



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TITULO:

**“Fenología de seis especies forestales y calidad
de semillas en dos bosques altoandinos del
Macizo del Cajas, provincia del Azuay”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTORES: Carlos Benito Ortega Loja
Santiago Efren Guanuche Caiminagua

DIRECTORA: Blga. Fanny Ximena Palomeque Pesáñez, PhD

Cuenca – Ecuador
2016



RESUMEN

El Ecuador en los últimos años ha impulsado programas de reforestación. Sin embargo, hay poco conocimiento sobre la ecología de las especies nativas que contribuyan al éxito de estos programas. El objetivo del estudio fue monitorear la fenología de seis especies nativas (*Hedyosmum luteynii*, *Ocotea heterochroma*, *Oreocallis grandiflora*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Vallea stipularis* y *Weinmannia fagaroides*) en los bosques altoandinos de Mazán y Llaviucu del Parque Nacional Cajas. Se seleccionó ocho individuos con buenas características fenotípicas por cada especie y en cada sitio; el monitoreo se realizó cada quince días durante 6 meses. Además, se comparó la capacidad germinativa entre individuos y entre bosques de las especies *O. grandiflora*, *O. heterochroma* y *M. rhopaloides*.

Los resultados muestran que hay especies como *M. rhopaloides*, *O. grandiflora* y *W. fagaroides* que tienen una tendencia similar de los eventos de floración y fructificación entre los bosques; mientras que *H. luteynii* y *O. heterochroma* tuvo una marcada diferencia en el evento de floración, y *V. stipularis* difiere tanto en floración como fructificación entre los bosques.

En cuanto a la capacidad de germinación de las semillas para tres especies estudiadas mostraron que no hay diferencias significativas entre bosques, comportándose de manera similar tanto en el B. de Mazán como en el B. de Llaviucu. Sin embargo, a nivel de individuos como otro factor de análisis, se encontró que hay una alta variación en el porcentaje de germinación para las especies *O. heterochroma* y *M. rhopaloides*, pero no para *O. grandiflora*.

Las principales contribuciones de este estudio son de proveer de calendarios fenológicos para la colección de semillas, identificar los mejores árboles como fuentes semilleras para la producción de plántulas y evaluar la calidad de semillas, todo esto con fines de restauración.

PALABRAS CLAVE: FENOLOGÍA, GERMINACIÓN, ESPECIES NATIVAS, RESTAURACIÓN, FUENTES SEMILLERAS.



ABSTRACT

Ecuador in the last years has promoted reforestation programs. However, there is a lack of knowledge about the ecology of native tree species for contributing to the success of these programs. The aim of this study was to monitor the phenology of six native tree species (*Hedyosmum luteynii*, *Ocotea heterochroma*, *Oreocallis grandiflora*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Vallea stipularis* and *Weinmannia fagaroides*) in Llaviucu and Mazan forests in the Cajas National Park. We selected eight tree individuals per each species, all of them had a good phenotypic traits and they were evaluated every 15 days recording flowering and fruiting across six months. Moreover, another aim was to compare germination capacity among tree individuals and between forests of the following species *O. grandiflora*, *O. heterochroma* and *M. rhopaloides*.

The results showed that two groups of species were formed. *M. rhopaloides*, *O. grandiflora* and *W. fagaroides* had a similar tendency of flowering and fruiting events between both forests, while *H. luteynii* y *O. heterochroma* had a markable difference for flowering phenophase and *V. stipularis* differs in flowering and fruiting between forests.

Regarding to the germination capacity of three native tree species, the results did not show differences between forests, which means that the germination response was similar in Llaviucu and Mazán. However, the tree individuals as another factor of analysis, we found a high variation in percentage of germination for *O. heterochroma* and *M. rhopaloides* species, but not for *O. grandiflora*.

The main contributions of this study are to provide phenological calendars for seed collection, to identify the best tree individuals as tree sources for seedling production and to evaluate the seed quality of our native tree species, all of these aspects for restoration purposes.

