% |
| | Junio | 0% | 9% | (50%) | 31% | 0% |
| | Julio | 0% | 0% | (50%) | 37% | 0% |
| | Agosto | 0% | 0% | (50%) | 37% | 0% |
| | Septiembre | 0% | 0% | (50%) | 37% | 0% |
| | Octubre | 0% | 0% | 28% | (56%) | 0% |
| | Noviembre | 37% | 0% | 0% | 25% | (43%) |
| | Diciembre | 37% | 25% | 0% | 25% | (43%) |
| 2017 | Enero | 56% | 25% | 6% | 6% | 50% |
| | Febrero | (69%) | 31% | 0% | 0% | 56% |
| | Marzo | 65% | 40% | 7% | 12% | 43% |
| | Abril | 18% | (62%) | 20% | 9% | 25% |
| | Mayo | 9% | 40% | 27% | 28% | 0% |
| | Junio | 6% | 9% | (50%) | 31% | 0% |
| | Julio | 18% | 12% | (50%) | (38%) | 0% |
| | Agosto | 25% | 0% | (50%) | (38%) | 0% |
| | Septiembre | 31% | 0% | (50%) | (38%) | 0% |
| | Octubre | 40% | 0% | 25% | 25% | 53% |
| | Noviembre | 50% | 0% | 25% | 0% | 87% |
| | Diciembre | 37% | 18% | 21% | 0% | (96%) |
| 2018 | Enero | (31%) | (31%) | 6% | 3% | (96%) |
| | Febrero | 12% | 12% | 3% | 3% | (96%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.9. Sacha capulí (*Vallea stipularis* Linneo.)

En el año 2016 (Tabla 13), la fase fenológica botones florales presentó el mayor porcentaje de ocurrencia de 75% en el mes de enero. La floración mostró su mayor ocurrencia 68% en el mes de febrero. La fructificación se dio en el mes de abril y su incidencia fue del 65%. La caída de follaje se presentó en los meses de septiembre, octubre y noviembre, alcanzaron el 75% de ocurrencia los tres meses. La brotación de follaje se presentó en el mes de marzo con un 87% de incidencia.

En el año 2017 (Tabla 13), los botones florales y la floración presentaron un porcentaje del 80% de ocurrencia, y se presentaron en el mes de marzo. La fructificación mostró su mayor porcentaje de ocurrencia con el 75% para el mes de abril, siendo similar en comparación al año 2016. La caída de follaje se presentó con el 87% de ocurrencia en el mes de octubre y la brotación de follaje en el mes de noviembre en donde llegó a alcanzar el 100%, siendo mayor este resultado al observado en el año 2016.

En el año 2018 (Tabla 13) los botones florales presentaron un porcentaje de ocurrencia del 60%, en el mes de enero y fueron menor al año 2016, pero mayor al año 2017. La floración presentó el 60% de ocurrencia en el mes de enero al igual que la fructificación que registro el 52%. Esta última fase fue menor a los resultados registrados en los años 2016 y 2017. La caída de follaje presentó el 100% de ocurrencia en el mes de febrero.

Tabla 12. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Vallea stipularis* Linneo., durante los años 2016, 2017 y 2018 en la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológico de <i>Vallea stipularis</i> | | | | |
|------|------------|---|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | (75%) | 0% | 0% | 0% | 62% |
| | Febrero | 56% | (68%) | 6% | 0% | 87% |
| | Marzo | 25% | 25% | 56% | 0% | (87%) |
| | Abril | 0% | 0% | (65%) | 0% | 41% |
| | Mayo | 0% | 0% | 56% | 0% | 0% |
| | Junio | 0% | 0% | 56% | 0% | 0% |
| | Julio | 0% | 0% | 0% | 18% | 0% |
| | Agosto | 0% | 0% | 0% | 62% | 0% |
| | Septiembre | 0% | 0% | 0% | (75%) | 0% |
| | Octubre | 0% | 0% | 0% | (75%) | 0% |
| | Noviembre | 0% | 0% | 0% | (75%) | 25% |
| | Diciembre | 0% | 0% | 0% | 0% | 62% |
| 2017 | Enero | 0% | 0% | 0% | 0% | 62% |
| | Febrero | 0% | 0% | 0% | 0% | 62% |
| | Marzo | (80%) | (80%) | 56% | 0% | 87% |
| | Abril | 0% | 0% | (70%) | 0% | 41% |
| | Mayo | 0% | 0% | 57% | 0% | 0% |
| | Junio | 0% | 0% | 59% | 6% | 0% |
| | Julio | 0% | 0% | 0% | 40% | 0% |
| | Agosto | 0% | 0% | 0% | 62% | 0% |
| | Septiembre | 0% | 0% | 0% | 75% | 23% |
| | Octubre | 0% | 0% | 0% | (87%) | 57% |
| | Noviembre | 12% | 12% | 0% | 45% | (100%) |
| | Diciembre | 15% | 13% | 0% | 25% | 30% |
| 2018 | Enero | 18% | 28% | 0% | 0% | 43% |
| | Febrero | (60%) | (60%) | (52%) | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia



7.1.10. Sarar (*Weinmannia fagaroides* Kunth.)

En el año 2016 (Tabla 14), La fase fenológica botones florales presentó su mayor porcentaje de ocurrencia con el 66% en los meses de agosto y septiembre. La floración mostró su mayor ocurrencia de 60% en los meses de noviembre y diciembre. La fructificación presentó su mayor intensidad de ocurrencia con el 66% en el mes de enero. La caída de follaje manifestó un bajo porcentaje de ocurrencia con el 2% en el mes de mayo. La brotación de follaje presentó el 100% de ocurrencia en los meses de noviembre y diciembre.

En el año 2017 (Tabla 14), la brotación de follaje se presentó en los meses de agosto y septiembre con una incidencia de 66%. La floración mostró su mayor porcentaje de intensidad de ocurrencia con el 45% en los meses de agosto y septiembre. La fructificación mostró el 56% de ocurrencia para el mes de marzo. La caída de follaje se presentó con el 2% en los meses de abril, octubre y noviembre. La brotación de follaje mostró su mayor porcentaje de ocurrencia 100% en el mes de diciembre, y continuó hasta los meses de enero y febrero del año 2018.

En el año 2018 (Tabla 14) los botones florales obtuvieron un porcentaje de 70 % en el mes de enero lo cual fue mayor para los años 2016 y 2017. La floración en el año 2018 presentó un 56% de ocurrencia y fue mayor a los resultados obtenidos en los años 2016 y 2017. La fructificación se presentó en el mes de febrero con un 18% de ocurrencia. y fue muy inferior a los años 2016 y 2017.

Tabla 13. Porcentajes máximos de los fenómenos fenológicos observados en *Weinmannia fagaroides* Kunth., durante los años 2016, 2017 y 2018 de la granja experimental de Nero.

| Año | Meses | Etapas fenológicas de <i>Weinmannia fagaroides</i> | | | | |
|-----------|------------|--|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| | | Botones florales | Floración | Fructificación | Caída de Follaje | Brotación de Follaje |
| 2016 | Enero | 12% | 0% | (66%) | 0% | 45% |
| | Febrero | 10% | 22% | 62% | 0% | 52% |
| | Marzo | 8% | 12% | 47% | 0% | 54% |
| | Abril | 41% | 6% | 14% | 0% | 37% |
| | Mayo | 58% | 18% | 3% | (2%) | 75% |
| | Junio | 50% | 31% | 5% | 0% | 83% |
| | Julio | 56% | 31% | 6% | 0% | 97% |
| | Agosto | (66%) | 45% | 4% | 0% | 95% |
| | Septiembre | (66%) | 45% | 4% | 0% | 95% |
| | Octubre | 56% | 41% | 20% | 0% | 97% |
| | Noviembre | 41% | (60%) | 33% | 0% | (100%) |
| Diciembre | 41% | (60%) | 33% | 0% | (100%) | |
| 2017 | Enero | 20% | 22% | 43% | 0% | 70% |
| | Febrero | 4% | 25% | 50% | 0% | 59% |
| | Marzo | 8% | 22% | (56%) | 0% | 58% |
| | Abril | 41% | 10% | 22% | (2%) | 70% |
| | Mayo | 58% | 18% | 8% | 0% | 87% |
| | Junio | 50% | 31% | 12% | 0% | 91% |
| | Julio | 56% | 31% | 39% | 0% | 97% |
| | Agosto | (66%) | (45%) | 29% | 0% | 95% |
| | Septiembre | (66%) | (45%) | 25% | 0% | 95% |
| | Octubre | 16% | 10% | 12% | (2%) | 89% |
| | Noviembre | 12% | 4% | 8% | (2%) | 93% |
| Diciembre | 27% | 10% | 8% | 0% | (100%) | |
| 2018 | Enero | (70%) | 12% | 6% | 0% | (100%) |
| | Febrero | 35% | (56%) | (18%) | 0% | (100%) |

Fuente: Elaboración propia

7.2. Calendario Fenológico

El calendario fenológico desarrollado mediante la información fenológica de botones florales, floración, fructificación, caída de follaje, brotación de follaje y las variables de clima registradas durante los años 2016, 2017 y 2018 de las 10 especies forestales en estudio se muestran en el (Anexo 2).

7.3. Correlaciones entre las variables ambientales con las fases fenológicas (segundo objetivo específico)

7.3.1. Cletra (*Clethra fimbriata* Kunth.)

La fase fenológica de botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,15$; $p = 0,4515$); tampoco se correlacionó con la heliofanía ($r = 0,07$; $p = 0,7491$). Sin embargo, registró una correlación negativa y significativa con la temperatura ($r = -0,48$; $p = 0,0129$) (Figura 2).

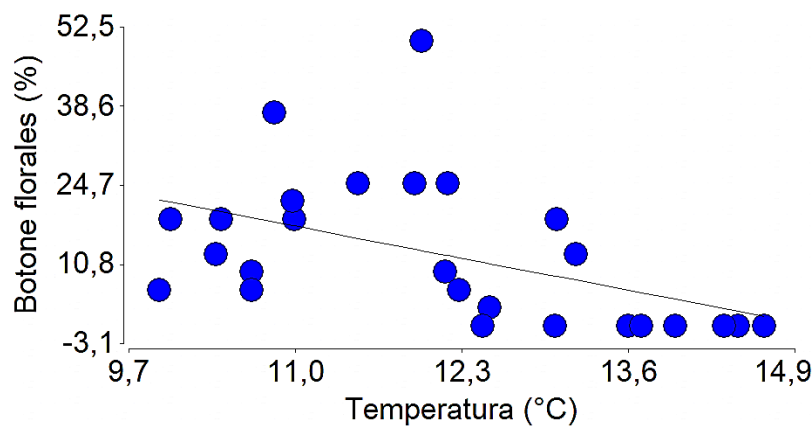


Figura 2. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la fase fenológica botones florales (%) de *Clethra fimbriata*.

La fase fenológica de floración no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,25$; $p = 0,2088$), heliofanía ($r = -0,35$; $p = 0,0756$), ni con la temperatura ($r = -0,02$; $p = 0,9100$). La fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($p = 0,9981$), temperatura ($r = 0,07$; $p = 0,7508$), ni heliofanía ($r = 0,38$; $p = 0,0575$).

La caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,01$; $p = 0,9786$), temperatura ($r = -0,12$; $p = 0,5662$), ni heliofanía ($r = 0,39$; $p = 0,0596$).

La brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,26$; $p = 0,1962$), ni temperatura ($r = 0,31$; $p = 0,1228$). Sin embargo, presentó una alta correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,63$; $p = 0,0006$) (Figura 3).

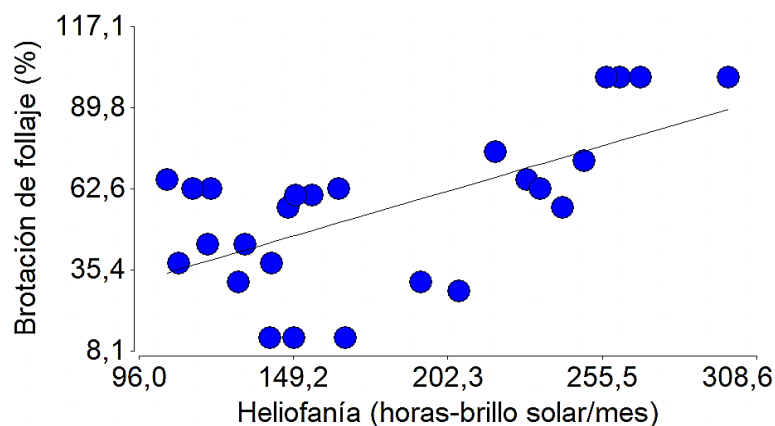


Figura 3. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Clethra fimbriata*.

7.3.2. Chachaco (*Escallonia myrtilloides* -L.f.)

La fase fenológica de botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,31$; $p = 0,1231$), temperatura ($r = 0,11$; $p = 0,5936$), ni heliofanía ($r = 0,04$; $p = 0,8487$). La floración tampoco se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,10$; $p = 0,6332$), ni heliofanía ($r = -0,26$; $p = 0,1991$), ni con la temperatura ($r = 0,5$; $p = 0,8022$).

La fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,28$; $p = 0,1616$), temperatura ($r = -0,23$; $p = 0,2546$), ni con la heliofanía ($r = -0,38$; $p = 0,0577$). La caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,09$; $p = 0,6737$), temperatura ($r = -0,14$; $p = 0,4935$), ni con la heliofanía ($r = 0,19$; $P = 0,3501$). Es así que no mostró ningún patrón de asociación con las variables ambientales en los meses evaluados.

La brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,02$; $p = 0,9084$), ni temperatura ($r = 0,01$; $p = 0,9663$). Sin embargo, mantuvo una correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,63$; $p = 0,006$) (Figura 4).

0,1074), ni temperatura ($r = -0,35$; $p = 0,0761$). No obstante, mantuvo una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,56$; $p = 0,0031$) (Figura 6).

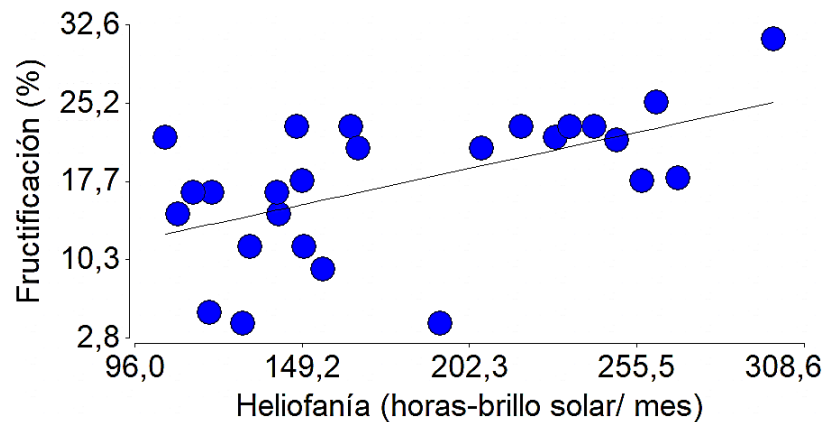


Figura 6. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Ilex rupícola*.

La fase fenológica caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,22$; $p = 0,2796$), ni temperatura ($r = 0,31$; $p = 0,1271$). Sin embargo, presentó una correlación negativa no significativa con la heliofanía ($r = -0,42$; $p = 0,1327$) (Figura 7).

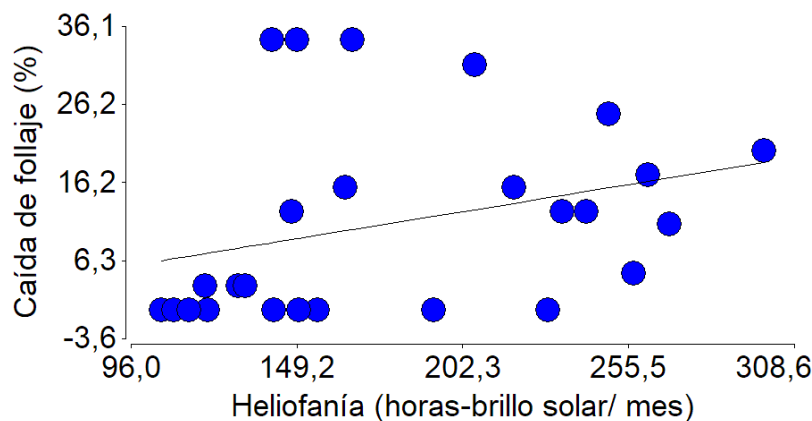


Figura 7. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la caída de follaje (%) de *Ilex rupícola*.

La brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,01$; $p = 0,9562$), ni temperatura ($r = 0,31$; $p = 0,1240$). Sin embargo, presentó correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,66$; $p = 0,0003$) (Figura 8).

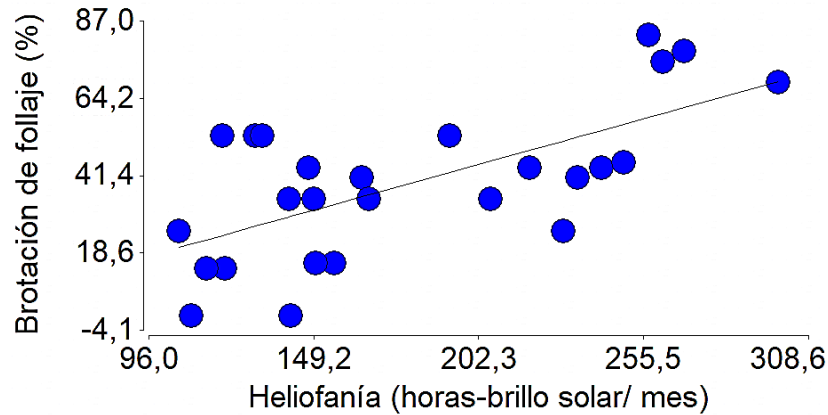


Figura 8. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Ilex rupicola*.

7.3.4. Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh.)

Los botones florales no se correlacionaron significativamente con la precipitación ($r = 0,13$; $p = 0,5216$), ni temperatura ($r = 0,23$; $p = 0,2544$). Sin embargo, presentó una correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,48$; $p = 0,0129$) (Figura 9).

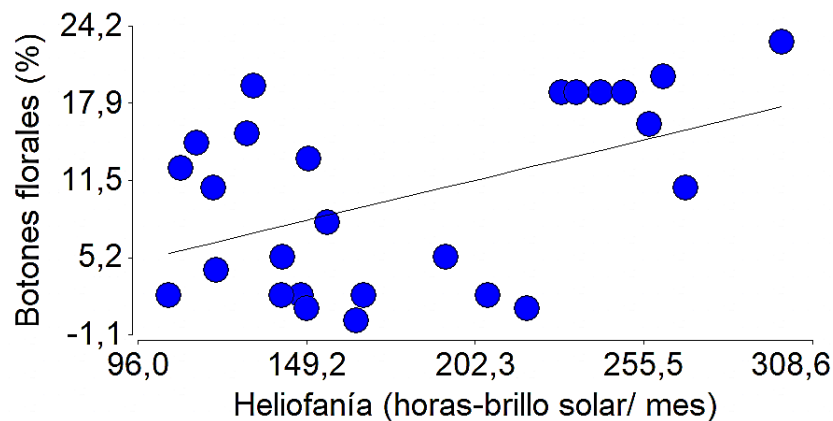


Figura 9. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de *Myrcianthes rhopaloides*.

La fase fenológica de floración no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,12$; $p = 0,5628$), ni con la temperatura ($r = 0,19$; $p = 0,3522$). Pero si presentó una correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,43$; $p = 0,0286$) (Figura 10).

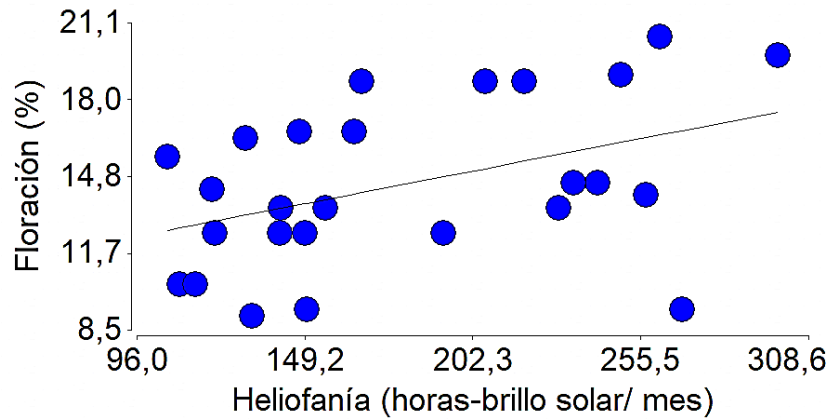


Figura 10. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de *Myrcianthes rhopaloides*.

La fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,26$; $p = 0,2069$), ni con la temperatura ($r = -0,35$; $p = 0,0761$), sin embargo, si presentó una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,56$; $p = 0,0031$) (Figura 11).

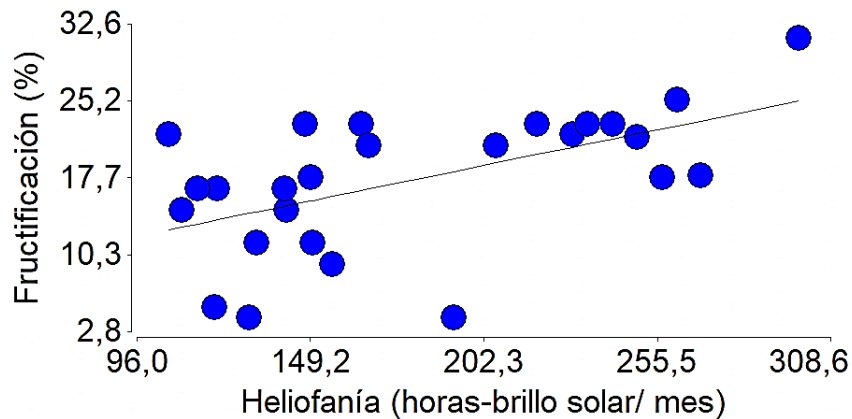


Figura 11. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Myrcianthes rhopaloides*

La fase fenológica caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,22$; $p = 0,2796$), ni heliofanía ($r = 0,31$; $p = 0,1271$). Sin embargo, presentó una correlación negativa altamente significativa con la temperatura ($r = -0,42$; $p = 0,0327$) (Figura 12).

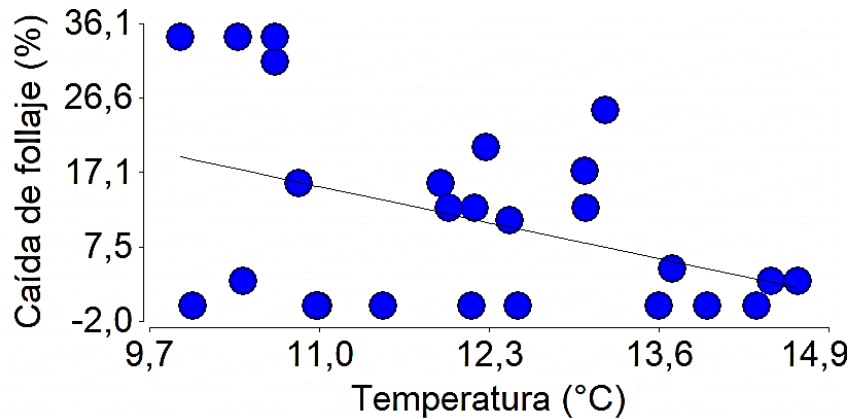


Figura 12. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la caída de follaje (%) de *Myrcianthes rhopaloides*.

La fase fenológica brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,01$; $p = 0,9562$), ni con la temperatura ($r = 0,31$; $p = 0,1240$). No obstante, si mantuvo una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,66$; $p = 0,0003$) (Figura 13).

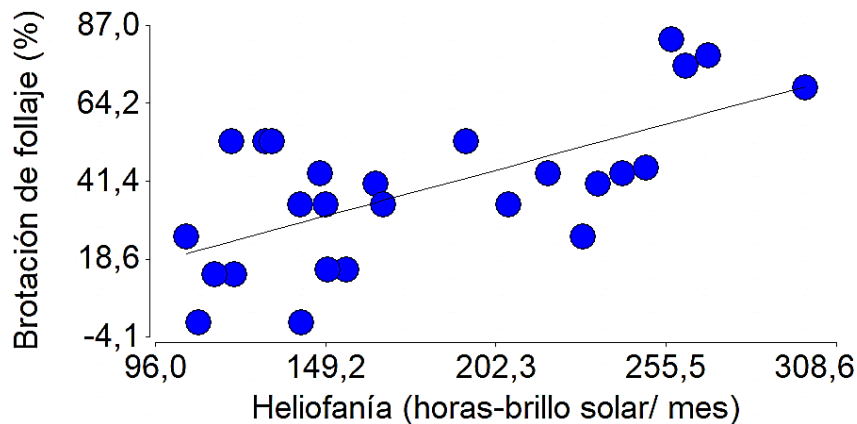


Figura 13. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Myrcianthes rhopaloides*

7.3.5. *Myrsine* (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng.)

La fase fenológica botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,09$; $p = 0,6740$), ni con la temperatura ($r = 0,01$; $p = 0,9510$). Sin embargo, mantuvo una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,44$; $p =$

0,0230) (Figura 14).

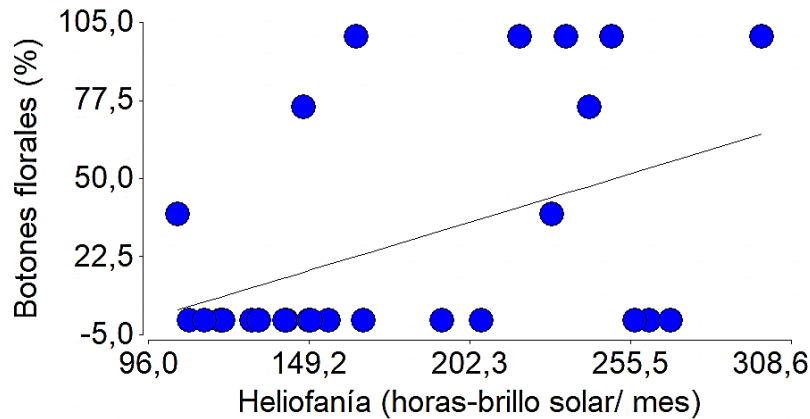


Figura 14. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de *Myrsine dependens*

La fase fenológica floración no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,15$; $p = 0,4754$), ni con la temperatura ($r = -0,02$; $p = 0,9388$). Sin embargo, mantuvo una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,42$; $p = 0,0325$) (Figura 15).

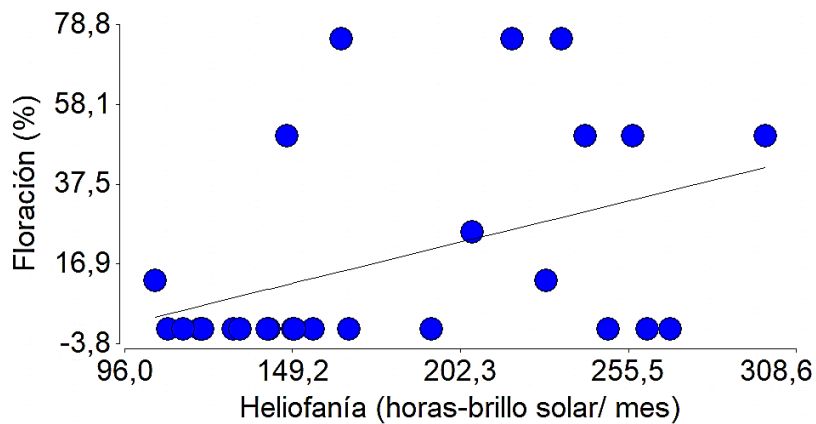


Figura 15. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de *Myrsine dependens*.

La fase fenológica fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,13$; $p = 0,5141$), ni con la temperatura ($r = -0,24$; $p = 0,2443$). Sin embargo, mantuvo correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,45$; $p = 0,0206$) (Figura 16).

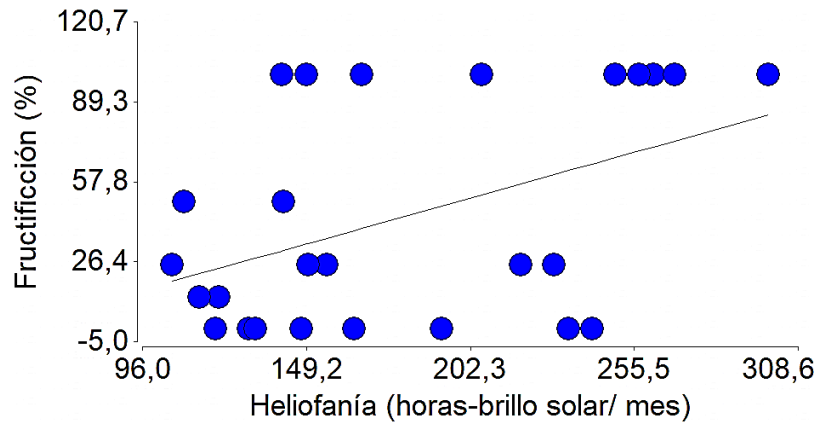


Figura 16. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Myrsine dependens*.

La fase fenológica caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,07$; $p = 0,7183$), ni con la temperatura ($r = 0,26$; $p = 0,1997$). Sin embargo, presentó una alta correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,66$; $p = 0,0002$) (Figura 17).

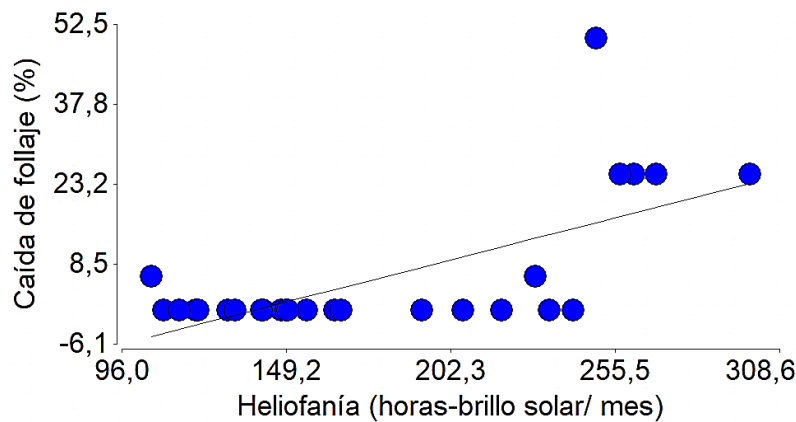


Figura 17. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la caída de follaje (%) de *Myrsine dependens*.