KEYWORDS: PHENOLOGY, GERMINATION, NATIVE SPECIES, RESTORATION, TREE SOURCES



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	17
CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN	19
CAPITULO III: OBJETIVOS	21
3.1 Objetivo general del proyecto	21
3.2 Objetivos específicos	21
3.3 Preguntas científicas	21
CAPITULO IV: REVISIÓN DE LITERATURA.....	22
4.1 Fenología	22
4.1 Importancia de la fenología.....	23
4.2 Estudios fenológicos recientes realizados en el Ecuador	23
4.3 Normas International Seed Testing Association (ISTA) para el análisis de calidad de semillas	24
CAPITULO V: MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
5.1 Área de estudio	26
5.2 Vegetación en los bosques de Llaviucu y Mazán.....	26
5.2.1 Selección y marcaje de los árboles.....	29
5.2.2 Observaciones fenológicas.....	30
5.2.3 Recolección de semillas forestales.....	32
5.3 Determinación de la calidad de las semillas	32
5.3.1 Pureza.....	32
5.3.2 Peso	33



5.3.3 Contenido de humedad.....	33
5.3.4 Capacidad germinativa	34
5.4 Análisis de datos.....	34
CAPITULO VI: RESULTADOS.....	36
6.1 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observaciones para <i>Hedyosmum luteynii</i> ..	36
6.1.1 Botón floral.....	36
6.1.2 Fructificación	37
6.2 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para <i>Myrcianthes rhopaloides</i>	38
6.2.1 Floración	38
6.2.2 Fructificación	39
6.3 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para <i>Ocotea heterochroma</i>	40
6.3.1 Floración	40
6.3.2 Fructificación	41
6.4 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para <i>Oreocallis grandiflora</i>	42
6.4.1 Floración	42
6.4.2 Fructificación	43
6.5 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para <i>Vallea stipularis</i>	44
6.5.1 Floración	44
6.5.2 Fructificación	45
6.6 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para <i>Weinmannia fagaroides</i> . 46	46



6.6.1	Floración	47
6.6.2	Fructificación	48
6.7	Calendario fenológico.....	48
6.8	Calidad de semillas	49
6.8.1	<i>Ocotea heterochroma</i>.....	49
6.8.2	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	50
6.8.3	<i>Oreocallis grandiflora</i>.....	52
CAPITULO VII: DISCUSIÓN.....		55
7.1	Eventos fenológicos de seis especies nativas y entre bosques ..	55
7.2	Capacidad germinativa entre individuos de los Bosques de Mazán y Llaviucu y su relación con la calidad de semillas.....	57
7.3	Limitaciones del estudio	59
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
8.1	Eventos fenológicos de seis especies nativas y entre bosques ..	60
8.2	Capacidad germinativa entre individuos de los Bosques de Mazán y Llaviucu	60
8.3	Recomendaciones.....	61
8.3.1	Monitoreo de fenología de especies nativas.....	61
8.3.2	Capacidad germinativa de semillas y calidad de semillas.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		63
ANEXOS		69



ÍNDICE DE TABLAS

	Pg.
Tabla 1. Eventos fenológicos registrados durante las observaciones, en los bosques de Llaviucu y Mazán, macizo del Parque Nacional Cajas.....	31
Tabla 2. Índice de magnitud (%) para los eventos fenológicos registrados en los bosques de Llaviucu y Mazán, macizo del Parque Nacional Cajas.....	31
Tabla 3. Peso, pureza y contenido de humedad para <i>O. heterochroma</i> , \pm desviación estándar	49
Tabla 4. Análisis de peso, pureza y contenido de humedad para <i>M. rhopalooides</i> , \pm desviación estándar	51
Tabla 5. Análisis de peso, pureza y contenido de humedad para <i>O. grandiflora</i> , \pm desviación estándar	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación con la distribución de los individuos monitoreados de 6 especies nativas en los bosques de Llaviucu y Mazán	28
Figura 2. Identificación y marcaje de los árboles	30
Figura 3. Porcentaje de individuos para el evento de botón floral en <i>H. luneynii</i>	36
Figura 4. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en <i>H. luteynii</i>	38
Figura 5. Porcentaje de individuos para el evento de floración en <i>M. rhopaloides</i>	39
Figura 6. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en <i>M. rhopaloides</i>	40
Figura 7. Porcentaje de individuos para el evento de floración en <i>O. heterochroma</i>	41
Figura 8. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en <i>O. heterochroma</i>	42
Figura 9. Porcentaje de individuos para el evento de floración en <i>O. grandiflora</i>	43
Figura 10. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en <i>O. grandiflora</i>	44
Figura 11. Porcentaje de individuos para el evento de floración de <i>V. stipularis</i>	45
Figura 12. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación de <i>V. stipularis</i>	46
Figura 13. Porcentaje de individuos para el evento de floración de <i>W. fagaroides</i>	47
Figura 14. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación de <i>W. fagaroides</i>	48



Figura 15. Germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán de *O. heterochroma*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales.

50

Figura 16. Germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán para *M. rhopaloides*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales. 52

Figura 17. Porcentaje de germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán para *O. grandiflora*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales. 54



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo	69
Anexo 2. Parámetros de evaluación para árboles madre	70
Anexo 3. Hoja de registro de los árboles seleccionados para el B. de Llaviucu	71
Anexo 4. Hoja de registro de los árboles seleccionados para el B. de Mazán	72
Anexo 5. Calendario fenológico y recolección de semillas de las especies en estudio en el bosque de Llaviucu	73
Anexo 6. Calendario fenológico y recolección de semillas de las especies en estudio en el bosque de Mazán.....	74
Anexo 7. Resumen Análisis Estadístico	75
Anexo 8. Gráficos comparativos de floración para las especies nativas en el Bosque de Mazan y Llaviucu, macizo del parque Nacional Cajas.	79
Anexo 9. Gráficos comparativos de fructificación para las especies nativas en el Bosque de Mazan y Llaviucu, macizo del parque Nacional Cajas.....	81



Yo, Carlos Benito Ortega Loja, autor de la tesis "**Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay**" certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Septiembre 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carlos Benito Ortega Loja".

Carlos Benito Ortega Loja

C.I: 0103838363



Yo, Santiago Efren Guanuche Caiminagua, autor de la tesis **“Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay”** certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Septiembre 2016

Santiago Efren Guanuche Caiminagua

C.I: 0705407849



Yo, Carlos Benito Ortega Loja, autor de la tesis “Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Agrónomo. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Septiembre 2016

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "C. B. ORTEGA LOJA".

Carlos Benito Ortega Loja

C.I: 0103838363



Yo, Santiago Efren Guanuche Caiminagua, autor de la tesis **“Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques altoandinos del Macizo del Cajas, provincia del Azuay”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Agrónomo. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Septiembre 2016

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue circle, which is itself on a horizontal line. The signature reads "Sant G".

Santiago Efren Guanuche Caiminagua

C.I: 0705407849



AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad de Cuenca por habernos dado la oportunidad de estudiar y formarnos como profesionales de servicio a la comunidad. De manera muy especial a la PhD Ximena Palomeque Pesantez por su dirección en el desarrollo de esta investigación, quien con su conocimiento, experiencia, paciencia y motivación nos impulsó para el desarrollo de este proyecto de titulación. Al Blgo. Josué López quien con su apoyo y consejos nos guió en el transcurso de la investigación. Al centro de Agroforestería y Manejo del Paisaje por la oportunidad de desarrollar esta tesis en el marco de un proyecto de investigación. Este estudio fue posible realizarlo gracias al financiamiento de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) dentro del proyecto: Efectos del cambio climático en la capacidad germinativa de semillas y producción de plántulas de especies forestales nativas andinas en la provincia del Azuay. A la Empresa Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA-EP).