La fase fenológica brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,13$; $p = 0,5334$), ni con la heliofanía ($r = -0,02$; $p = 0,9216$). No obstante, presentó una correlación negativa y significativa con la temperatura ($r = -0,39$; $p = 0,0499$) (Figura 18).

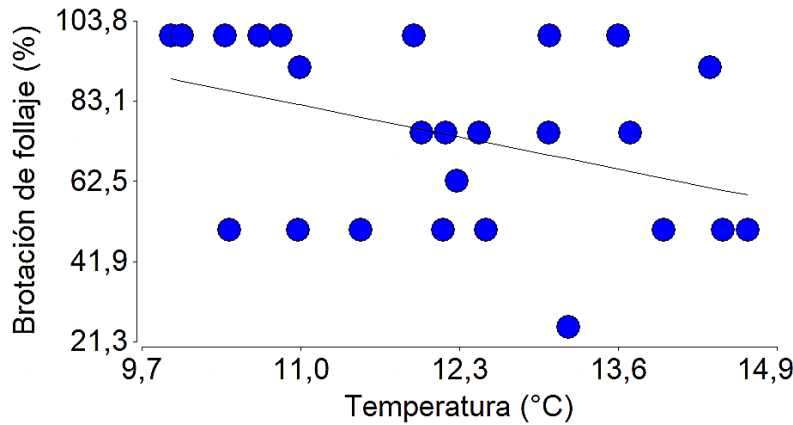


Figura 18. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Myrsine dependens*.

7.3.6. Gañal (*Oreocallis grandiflora* Lam.)

La fase fenológica botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,08$; $p = 0,7016$), ni con la temperatura ($r = 0,12$; $p = 0,5473$). Sin embargo, mantuvo una correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,52$; $p = 0,0062$) (Figura 19).

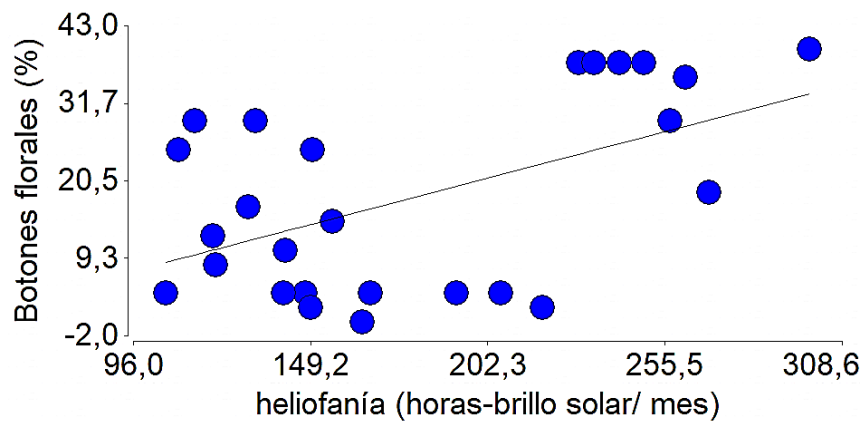


Figura 19. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y los botones florales (%) de *Oreocallis grandiflora*.

La fase fenológica floración no se correlacionó significativamente con la con la precipitación ($r = -0,15$; $p = 0,4581$), ni con la temperatura ($r = 0,05$; $p = 0,8189$). Sin embargo, presentó una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,40$; $p =$

0,0457) (Figura 20).

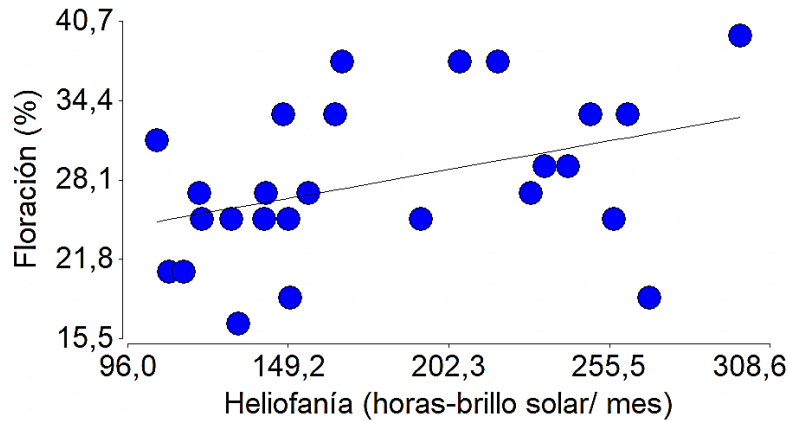


Figura 20. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la floración (%) de *Oreocallis grandiflora*.

La fase fenológica fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,35$; $p = 0,0807$). Sin embargo, mantuvo correlación negativa y significativa con la temperatura ($r = -0,45$; $p = 0,0205$) (Figura 21) y una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,40$; $p = 0,0435$) (Figura 22).

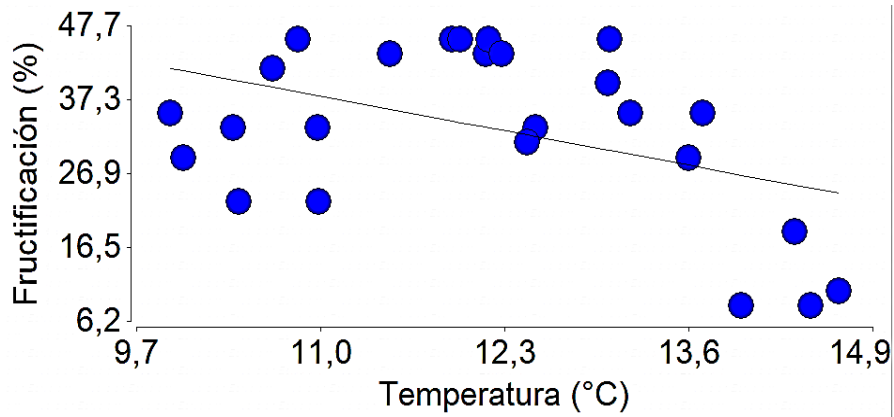


Figura 21. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la fructificación (%) de *Oreocallis grandiflora*.

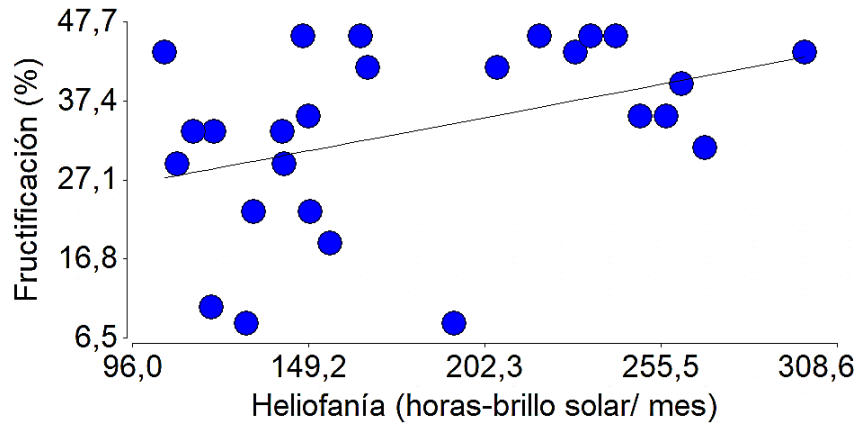


Figura 22. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la fructificación (%) de *Oreocallis grandiflora*.

La fase fenológica caída de follaje no presentó correlación significativa con la precipitación ($r = 0,24$; $p = 0,2431$), ni con la temperatura ($r = 0,23$; $p = 0,2541$). Sin embargo, se correlacionó positiva y significativamente con la heliofanía ($r = 0,46$; $p = 0,0193$) (Figura 23).

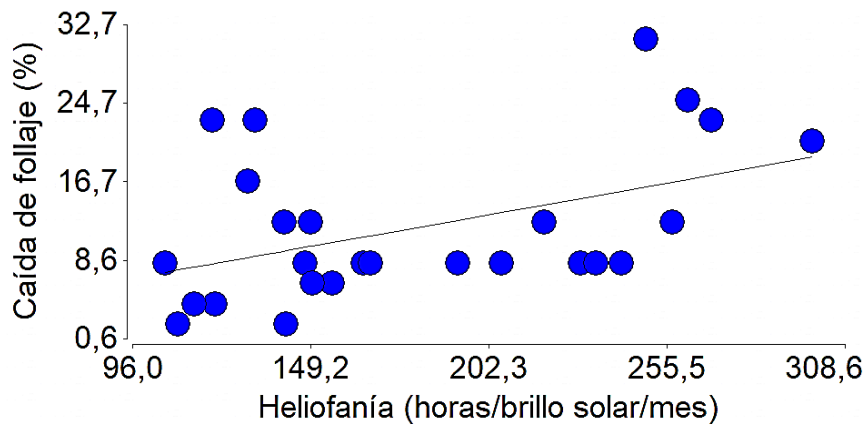


Figura 23. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y caída de follaje (%) de *Oreocallis grandiflora*.

La fase fenológica de brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,11$; $p = 0,5957$), ni con la temperatura ($r = 0,05$; $p = 0,8186$). Sin embargo, mantuvo una correlación positiva y significativa con la heliofanía ($r = 0,61$; $p = 0,0009$) (Figura 24).

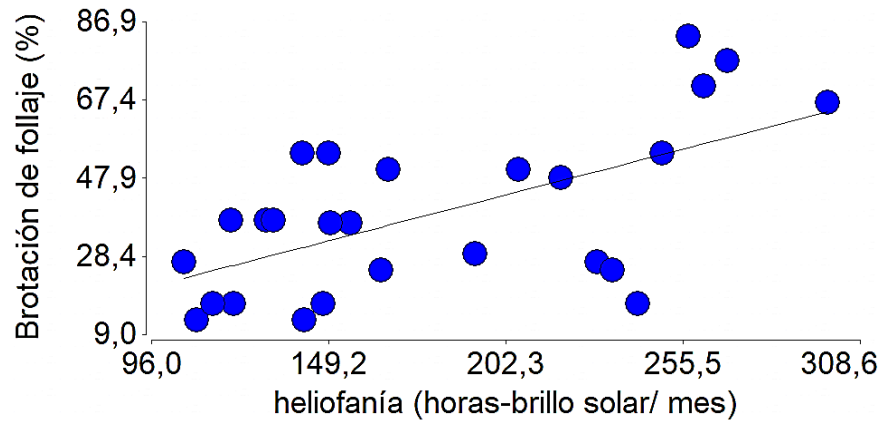


Figura 24. Correlación entre la heliofanía mensual (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Oreocallis grandiflora*.

7.3.7. Pumamaqui rojo (*Oreopanax andreanus* Marchal.)

La fase fenológica botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,04$; $p = 0,8411$), temperatura ($r = 0,18$; $p = 0,3760$), ni con la heliofanía ($r = -0,06$; $p = 0,7593$). La floración no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,21$; $p = 0,3084$), temperatura ($r = 0,29$; $p = 0,1530$), ni con la heliofanía ($r = 0,09$; $p = 0,6691$). La fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,11$; $p = 0,5965$), temperatura ($r = 0,08$; $p = 0,7098$), ni con la heliofanía ($r = -0,12$; $p = 0,5599$).

La caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,35$; $p = 0,0786$), ni heliofanía ($r = 0,02$; $p = 0,9346$). Sin embargo, mantuvo una correlación negativa y significativa con la temperatura ($r = -0,44$; $p = 0,0244$) (Figura 25).

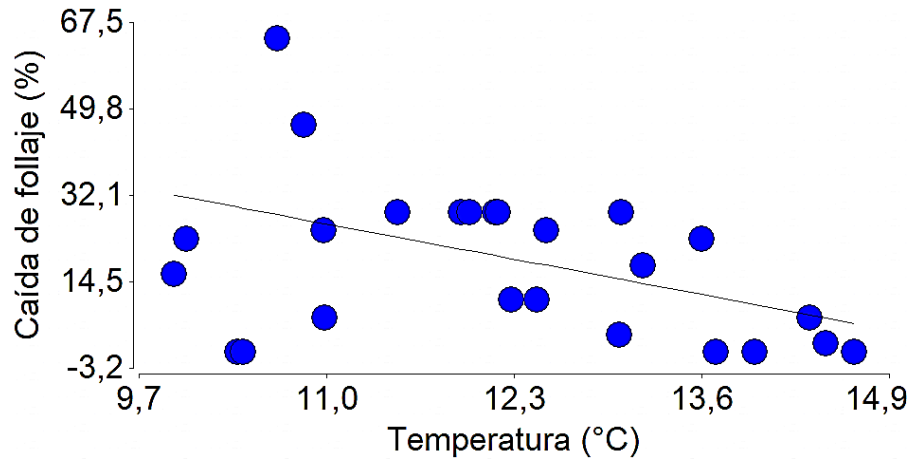


Figura 25. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la caída de follaje (%) de *Oreopanax andreanus*.

La fase fenológica brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,24$; $p = 0,2299$), temperatura ($r = 0,30$; $p = 0,1339$), ni con la heliofanía ($r = 0,17$; $p = 0,3946$). Es así que no mostró ningún patrón de asociación continuo con las variables ambientales en los meses evaluados.

7.3.8. Pumamaqui blanco (*Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch.)

En esta especie la brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,24$; $p = 0,2436$), temperatura ($r = -0,14$; $p = 0,4853$), ni con la heliofanía ($r = 0,05$; $p = 0,7992$). La floración no correlacionó significativamente con la temperatura ($r = -0,31$; $p = 0,1283$), ni con la heliofanía ($r = 0,01$; $p = 0,9461$). Sin embargo, presentó una correlación positiva y significativa con la precipitación ($r = -0,39$; $p = 0,0483$). (Figura 26).

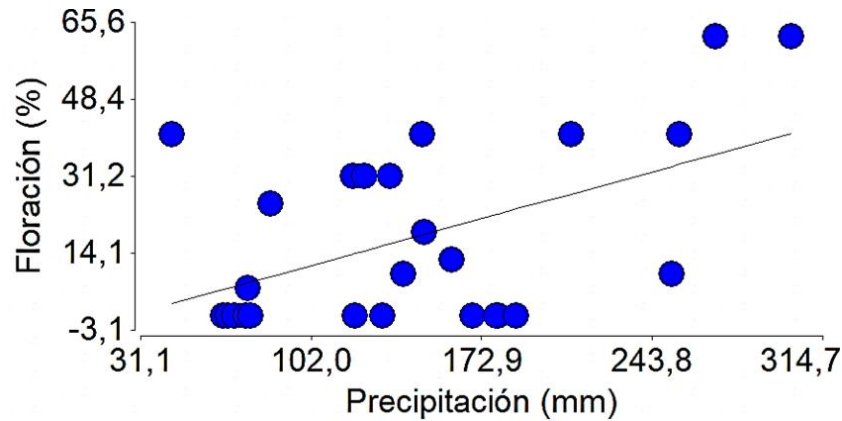


Figura 26. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la floración (%) de *Oreopanax avicenniifolius*.