A nuestra familia por el apoyo incondicional en todas las instancias de nuestra vida universitaria, a nuestros amigos por los momentos maravillosos que hemos compartido.

Carlos Ortega

Santiago Guanuche



DEDICATORIA

A Dios, por ser quien me da la vida en mí caminar por este mundo de luchas y victorias, quien ha alumbrado cada minuto de mi existencia para no perder mi norte, porque a pesar de mis faltas siento su gran amor

A mi madre Carmita, mis tíos y abuelitos; por ser esos ejes fundamentales para estar en el lugar que me encuentro.

Carlos Ortega

A Dios, por ser la guía en mi camino, quien me ha iluminado en cada una de las decisiones tomadas en mi vida.

A mi esposa y a mi hijo, quienes han sido la fuerza y la motivación para poder lograr y concluir con esta etapa de mi vida.

A toda mi familia, quienes con sus consejos y ejemplo me han guiado por el camino del bien, para ser mejor persona.

Santiago Guanuche



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en la región (Aponte & Sanmartin, 2011). Esta diversidad representa el 7.6% de las plantas vasculares, aves 18%, anfibios 9%, mamíferos 8% y reptiles con el 6% de especies registradas en todo el mundo (Cuestas *et al.*, 2015). Esta diversidad ha sido explicada por la presencia de la cordillera de los Andes, la que da origen a diversos pisos altitudinales, donde existen diferentes microclimas, formaciones geológicas y tipos de suelos que contribuyen a la formación de micro-hábitats, donde existe un alto número de especies de plantas y animales con adaptaciones específicas (Mena *et al.*, 2008; Peralvo *et al.*, 2015)

Lamentablemente, esta alta diversidad florística existente se ve amenazada por un problema evidente que es la deforestación y el consecuente cambio de uso del suelo para el establecimiento de pastizales y para la expansión de la frontera agrícola (Torrachi, 2002; Knoke *et al.*, 2014). Según el Ministerio de Ambiente (MAE, 2014), se estima que la deforestación promedio para el periodo 2008 – 2012 en el país fue de 65.880 ha/año. Para el periodo 2000 – 2008 el promedio de deforestación para la región Andina fue de 30.866 ha/año aproximadamente (MAE, 2012).

En nuestro país el impacto producido por los cambios insostenibles en el uso del suelo desde tiempos ancestrales, ha tenido como consecuencias la sucesión de la taxa leñosa a un aumento de la taxa herbácea, debido a prácticas agrícolas como la tala y quema (Chacón *et al.*, 2009; White, 2013). Estas últimas actividades son muy comunes y están ligadas a las prácticas agrícolas de la región.

A pesar de los problemas que conlleva la deforestación, aún es posible encontrar remanentes de bosque nativos, principalmente localizados en zonas de difícil acceso, así como también en áreas protegidas (Ej. Parques Nacionales, Bosques protectores, entre otras). Sin duda los bosques nativos ofrecen diversos bienes y servicios ambientales como por ejemplo la regulación



del ciclo hidrológico, la producción de oxígeno, el secuestro de carbono atmosférico, mejoraran la fertilidad de los suelos, entre muchos otros (Moreira & Ruales, 2015; Jojoa, 2015). Los bosques también proveen bienes a través de productos no maderables, entre las que se encuentran las semillas, cuya germinación es la etapa más crucial y vulnerable de la historia de vida de una planta (Yang *et al.*, 2008). Por tanto, los bosques nativos se constituyen en fuentes semilleras que deben ser considerados en los programas de reforestación y restauración ecológica.

A nivel mundial existen programas de restauración, como el desafío de Bonn (Bonn Challenge, 2011). Esta es una aspiración mundial para restaurar 150 millones ha de tierras deforestadas y degradadas del mundo hasta el 2020, y 350 millones de ha al 2030. A nivel del Ecuador, existe un Plan Nacional de Restauración Forestal, que tiene como meta reforestar 500 mil ha a nivel nacional hasta el 2017. Además para este año ha lanzado la campaña "Mi Bosque del futuro", donde se ha planteado reforestar aproximadamente 4400 ha durante el 2016 (MAE, 2014) . Para cumplir estos desafíos internacionales y nacionales es importante aunar esfuerzos entre las instituciones públicas, privadas, comunidades locales y las universidades, que son las que generan el conocimiento.



CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN

En las últimas décadas ha sido reconocido el rol de los bosques en la mitigación al cambio climático, de allí que programas como REED (Reducing Emissions from deforestation and forest Degradation) han sido implementados en muchos países (Campaña, 2015). Por otra parte (Dawson *et al.*, 2014), mencionan que los bosques tienen un alto valor en términos de diversidad de árboles y la variación genética intrínseca dentro de las especies. Un valor económico también es dado a los productos no maderables de los bosques nativos como son las semillas, de las cuales las comunidades locales se benefician para la propagación y comercialización de las plántulas (FAO, 2010; Minga *et al.*, 2016).

Existe una gran diversidad de especies de árboles en la región de los Andes, por ejemplo, se estima que existen 408 especies de árboles registrados en la Cuenca del río Paute (Minga *et al.*, 2016). Hoy en día esta diversidad se encuentra concentrada en pocos remanentes de vegetación nativa en el paisaje. Muchos de estos remanentes bajo alguna categoría de protección, como son los casos de los Bosques de Llaviucu y Mazán, que son parte del Parque Nacional Cajas y parte del Sistema Municipal de Áreas Protegidas respectivamente; estos dos bosques se encuentran administrados por el Ministerio de Ambiente y la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento (ETAPA EP). Por otra parte, este tipo de bosques nativos al igual que sucede en otros países tropicales son poco estudiados, a pesar de sus potencialidades, como por ejemplo, fuentes semilleras de especies con importancia ecológica, económica y social, y de interés de propagación para la producción de plantas para la reforestación. Según (Broadhurst & Boshie, 2014) mencionan que la calidad de semillas y la apropiada procedencia son importantes para emprender proyectos de reforestación. Los sitios a reforestarse deben estar lo más cercano al sitio donde se colecta las semillas o al ecosistema de referencia lo que contribuye al éxito de un programa de restauración ecológica y reforestación.



Con lo antes mencionado, este estudio pretende registrar los diferentes eventos fenológicos de floración y fructificación de especies nativas en los bosques altoandinos de Llaviucu y Mazán con las siguientes especies: *Hedyosmum luteynii* Todzia, *Ocotea heterochroma* Mez & Sodiro, *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br, *Myrcianthes rhopaloides* Kunth McVaugh, *Vallea stipularis* L.f y *Weinmannia fagaroides* Kunth.

Además este estudio contempla el análisis de la calidad de las semillas aplicando las normas de “International Seed Testing Association” (ISTA) a nivel de individuos de cada especie, con la finalidad de identificar arboles madre con las mejores características fenotípicas y de germinación de semillas. También la investigación se enmarca dentro de uno de los objetivos de el Plan Nacional del Buen Vivir, el mismo que busca “garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global” (objetivo 7) (SENPLADES, 2013). Por tanto esta propuesta se alinea con la contribución de conocimiento para el manejo y uso sostenible de los recursos forestales.



CAPITULO III: OBJETIVOS

3.1 Objetivo general del proyecto

Contribuir al conocimiento de la ecología de seis especies forestales nativas en los bosques altoandinos de Mazán y Llaviucu localizados en el Macizo del Cajas, Provincia del Azuay.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar los períodos fenológicos (floración y fructificación) de seis especies forestales entre los bosques altoandinos de Mazán y Llaviucu.
- Comparar la calidad de semillas entre individuos de la misma especie y entre bosques de tres especies forestales seleccionadas.