La fase fenológica fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,13$; $p = 0,5309$), temperatura ($r = -0,01$; $p = 0,9635$), ni con la heliofanía ($r = -0,14$; $p = 0,5030$). La caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,04$; $p = 0,8522$), temperatura ($r = 0,04$; $p = 0,8564$), ni con la heliofanía ($r = 0,14$; $p = 0,4942$).

La brotación de follaje presentó correlación negativa significativa con la precipitación ($r = -0,43$; $p = 0,0294$) (Figura 27), una correlación negativa significativa con la temperatura ($r = -0,39$; $p = 0,0493$) (Figura 28) y una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,45$; $p = 0,0211$) (Figura 29).

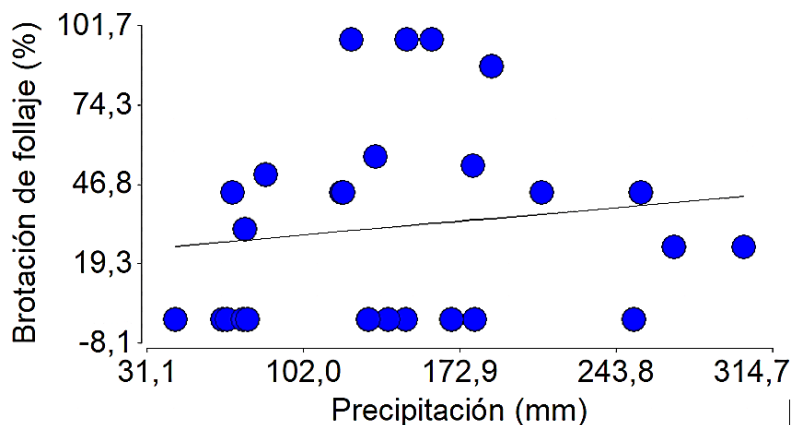


Figura 27. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*.

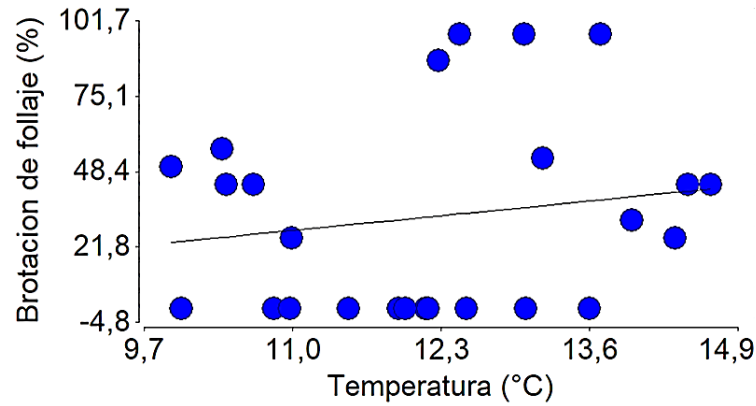


Figura 28. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*.

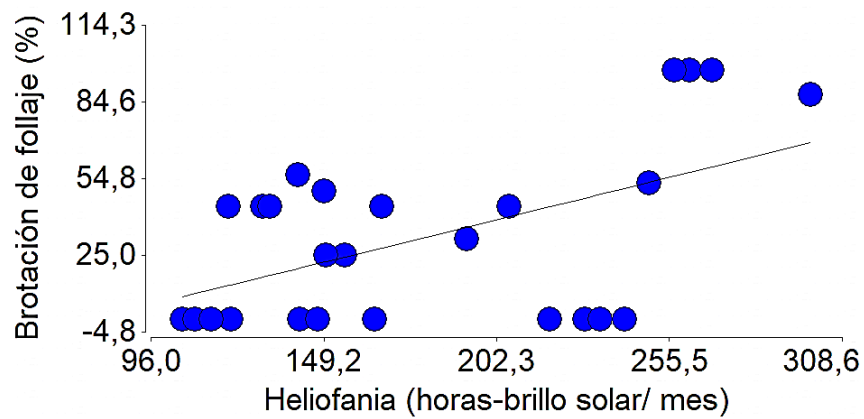


Figura 29. Correlación entre heliofanía mensual (horas/brillo solar/mes) y la brotación de follaje (%) de *Oreopanax avicenniifolius*.

7.3.9. Sacha capulí (*Vallea stipularis* Linneo.)

La fase fenológica botones florales no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,08$; $p = 0,6891$), ni con la heliofanía ($r = 0,07$; $p = 0,7185$). Sin embargo, presentó una correlación positiva y significativa con la temperatura ($r = 0,50$; $p = 0,0087$) (Figura 30).

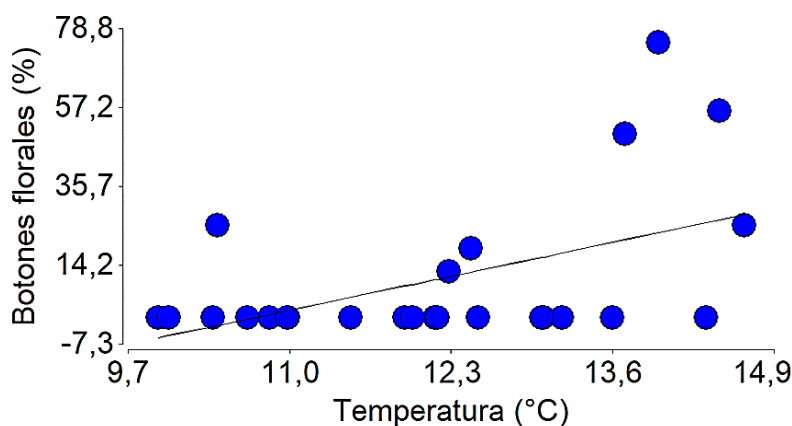


Figura 30. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y los botones florales (%) de *Vallea stipularis*.

La fase fenológica floración no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,11$; $p = 0,6026$), ni heliofanía ($r = 0,01$; $p = 0,9432$). No obstante, presentó correlación positiva significativa con la temperatura ($r = 0,40$; $p = 0,0454$) (Figura 31).

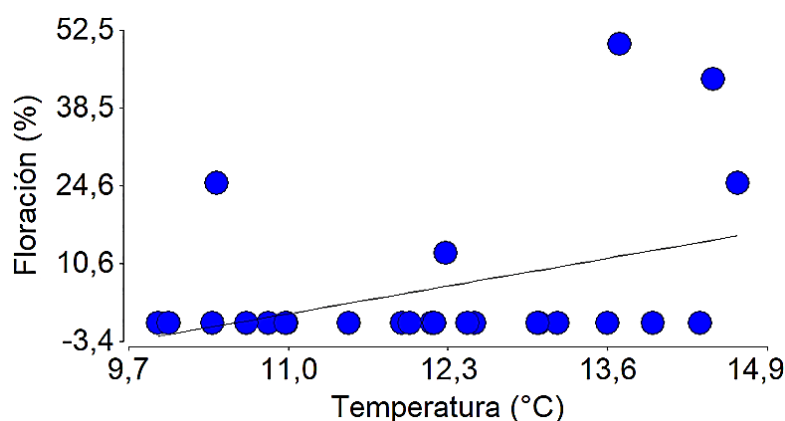


Figura 31. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la floración (%) de *Vallea stipularis*.

La fase fenológica fructificación no se correlacionó significativamente con la temperatura ($r = 0,14$; $p = 0,4979$). Sin embargo, mantuvo correlación positiva significativa con la precipitación ($r = 0,56$; $p = 0,0027$) (Figura 32) y una correlación negativa significativa con la heliofanía ($r = -0,45$; $p = 0,0220$) (Figura 33).

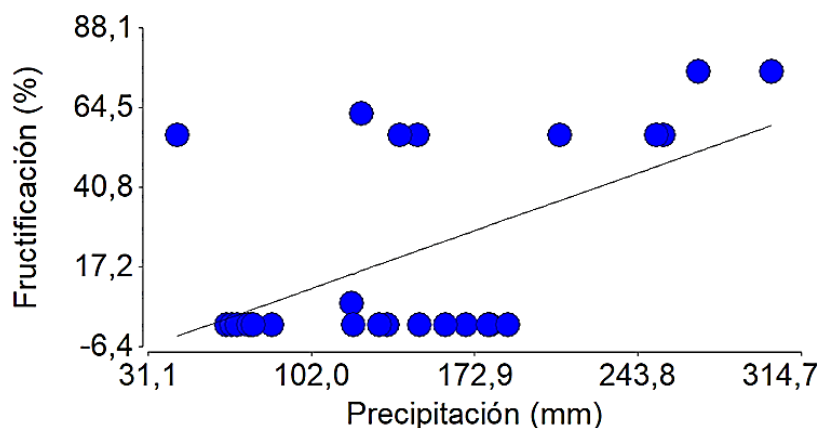


Figura 32. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la fructificación (%) de *Vallea stipularis*.

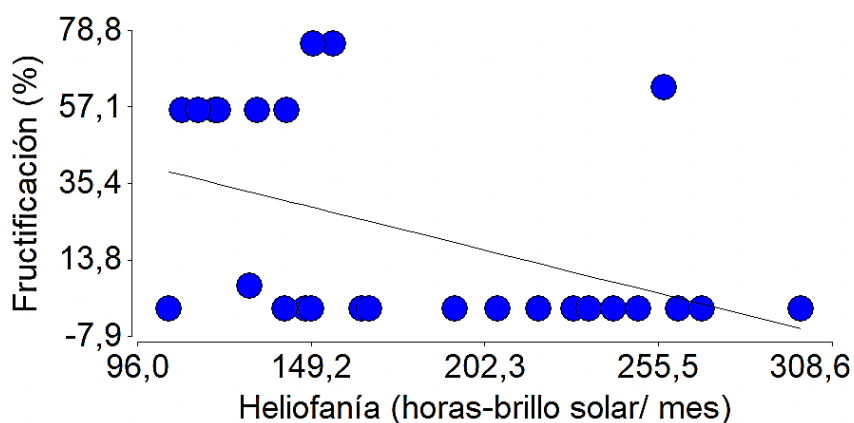


Figura 33. Correlación entre la heliofanía mensual (horas/brillo solar/meses) y la fructificación (%) de *Vallea stipularis*.

La fase fenológica caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,08$; $p = 0,6906$), temperatura ($r = -0,05$; $p = 0,8066$), ni con la heliofanía ($r = 0,34$; $p = 0,0878$). La brotación de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = 0,20$; $p = 0,3302$), temperatura ($r = 0,20$; $p = 0,3240$), ni con la heliofanía ($r = 0,15$; $p = 0,4511$).

7.3.10. Sarar (*Weinmannia fagaroides* Kunth.)

Los botones florales no se correlacionaron significativamente con la precipitación ($r = -0,24$; $p = 0,2436$), temperatura ($r = -0,14$; $p = 0,4844$), ni con la heliofanía ($r = 0,05$; $p = 0,8006$).

La fase fenológica floración no se correlacionó significativamente con la temperatura ($r = -0,31$; $p = 0,1297$), ni con la heliofanía ($r = 0,01$; $p = 0,9472$). Sin embargo, presentó correlación negativa y significativa con la precipitación ($r = -0,39$; $p = 0,0481$) (Figura 34).

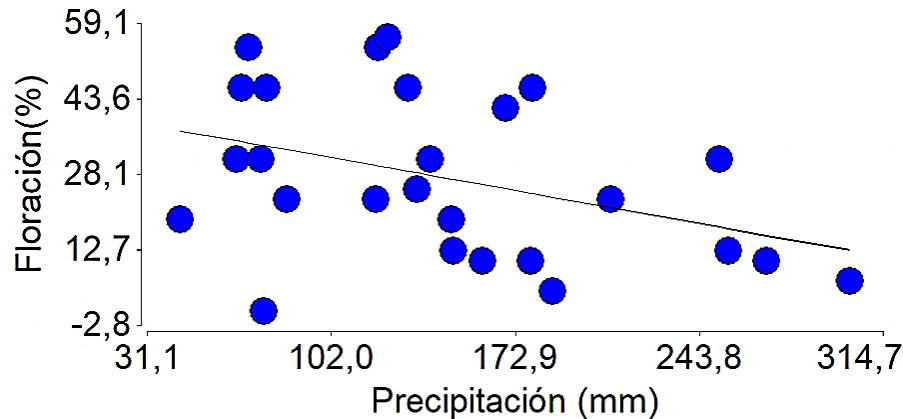


Figura 34. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la floración (%) de *Weinmannia fagaroides*.

La fase fenológica fructificación no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,13$; $p = 0,5296$), temperatura ($r = -0,01$; $p = 0,9606$), ni con la heliofanía ($r = -0,14$; $p = 0,5051$). La caída de follaje no se correlacionó significativamente con la precipitación ($r = -0,04$; $p = 0,8522$), temperatura ($r = 0,04$; $p = 0,8564$), ni con la heliofanía ($r = 0,14$; $p = 0,4942$).

La brotación de follaje presentó correlación negativa, significativa con la precipitación ($r = -0,43$; $p = 0,0294$) (Figura 35), correlación negativa significativa con la temperatura ($r = -0,39$; $p = 0,0493$) (Figura 36), y una correlación positiva significativa con la heliofanía ($r = 0,45$; $p = 0,0209$) (Figura 37).

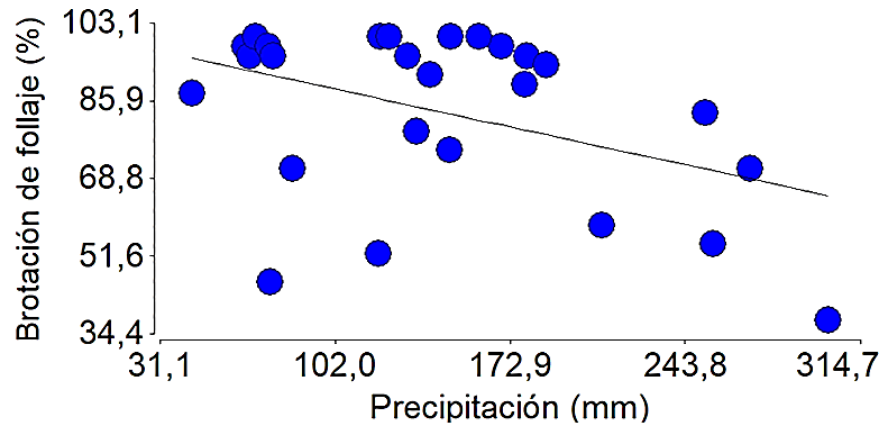


Figura 35. Correlación entre la precipitación media mensual (mm) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*.

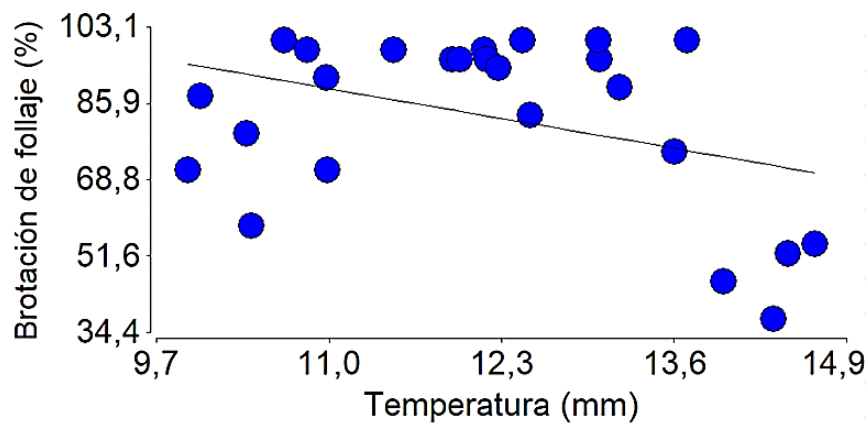


Figura 36. Correlación entre la temperatura media mensual (°C) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*.

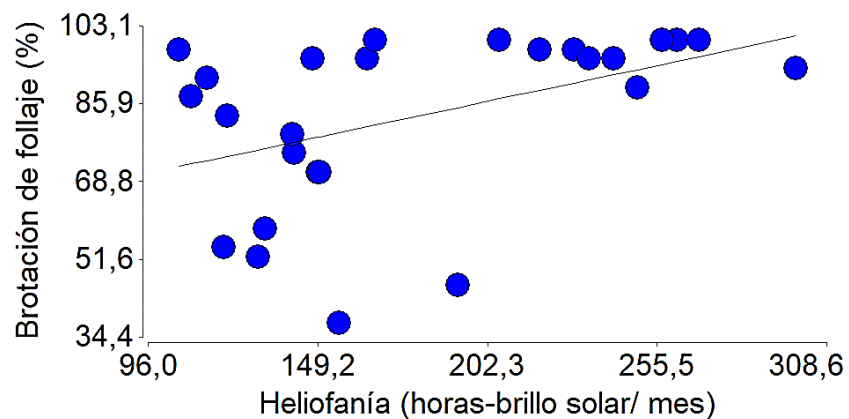


Figura 37. Correlación entre la heliofanía y (horas-brillo solar/ mes) y la brotación de follaje (%) de *Weinmannia fagaroides*.



8. DISCUSIÓN

Floración y fructificación de 10 especies forestales nativas del bosque de Nero, perteneciente a la Universidad de Cuenca

La duración e intensidad de la floración y fructificación de las especies *Ilex rupicola* y *Vallea stipularis* no tienen dependencias únicas con la precipitación y temperatura. Según Schaik *et al.* (1993) mencionan que los eventos fenológicos de las especies están influenciadas por dos causas “inmediatas” y “últimas”. Estos investigadores afirman que las causas inmediatas son los estímulos ambientales, así como los mecanismos genéticos que determinan la función de un fenotipo. Las causas últimas son las causas que dan fuerza a un fenotipo, que es el comportamiento de un organismo. (Aguirre *et al.*, 2012) y Günter *et al.* (2008) afirman que la variable ambiental heliofanía ha sido muy importante para el desarrollo de las fases fenológicas floración y fructificación. Así mismo, en las causas últimas, determinan a las fuerzas evolutivas como causas primordiales de las funciones de un fenotipo.

Los resultados obtenidos de los eventos fenológicos de botones florales, floración y fructificación de las especies *Clethra fimbriata*, *Escallonia myrtilloides*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Myrsine dependens*, *Weinmannia fagaroides*, *Oreocallis grandiflora*, *Oreopanax avicenniifolius* y *Oreopanax andreanus*, presentaron su máxima ocurrencia en la época de verano (julio, agosto y septiembre). Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por Vilchez y Rocha (2004), en su estudio realizado en el bosque intervenido perteneciente a la Península de Osa, Costa Rica, en donde determinó que la especie nativa *Peltogyne purpurea* presentó su etapa de floración y fructificación en la época seca. También Günter *et al.* (2008) dentro de su estudio de ocho especies nativas localizadas en el bosque tropical lluvioso del sur del Ecuador: *Myrica pubescens*, *Piptocoma discolor*, *Tabebuia chrysantha*, *Cedrela montana*, *Vismia tomentosa*, *Heliocarpus amaricanus*, *Isertia laevis*, *Clethra revoluta* reportaron que la floración fue mayormente inducida por la radiación.



Las diez especies evaluadas presentaron diferentes patrones en las fases fenológicas, recalcando que la floración y fructificación fueron muy irregulares durante los 26 meses de estudio. Este resultado coincide con lo reportado por Cabrera y Ordoñez (2004) quienes mencionan que existen marcadas diferencias en las fenofases entre especies e individuos de una misma especie: *Alnus acuminata*, *Cinchona officinalis*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana*, *Weinmannia glabra* y *Clethra revoluta*, *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Prumnopitys montana*, y *Junglans neotropical*, de tal manera que no todos los individuos presentaron uno de los fenómenos o total ausencia de los mismos. Además, indican que debe considerarse la influencia de factores como: latitud, altitud, época en la que se realizan las observaciones fenológicas y el tipo de suelo.

Las aseveraciones anteriores sobre la brotación de follaje, floración y fructificación coinciden con un estudio realizado por Villasana y Suárez (1997) en su estudio fenológico de dieciséis especies forestales, en donde reportaron la presencia de copas llenas de hojas durante todo el año de evaluación. Aquí las especies presentaron un periodo de floración durante la temporada de sequía, en donde se registraron los valores más bajos de precipitación y humedad relativa. Aquí también se reporta que se presentaron dos picos de fructificación en los meses más húmedos del año.

En *Ilex rupícola*, los botones florales y la fructificación se correlacionaron con la heliofanía, cuyos resultados, fueron similares a los registrados por Sousa *et al.* (2003) en un estudio realizado en la especie erva-mate (*Ilex paraguariensis*). En este estudio se determinó que la mayor incidencia de botones florales se presentó cuando las horas de brillo solar fueron más intensas. El mismo suceso se dio con la fructificación que se produjo en los meses más secos (mayores horas de brillo solar).

En *Myrcianthes rhopaloides*, la floración y fructificación se correlacionaron directamente con la heliofanía. Estos resultados coincidieron con lo manifestado por Caiza (2011) bajo los resultados objetivos en un estudio dendrológico fenológico de cinco especies nativas en el bosque Leonan de Ilucud del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. Aquí esta especie registró la floración y fructificación en su máxima expresión, en los meses de alta intensidad de luz.



Con *Myrsine dependens*, la fructificación se correlacionó directamente con la heliofanía. Estos resultados coinciden a con lo manifestado por Rodríguez *et al.* (2006) en su estudio realizado en Colombia Boyacá, en el cual menciona que la mejor época para recolectar semillas fue en los meses de mayor intensidad solar (octubre, noviembre y diciembre).

En *Oreocallis grandiflora*, la floración y fructificación estuvieron correlacionados directamente con la temperatura y heliofanía. Estos resultados fueron similares a los manifestados por Ortega y Guanuche (2016) en un fenológico de seis especies forestales en el bosque Mazan. Estos investigadores afirman que la fase fenológica fructificación, se manifestó con mayor intensidad en el mes de mayor temperatura y heliofanía (octubre).

En *Oreopanax avicenniifolius*, la floración estuvo correlacionada con la precipitación. Estos resultados fueron indiferentes a los manifestados por Caiza (2011) en un estudio dendrológico y fenológico de cinco especies nativas en el bosque Leonan de Ilucud del cantón Chambo, Provincia de Chimborazo. Aquí una especie del mismo género *Oreopanax ecuadoriensis*, presentó la fase fenológica floración en los meses de menor precipitación (agosto, septiembre y octubre).

En *Vallea stipularis*, la floración se correlacionó con la temperatura; la fructificación tuvo correlación con la precipitación y heliofanía. Estos resultados coinciden a los manifestados por Caiza (2011) con respecto a la misma especie, en donde la floración se registró en los meses de más baja temperatura. También la fructificación se dio en los meses en donde la precipitación registró valores bajos, pero con alta heliofanía.

En *Weinmannia fagaroides*, los resultados con respecto a la floración en el año 2016, en donde se registró una relación positiva con la precipitación, estos resultados son similares con los registrados por Ortega y Guanuche (2016). En este estudio se afirma la floración sucedió en los meses de baja precipitación octubre, noviembre y diciembre, alargándose hasta enero del siguiente año.

En la presente investigación no se realizó una revisión minuciosa de datos atípicos provenientes de la estación meteorológica. Se consideró los datos tal como fueron



descargados de los respectivos sensores tanto de precipitación, temperatura y la heliofanía. Lo cual debe considerarse en futuros análisis como lecciones aprendidas cuando se registran datos extremos en las variables predictores como son las variables ambientales, ya que pueden causar ruido en la interpretación de los datos.

También es importante mencionar que no se estudió minuciosamente los factores desencadenantes correspondientes a las variables ambientales y su relación con los eventos fenológicos. Esto debe ser indagado a futuro en investigaciones más puntuales sobre eventos fenológicos.



9. CONCLUSIONES

De la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

Las diez especies forestales presentaron fases fenológicas que resaltan su fertilidad, tales como brotación de botones florales, floración y fructificación durante el periodo de estudio.

La duración e intensidad de la floración y fructificación es variable entre especies, lo cual está determinado por factores ambientales de la zona de estudio.

Además de los objetivos del presente estudio, se puede clasificar a las especies estudiadas en tres grupos: a) especies que presentan los fenómenos reproductivos de floración y fructificación durante todo el año ya sea con altos o bajos porcentajes de ocurrencia: *Oreocallis grandiflora*, *Weinmannia fagaroides*; b) especies que presentaron los fenómenos fenológicos dos veces al año. *Clethra fimbriata*, *Myrsine dependens*; c) especies que presentaron una vez sus fenómenos reproductivos: *Escollonia myrtilloides*, *Ilex rupicola*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Oreopanax andreanus*, *Oreopanax avicenniifolius* y *Vallea stipularis*.

De las 10 especies las estudiadas: *Ilex rupicola*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Myrsine dependens*, *Oreocallis grandiflora*, *Oreopanax avicenniifolius*, *Vallea stipularis* y *Weinmannia fagaroides*, mantuvieron una correlación significativa con las variables ambientales de precipitación, temperatura y heliofanía

Durante el periodo de estudio enero del 2016 a febrero del 2018 se determinó que la floración de las especies *Myrcianthes rhopaloides*, *Myrsine dependens* y *Oreocallis grandiflora*, se correlacionaron con la heliofanía. Las especies *Oreopanax avicenniifolius*, *Weinmannia fagaroides* se correlacionaron con la precipitación, y *Vallea stipularis* con la temperatura. La fructificación de las especies *Ilex rupicola*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Myrsine dependens*, *Oreocallis grandiflora* y *Vallea stipularis* se correlacionaron directamente con la heliofanía. Pero también se observó una correlación en la fructificación de *Vallea stipularis* con la precipitación y en *Oreocallis grandiflora* con la temperatura.



10. RECOMENDACIONES

Se recomienda que en el momento que se realice la toma de datos, enfocarse desde un solo punto durante todo el periodo de observación de la fase de campo para así tener una mejor visibilidad de la copa de los árboles.

Se recomienda que para futuras investigaciones cuando se tenga a las especies distribuidas en diferentes gradientes, se tome en cuenta otros factores que influyen sobre la floración y fructificación como altitud de cada especie, tipos de suelo y la densidad u estructura del bosque.

Realizar estudios en donde se relacione plagas y enfermedades. Esto debido a que, en la presente investigación, en el momento de la fructificación algunas individuos de algunas especies como: *Myrcianthes rhopaloide*, *Myrsine dependens* estaban afectados por patógenos. Por lo tanto, esta particularidad sanitaria podría estar influyendo en el potencial reproductivo y productivo.

Es probable que los siguientes años se observen ligeros cambios de las variables ambientales (precipitación temperatura y heliofania). Ante esto y para tener evaluaciones concretas sobre variaciones fenológicas y definir calendarios confiables se recomienda dar continuidad a este estudio y determinar cambios de comportamientos en las fenofases de las especies estudiadas.



11. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, L; Anderson, E; Brehm, G; Herzog, S; Jorgensen, P; Kattan, G. (2012). Fenología y relaciones ecológicas interespecíficas de la Biota Andina frente al cambio climático. 83. En: Herzog S., R. Martinez, P. Jorgensen y H. Tiessen. Cambio climático y biodiversidad en los andes tropicales. Instituto Interamericano para la investigación del cambio Global (IAI). Paris. 426 p.
- Aguirre, Z; León, N. (2012). Conocimiento inicial de la fenología y germinación de diez especies forestales nativas en el Padmi, Zamora Chinchipe. *Revista CEDAMAZ*, 2(1), 63-72.
- Aguirre, Z; Ordóñez, F; Palacios, B. (2015). Fenología de especies forestales nativas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, 68-80.
- Aide, M; Zimmerman, J; Herrera, L; Rosario, M; Serrano, M. (1995). Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 77(1), 77-86.
- Barker, T; Affum-Baffoe, K; Burslem, D; Swaine, M. (2002). Phenological differences in tree water use and the timing of tropical forest inventories: conclusions from patterns of dry season diameter change. *Forest Ecology and Management*, 261-274.
- Barrera-Cataño, J; Contreras-Rodríguez, S; Garzón-Yepes, N; Moreno-Cárdenas, A; Montoya-Villarreal, S. (2010). Manual de la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Distribuidos del Distrito Capital. Bogotá, Colombia *Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)*.
- Barrero, B; Mahecha, V; Camelo, C; Roso, A; Barrero, D. (2012). Vegetación del territorio de la Car, 450 especies de llanuras y montañas. *Catálogo flores-Plantas*.
- Borchert, R. (1983). Phenology and control of flowering in tropical trees. *BIOTROPICA*, 81-89.
- Borchert, R. (1999). Climatic periodicity, phenology, and cambium activity in tropical dry forest trees. *IAWA Journal*, 239-247.



- Bullock, HS; Bawa, K. (1981). Sexual dimorphism and the annual flowering pattern in *Jacaratia Dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rica rain Forest. . *Ecology*, 1494-1504.
- Bullock, HS; Beach, JH; Bawa, K. (1983). Episodic flowering and sexual dimorphism in *Guarea rhopalocarpa* in a Costa Rica rain forest. *Ecology*, 851-861.
- Cabrera, M; Ordoñez, H. (2004). Fenología, almacenamiento de semillas y propagación a nivel de vivero de diez especies forestales nativas del sur del Ecuador. . *Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Ecuador.*, 154.
- Caiza, E, J. (2011). Estudio dendrológico de y fenológico de cinco especies nativas en el bosque leonard de Ilucud del canton Chambo, Provincia de Chimborazo. 55.
- Crespo, P; Célleri, R; Boytaert, W; Ochoa, B; Cardenas, I; Iñiguez, V *et al.* (2014). Impactos de cambio de uso de la tierra sobre la hidrología de los páramos húmedos andinos.
- FAO. (2015). Evaluación de recursos forestales mundiales.
- Fenner, M. (1998). The phenology of growth and reproduction in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(1), 78-91.
- Feyen, J; Célleri, R. (2009). The hydrology of tropical Andean Ecosystems: Importance, Knowledge Status, and Perspectives. *BioOne*, 350-355. doi:<http://dx.doi.org/10.1659/mrd.00007>
- Fournier. (1967). Estudio preliminar sobre la floración en el "Roble de Sabana", *Tabebuia pentaphylla* (L). *Hemsl. Rev. Biol. Trop*, 259-267.
- García, J, Antonio. (2006). La observación fenológica en agrometeorología. *Reportaje*.
- Gómez-Figueroa, P; Fournier, L. (1995). Fenología y ecofisiología de dos poblaciones de *Tabebuia rosea* ("Roble de Sabana") en Costa Rica (Scrophulariales: Bignoniaceae). *Revista de Biología Tropical*, 61-70.
- Günter, S; Bernd, S; Manuel, C; María, L, Díaz; Manuel, L; Eduardo, O *et al.* (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 247-258.
- Heredia, R; Hosftede, R. (1999). Metodología para la identificación evaluación y clasificación de fuentes semilleros aplicable a especies nativas. *Proyecto EcoPar*.



- Hofstede, R; Pool, S; Patricio, V. (2003). Paramos en el Mundo. *Global Poatland initiative/NC-IUCN/EcoCiencia*. Quito.
- Homeier, J; Breckle, S-W; Günter, S; Rollenbeck, RT; Leuschner, C. (2010). Tree Diversity, Forest Structure and Productivity along Altitudinal and Topographical Gradients in a Species-Rich Ecuadorian Montane Rain Forest. *BIOTROPICA*, 42(2), 140-148. doi:doi:10.1111/j.1744-7429.2009.00547.x
- Hunter, A; Lechowicz, M. (1992). Predicting the timing of budburst in temperate trees. *Journal of Applied Ecology*, 597-604.
- Huxley, PA. (1983). Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems in apalnts research and agroforestry. Nairobi, KE.
- Jadán, O; Toledo, C; Tepán, B; Cedillo, H; Peralta, Á; Zea, P *et al.* (2017). Comunidades forestales en bosques secundarios alto-andinos (Azuay, Ecuador). *Bosque (Valdivia)*, 38, 141-154.
- Jones, E; Wishnie, M; Deago, J; Sautu, A; Cerezo, A. (2004). Facilitating natural regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grasslands within the Panama Canal Watershed: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. *Forest Ecology and Management*, 191(1), 171-183. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.12.002>
- Lozano, P. (2015). Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador. Quito. MAE (*Ministerio del Ambiente del Ecuador*); FAO (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT*).
- MAE. (2015). Paquete de informe sobre Bosques. Ecuador.
- Mast, R; Mittermaier, R; Rodriguez, M. (1996). El Embrujo de Tambopata. Lima, Peru Caretas.
- Matteucci, S; Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. *Secretaria General de la OrganizaciÓn de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington DC, EEUU*, 169.
- Mejía, M. (1990). Fenología: Fundamentos y métodos. In. Seminario Taller en Semillas Forestales Tropicales (2º Bogotá, Colombia). Memoria. Ed. T. Triviño. Bogotá, CO. 65-79.



- Montavani, M; Ruschel, A; Sedrez, M; Puchalski, A; Nodoria, R; Ochoa, G *et al.* (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 56, 657-673.
- Morellato, P; Rodrigues, R; Leitão, F; Joly, C. (1989). Estudio fenológico comparativo de especies arbóreas de floresta de alti-tude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiá, SP. *Revista Brasileira de Botânica*.
- Morellato, PC; Talora, DC. (2000). Fenología de espécies arbóreas em floresta de planície litoranea do sudeste do Brasil. *Revta brasil. Bot.*, São Paulo, V.23, n.1, 13-26.
- Ortega, C; Guanuche, s. (2016). Fenología de seis especies forestales y calidas de semilla en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay.
- Palacios, W. (2004). *Forest species communities in tropical rain forest of Ecuador* (Vol. 7(1)).
- Pascale, A. (1975). Agricultural Biometeorology and Bioclimatology. In: Progress in Biometeorology. The effects of weather and climate on plants. Vol. 1, 183-212.
- Pérez, A; Juan, V; Martha, A. (2013a). Fenología del roble en Popayan (Cauca_Colombia). *Biotecnia en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 145-154.
- Pérez, A; Juan, V; Martha, A. (2013b). Fenología del roble en Popayan (Cauca_Colombia). *Biotecnia en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2, 145-154.
- Pilz, I; Baiocchi, T; Pereira, F; Dias, C; Medeiros, F. (2015). Fenología Reproductiva de dos especies arbustivas nativas de la Mata atlantica en el asentamiento de Conquista da Luta, Itacurubí (RS)- Brasil. *Congreso latinoamericano de Agroecologia*.
- Ramírez, M, Neptalí; González, E, Mario; Williams, L, Guadalupe. (2001). Anthropogenic disturbance and tree diversity in Montane Rain Forests in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 154(1), 311-326. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00639-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00639-3)
- Reynel, C; Marcelo, J. (2009). Árboles de los ecosistemas forestales andinos. *Manual de identificación de especies. Serie Investigación N.º 9. Lima: Programa Regional Ecobona-Intercooperation*, 163.
- Rodríguez, S, M; Puentes, A, J; Cortés Pérez, F. (2006). Caracaterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de Mamapacha (Boyyaca Colombia). *Rev Acad Colomb Cienc*, 619-624.



- Schaick, CP; Terborghm, JW; Wright, ST. (1993). The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. . 353-377.
- Smith, R; Armesto, J. (1994). Flowering and fruiting patterns in the temperate rainforest of Chi-loé, Chile-ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology*, 353-365.
- Sousa, VA; Daros, TL; Sturion, JA. (2003). Fenología reproductiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.).
- UNIVERSIDAD DE CUENCA, E. (2016). Ubicación de las Granjas de la universidad de Cuenca.
- Urrego, L; Del Valle, J. (2001). Relación fenología-clima de algunas especies de los humedales forestales (guandales) del pacífico sur colombiano. *Interciencia*, 150-156.
- Van Schaick, C; Terborgh, W; Wright, S. (1993). The phenology of tropical forest: Adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 353-377.
- Vargas, WG. (2002). Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los andes centrales. *Universidad de Caldas. Manizales*.
- Vilchez, B; Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva de nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la península de Osa, Costa Rica, América Central. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 47-60.
- Vilchez, B; Murillo, O. (1995). Análisis fenológico y de la biología reproductiva de jaúil (*Alnus acuminata*) en Costa Rica. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)*, 1(10), 65-73.
- Vilchez, B; Chazdon, R; Redondo, A. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1-10.
- Villasana, A; Suárez, A. (1997). Estudio fenológico de dieciséis especies forestales presentes en la Reserva Forestal Imataca Estado Bolívar-Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 41(1), 13-21.
- Webster, G; Churchill, S; Balslev, H; Forero, E; Lutein, J. (1995). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. *The New York Botanical Garden*, 53-77.
- Wright, S; Van Schaick, C. (1994). Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist*, 192-199.



Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*



ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo

| Propagación de especies nativas y enriquecimiento florístico en tres diferente tipos de cobertura en plantaciones de pino | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------|
| Sitio | | Evaluador: | | | | | | | | | |
| Fecha: | | Descarga de datos metrológicos | | | | | | | | | |
| Sector | Nro. Árbol | Nombre Común | Altura (m) | CAP (cm) | Botfl | Fl | Fr | Cf | Bf | Observaciones | Árbol plus |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1. Botones florales (Botfl) | | | | | | | | | | | |
| 2. Floración (Fl) | | | | | | | | | | | |
| 3. Fructificación (Fr) | | | | | | | | | | | |
| 4. Caída de Follaje (Cf) | | | | | | | | | | | |
| 5. Brotación de follaje (Bf) | | | | | | | | | | | |



Anexo 2. Calendario fenológico de 10 especies nativas establecidas en la granja experimental de Nero con su respectiva duración e intensidad.

| NERO | | 2016 | | | | | | | | | | | | 2017 | | | | | | | | | | | | 2018 | |
|---|----------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|
| | | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB |
| ESPECIES | FENÓMENO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| <i>Clethra fimbriata</i> Kunth. | Botones florales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Escollonia myrtilloides</i> - L.F. | Botones florales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ilex rupicola</i> Kunth. | Botones florales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh. | Botones florales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav) Spreng. | Botones florales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

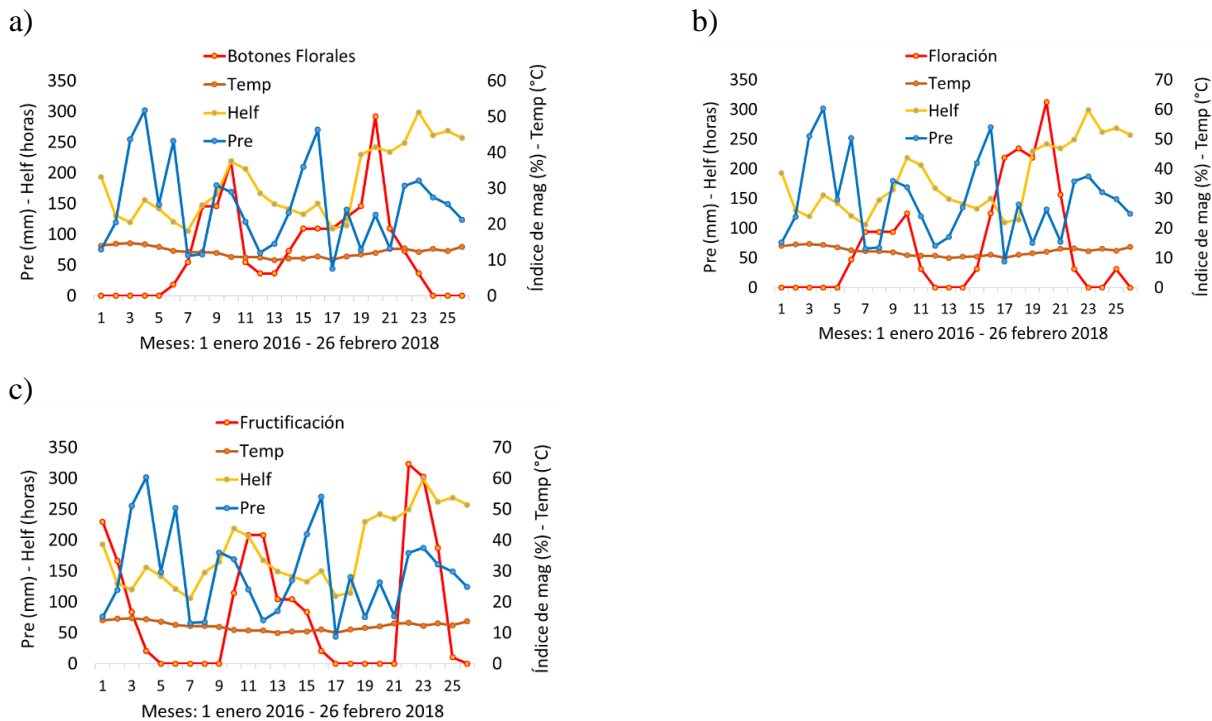


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Oreocallis grandiflora Lam. | Botones florales | [Color-coded grid for Botones florales] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | [Color-coded grid for Floración] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | [Color-coded grid for Frutificación] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | [Color-coded grid for Caída de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | [Color-coded grid for Brotación de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oreopanax andreanus Marchal. | Botones florales | [Color-coded grid for Botones florales] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | [Color-coded grid for Floración] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | [Color-coded grid for Frutificación] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | [Color-coded grid for Caída de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | [Color-coded grid for Brotación de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oreopanax avicenniifolius (Kunth) Decnce. & Planch.) | Botones florales | [Color-coded grid for Botones florales] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | [Color-coded grid for Floración] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | [Color-coded grid for Frutificación] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | [Color-coded grid for Caída de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | [Color-coded grid for Brotación de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vallea stipularis Linneo. | Botones florales | [Color-coded grid for Botones florales] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | [Color-coded grid for Floración] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | [Color-coded grid for Frutificación] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | [Color-coded grid for Caída de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | [Color-coded grid for Brotación de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weinmannia fagaroides Kunth. | Botones florales | [Color-coded grid for Botones florales] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Floración | [Color-coded grid for Floración] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Frutificación | [Color-coded grid for Frutificación] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Caída de follaje | [Color-coded grid for Caída de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Brotación de follaje | [Color-coded grid for Brotación de follaje] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| LEYENDA | | | | | |
|------------|------------------|--------------|----------------|------------------|----------------------|
| Intensidad | Botones Florales | Floración | Frutificación | Caída de follaje | Brotación de follaje |
| 0 | Aucencia | Aucencia | Aucencia | Aucencia | Aucencia |
| 1-25. | [Pink] | [Light Blue] | [Dark Green] | [Brown] | [Light Green] |
| 26-50 | [Red] | [Dark Blue] | [Medium Green] | [Yellow] | [Light Green] |
| 51-75 | [Orange] | [Light Blue] | [Light Green] | [Yellow] | [Light Green] |
| 76-100 | [Light Orange] | [Dark Blue] | [Medium Green] | [Orange] | [Dark Green] |

Anexo 3. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Clethra fimbriata* Kunth.)

La fase fenológica de botones florales (Figura 38a), según las líneas continuas de ocurrencia, en el año 2016, fue inferior al año 2017, cuando se presentó con mayor ocurrencia se relaciona con la heliofanía y precipitación. La floración presentó el mismo patrón de asociación tanto para el año 2016 y 2017 ((Figura 38b). La fructificación, en el año 2016 cuando presentó su máxima ocurrencia se asoció positivamente con la heliofanía y precipitación. De la misma manera se evidencia para el año 2017 (Figura 38c). En esta especie se observa que la incidencia de los tres eventos fenológicos fue mayor en el año 2017.

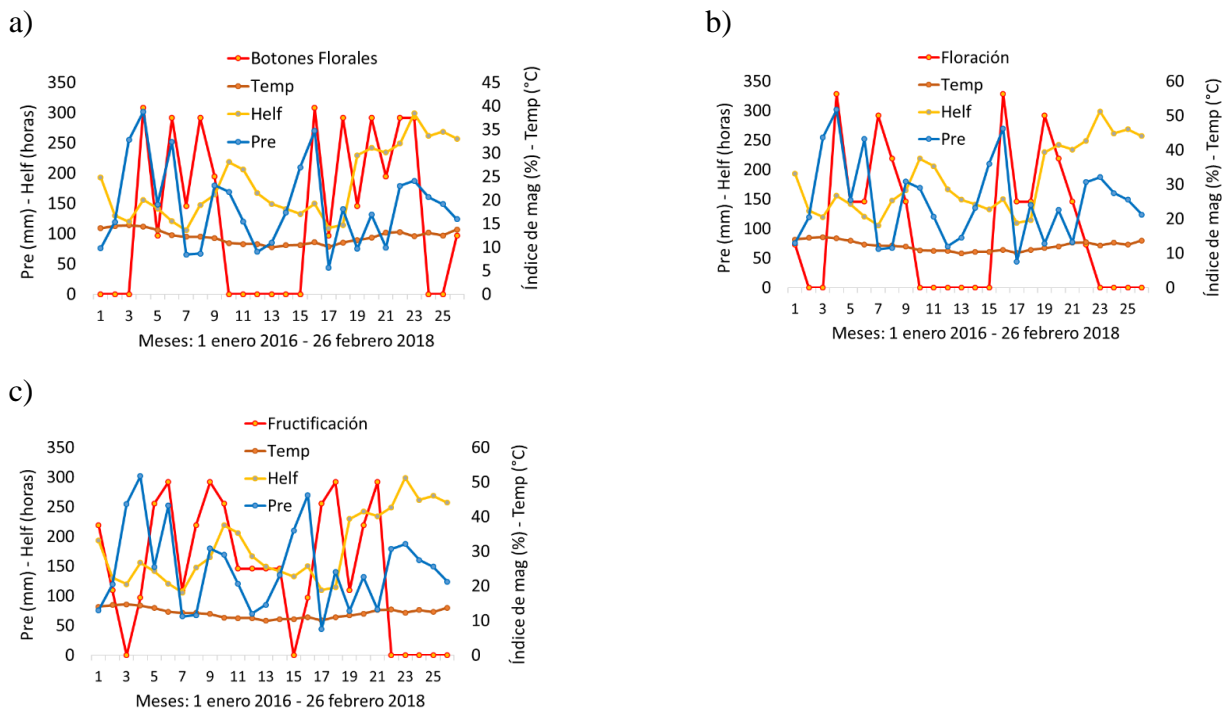


Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su asociación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Clethra fimbriata*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 4. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Escallonia myrtilloides*-L.f.)

La fase fenológica de botones florales (Figura 39a) según las líneas continuas de ocurrencia, en el año 2016, se presentó con mayor incidencia cuando está asociada con la heliofanía. De igual manera se presentó para el año 2017 y se asoció mayormente con la heliofanía. La floración presentó el mismo patrón de asociación tanto para el año 2016 y 2017 (Figura 39b). La fructificación, en año 2016 cuando registró su máxima ocurrencia se asoció positivamente con la heliofanía y precipitación; esta fase fue diferente en el año 2017 en donde se asoció mayormente con la heliofanía (Figura 39c). Esta especie presentó ocurrencias similares de los tres eventos fenológicos en el año 2016 y el 2017.

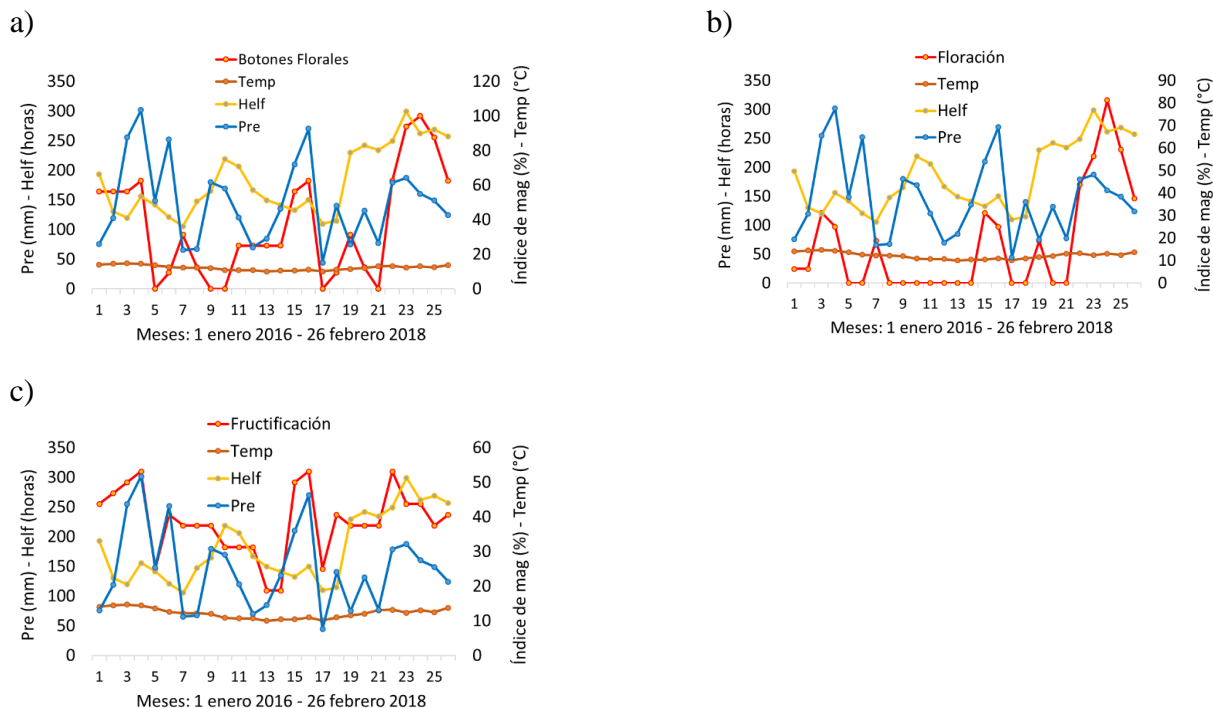
Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración,



fructificación y su asociación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Escallonia myrtilloides*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 5. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Ilex rupicola* Kunth.)

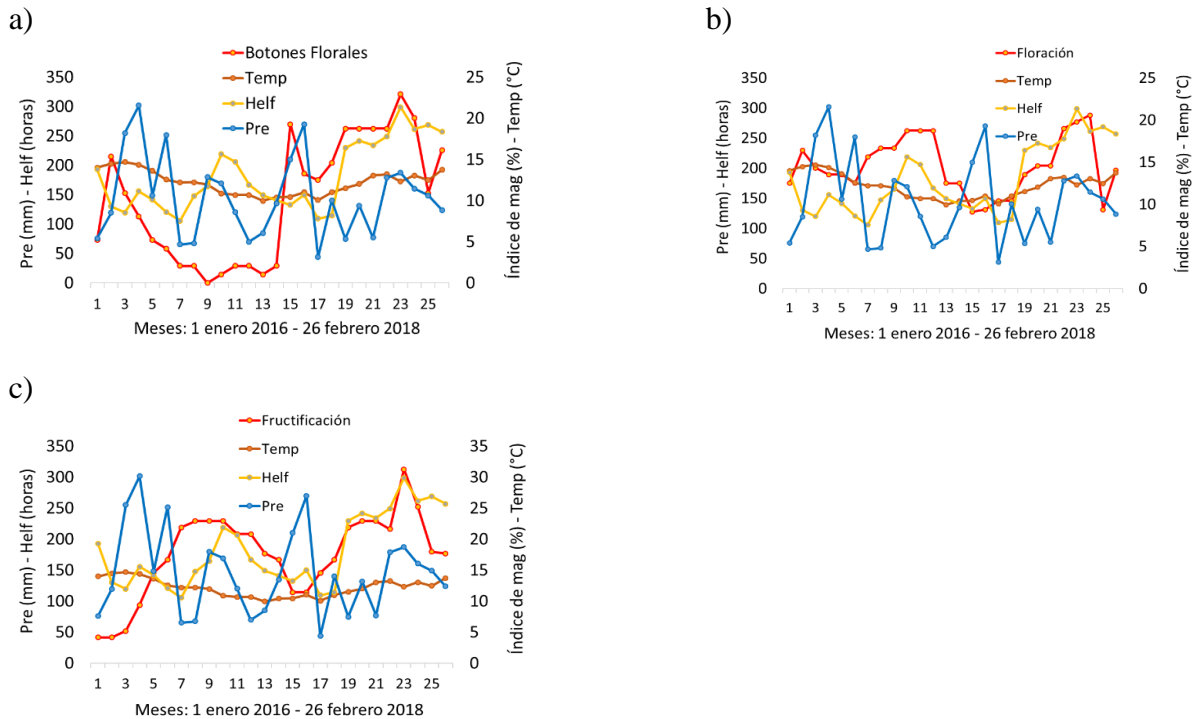
La fase fenológica de botones florales (Figura 40a), en el año 2016, se presentó con mayor ocurrencia cuando está asociada con la heliofanía al igual que en el año 2017, se asoció mayormente con la heliofanía y precipitación. La floración presentó el mismo patrón de asociación con las variables antes mencionadas tanto para el año 2016 y 2017. La fructificación, en año 2016 presentó su máxima ocurrencia cuando se asoció positivamente con la precipitación. Sin embargo, fue diferente en el año 2017 en donde presentó mayor asociación con la heliofanía (Figura 40c). Esta especie presentó mayor incidencia de los tres eventos fenológicos en el año 2017.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación, y su asociación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Ilex rupicola*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 6. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) McVaugh.)

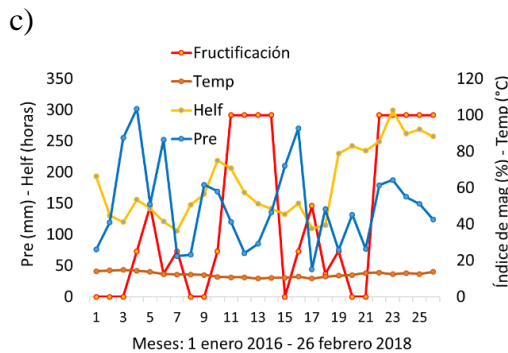
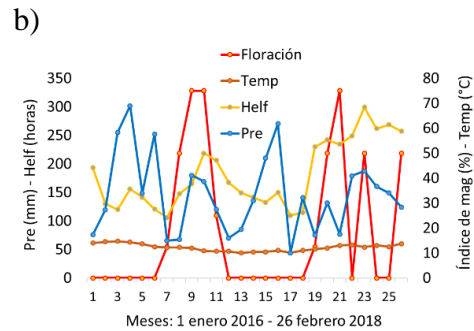
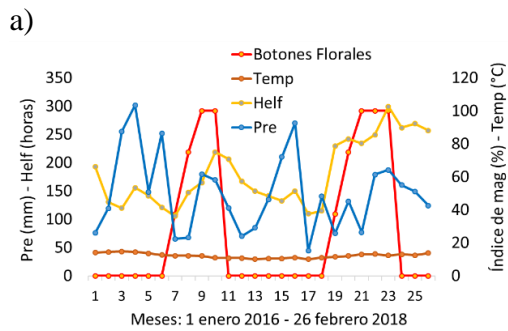
La fase fenológica de botones florales (Figura 41a), en el año 2016, no presenta asociación con la heliofanía, temperatura ni precipitación; siendo muy diferente para el año 2017, presentando mayor asociación con la heliofanía. La floración muestra el mismo patrón de asociación tanto para el año 2016 y 2017 (Figura 41b). La fructificación, en año 2016 cuando presenta su máxima ocurrencia se asocia positivamente con la heliofanía; siendo muy similar para el año 2017, presentando mayor asociación con la heliofanía (Figura 41c). En esta especie se observa que la incidencia de los tres eventos fenológicos fue mayor en el año 2017.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación, y su asociación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Myrcianthes rhopaloides*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 7. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav) Spreng.)

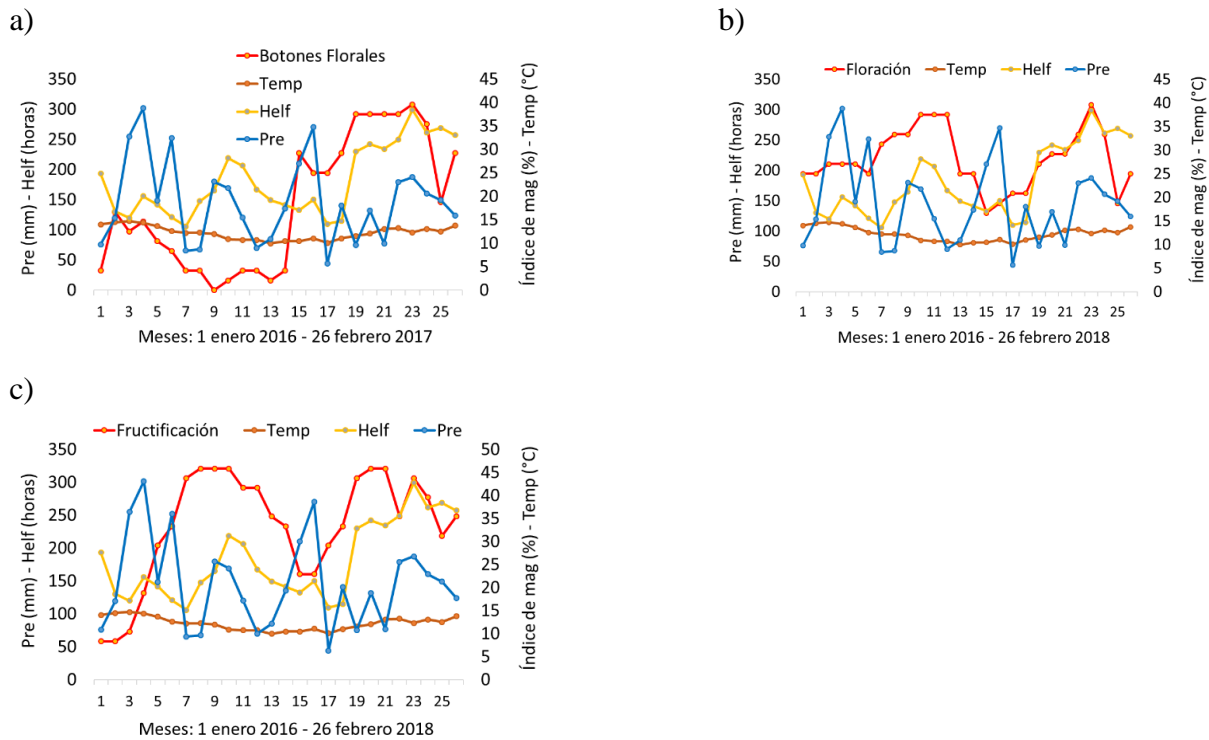
Los botones florales (Figura 42a) en el año 2016, presentó mayor ocurrencia cuando se asoció mayormente con la heliofanía. Lo mismo sucedió en el año 2017. La floración presentó el mismo patrón de asociación para los años 2016 y 2017 (Figura 42b). La fructificación, en año 2016 presentó su máxima ocurrencia cuando se asoció positivamente con la heliofanía, cuyo patrón también fue similar en el año 2017 (Figura 42c). En esta especie la incidencia de los tres eventos fenológicos fue mayor en el año similar en los tres años.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su relación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Myrsine dependens*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 8. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Oreocallis grandiflora* Lam.)

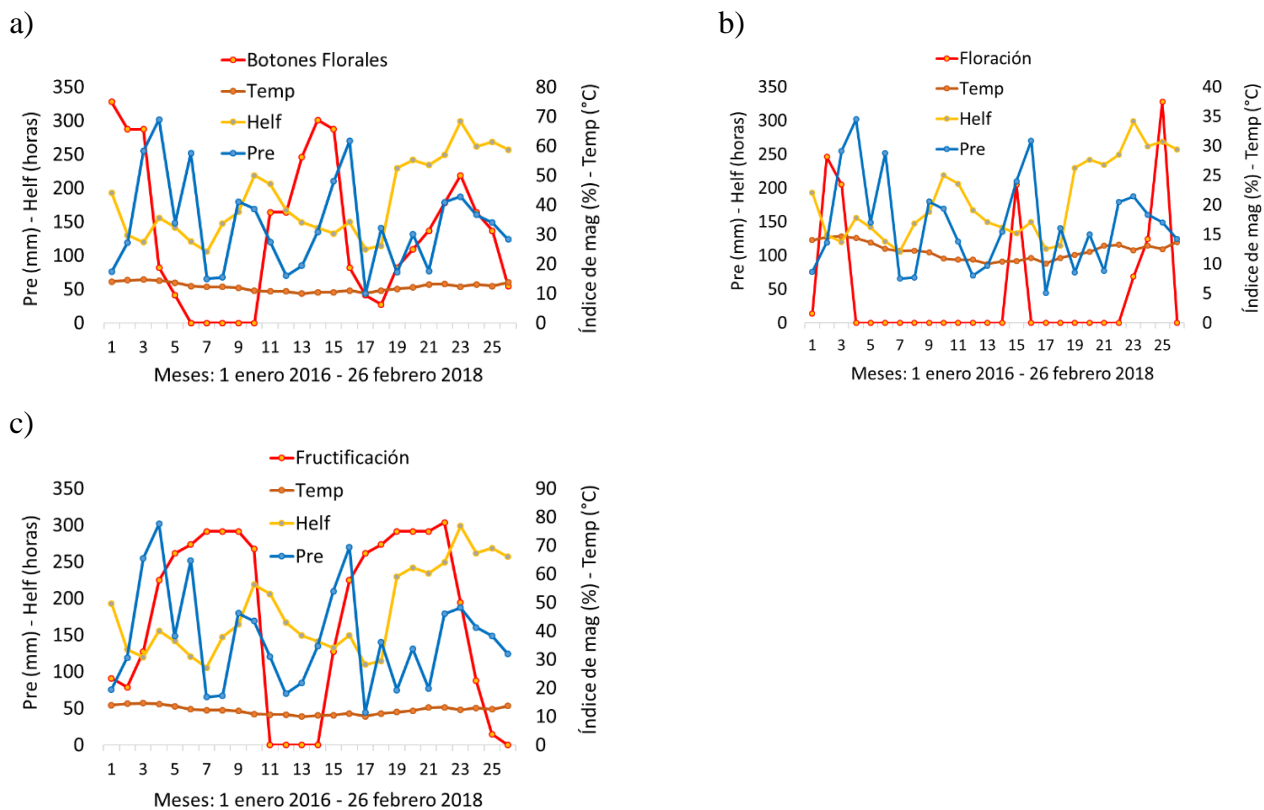
La fase fenológica de botones florales (Figura 43a) en el año 2016, no presentó asociación con la heliofanía, temperatura ni precipitación. En el año 2017, se asoció mayormente con la heliofanía. La floración presentó el mismo patrón de asociación con la heliofanía y precipitación, tanto para el año 2016 y 2017 (Figura 43b). La fructificación, en año 2016 presentó mayor ocurrencia cuando se asoció positivamente con la heliofanía. Este mismo patrón presentó en el año 2017, pero con mayor incidencia al año 2016 (Figura 43c). En esta especie se observa que la incidencia de los botones florales fue mayor en el año 2017, pero la floración y fructificación fue mayor en el año 2017.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su asociación con variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Oreocallis grandiflora*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 9. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Oreopanax andreanus* Marchal.)

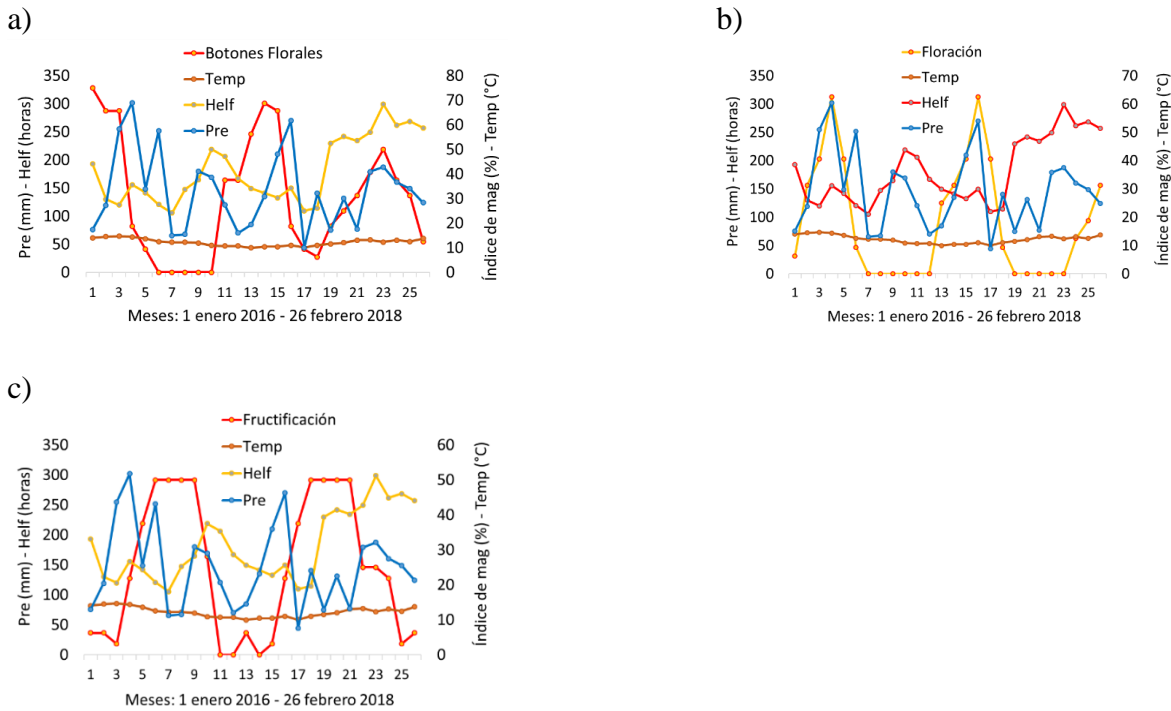
La fase fenológica de botones florales (Figura 44a) en el año 2016 y 2017, presentó mayor asociación con la heliofanía. La floración presentó el mismo patrón de asociación con la heliofanía y tanto para el año 2016 y 2017 (Figura 44b). La fructificación en año 2016 y 2017 cuando presentó su máxima ocurrencia se asoció y relaciono con la heliofanía. (Figura 44c). En esta especie se observa que la incidencia de los tres eventos fenológicos fue similar en el año 2016 y 2017, pero la floración fue mayor en el año 2018.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su asociación con las variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Oreopanax andreanus*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 10. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decnce. & Planch.)

La fase fenológica de botones florales (Figura 45a), en el año 2016, no presenta asociación con la heliofanía, temperatura ni precipitación. Sin embargo, para el año 2017, se asoció mayormente con la precipitación. La floración presentó el mismo patrón de asociación con la heliofanía y precipitación tanto para el año 2016 y 2017 (Figura 45b). La fructificación en año 2016 cuando presentó su máxima intensidad de ocurrencia se asoció positivamente con la precipitación cuya asociación fue diferente para el año 2017; en este año se relacionó con la heliofanía (Figura 45c). En esta especie se observa que la incidencia de los tres eventos fenológicos fue similar el año 2016 y 2017.

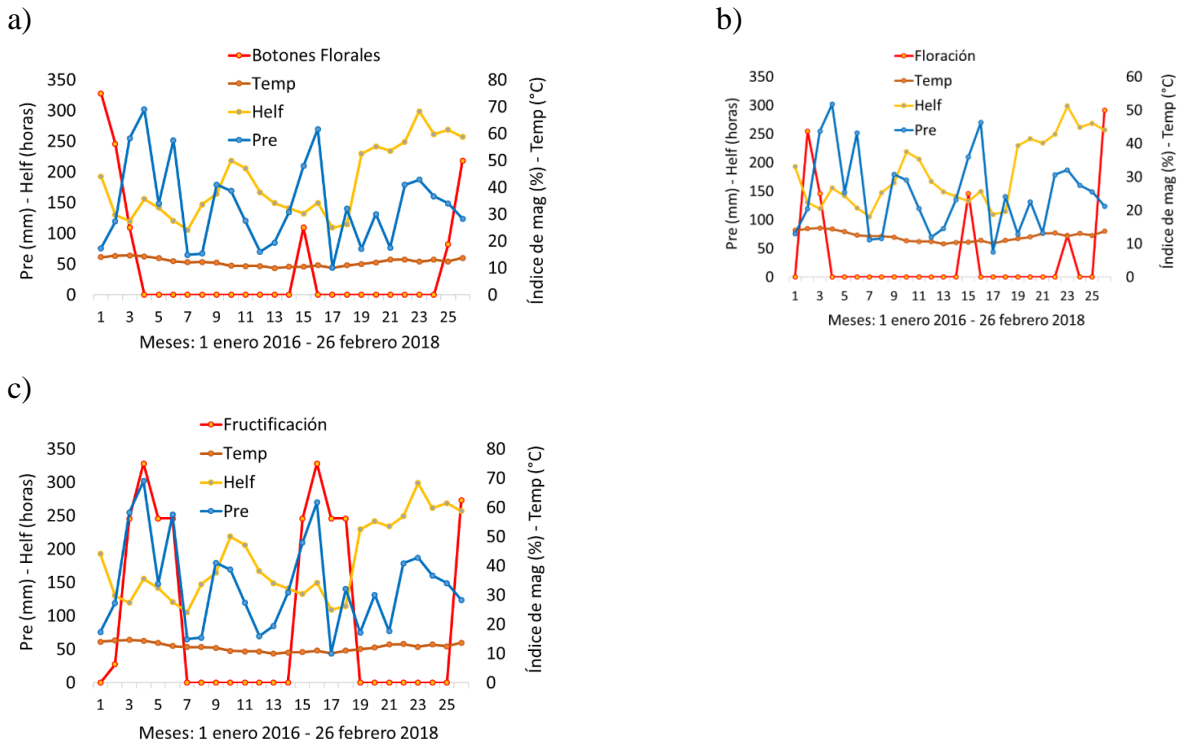


Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su asociación con variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Oreopanax avicenniifolius*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 11. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Vallea stipularis* Marchal.)

La fase fenológica de botones florales (Figura 46a), en el año 2016 y 2017, no presentó asociación con la heliofanía, precipitación ni temperatura. La floración presentó el mismo patrón de asociación con la heliofanía, en el año 2017 y 2018, (Figura 46b). La fructificación en los años 2016 y 2017 cuando presentó su máxima ocurrencia se asoció positivamente con la precipitación, siendo diferente para el año 2018 ya que mantuvo asociación con la heliofanía (Figura 46c). En esta especie se observa que la incidencia de los botones florales y fructificación fue mayor en el año 2017, pero la floración ocurrió más en el 2018.

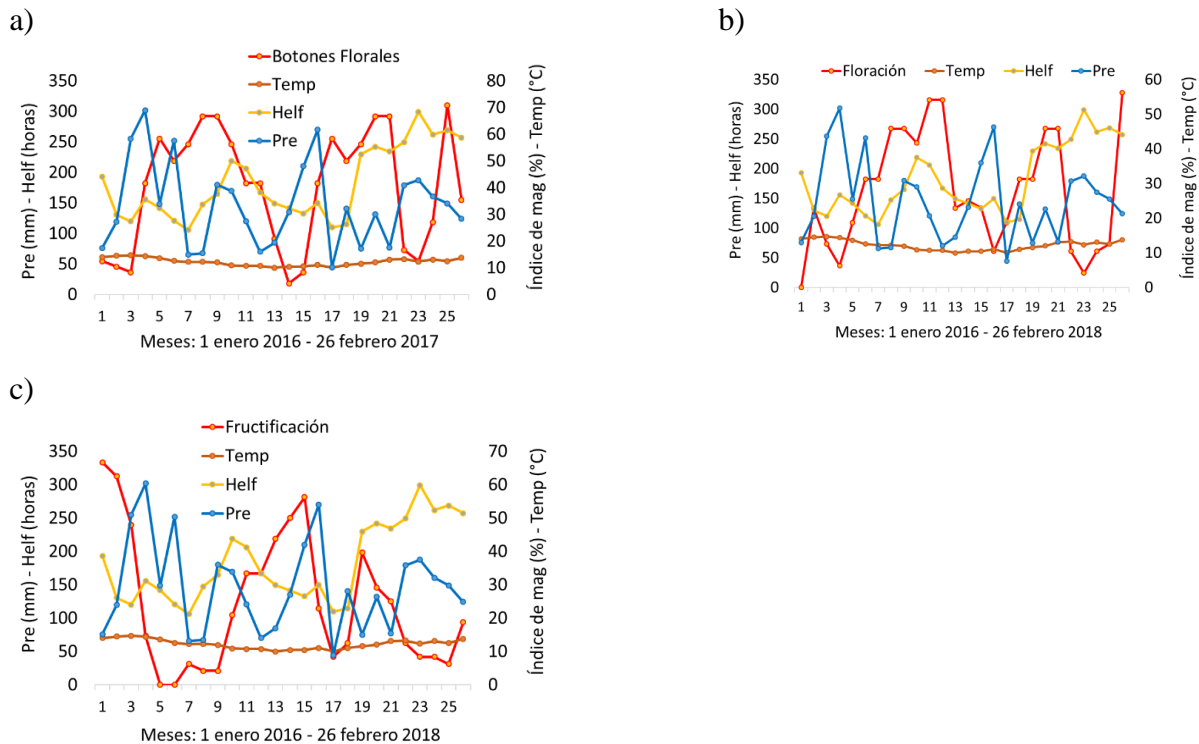
Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración,



fructificación y su asociación con variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Vallea stipularis*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).

Anexo 12. Tendencias descriptivas de las fases fenológicas con las variables ambientales de la especie (*Weinmannia fagaroides* Marchal.)

La fase fenológica de botones florales (Figura 47a) según las líneas continuas de ocurrencia, en el año 2016 y 2017, presentó asociación con la heliofanía. La floración mostró el mismo patrón de asociación con la heliofanía tanto para el año 2016, 2017 y 2018, (Figura 47b). La fructificación en año 2016, cuando presentó su máxima ocurrencia, se asocia positivamente con la heliofanía y precipitación, siendo diferente para el 2017 en donde se asoció mayormente con la precipitación (Figura 47c). En esta especie se observa que la incidencia de los tres eventos fenológicos fue similar en los tres años.



Líneas continuas de ocurrencia de las fases fenológicas de botones florales, floración, fructificación y su asociación con variables ambientales: precipitación media mensual (Pre), temperatura media mensual (Temp) y heliofanía (Helf) de *Weinmannia fagaroides*. Meses que constan en el año 2016; 1 (enero), 3 (marzo), 5 (mayo), 7 (julio), 9 (septiembre), 11 (noviembre). Meses para el año 2017; 13 (enero), 15 (marzo), 17 (mayo), 19 (julio), 21 (septiembre), 23 (noviembre). Meses para el año 2018; 25 (enero).