3.3 Preguntas científicas

- ¿Hay diferencias en los eventos fenológicos de 6 especies forestales nativas entre los bosques de Llaviucu y Mazán ubicadas dentro del macizo del Cajas?
- ¿Hay diferencias en el porcentaje de germinación de semillas entre individuos de la misma especie y entre bosques de Llaviucu y Mazán, en el Macizo del Cajas?



CAPITULO IV: REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Fenología

La fenología estudia, los eventos que ocurren en las plantas a lo largo del tiempo como son la germinación, crecimiento, floración, fructificación, abscisión y dispersión de las semillas (Fenner, 1998); También estudia los fenómenos morfológicos de la planta, acomodados a cierto ritmo periódico, como la aparición, transformación o desaparición relativa de algunos órganos o distintos acontecimientos (Ramírez *et al.*, 2014).

A nivel de fenología del desarrollo de las hojas, un estudio realizado en un bosque tropical deciduo estacional en el oeste de Tailandia, que monitoreó la variación interanual e intraespecífica de la formación de hojas en 100 especies de árboles, se encontró que el evento analizado tuvo una amplia variabilidad en magnitud, duración y variabilidad de pérdida de hojas entre especies y entre años (Williams *et al.*, 2008). En este tipo de eventos, el clima actúa como una fuerza de control de los ciclos fenológicos, pero son muy poco estudiados en la fisiología y ecología de las especies (Bendix *et al.*, 2006; Günter *et al.*, 2008)

En bosques húmedos tropicales la producción de flores puede coincidir con picos de irradiación (Wright & Van Schaik, 1994). Mientras que en los bosques tropicales secos, la temporada de floración se concentra a menudo en la transición de finales de temporada seca y temporada de lluvias temprana (Murali & Sukumar, 1994). (Günter *et al.*, 2008) estudió la fenología de floración y fructificación de 80 árboles de 13 especies nativas en un sitio húmedo (San Francisco) y uno seco en el Sur del Ecuador (Vilcabamba), y los resultados demostraron que principalmente la floración está asociada al fotoperíodo, radiación y precipitación en los dos bosques.



4.1 Importancia de la fenología

La importancia de la fenología ha sido mencionada por varios autores, como es el caso de (Fournier & Charpentier, 1975) quienes explican que es necesario conocer las fases y el desarrollo de las plantas y establecer los momentos de recolección de semillas para comprender los procesos de regeneración natural en los bosques. La época en la que ocurren los eventos reproductivos en las plantas es determinante para la sucesión de la población y para asegurar la supervivencia y el establecimiento de individuos jóvenes (Ferraz *et al.*, 2003). Estos estudios permiten comprender mejor la respuesta de los rodales a su ambiente físico y biótico, así como su dinámica (Aguirre *et al.*, 2007).

Las observaciones fenológicas generan información muy valiosa para futuras investigaciones relacionadas con la variación climática y el desarrollo vegetativo (Ramírez *et al.*, 2014). Se ha demostrado por ejemplo que la floración es uno de los eventos fenológicos más sensibles a los cambios climáticos (Vazquez, 2011; Hatfield & Prueger, 2015).

La fenología se ha convertido en una herramienta importante para la investigación sobre cambio climático ya que este indicador biológico fácilmente observable permite conocer como los cambios de temperatura influyen en la actividad de los organismos (Montserrat *et al.*, 2008; Davis *et al.*, 2010).

4.2 Estudios fenológicos recientes realizados en el Ecuador

Investigaciones sobre la fenología de especies nativas en el sur del país muestran resultados claros del comportamiento de las distintas especies nativas, pudiendo mencionar algunos estudios realizados en el bosque de San Francisco, ubicado en la provincia de Zamora Chinchipe. Las especies *Inga acreana*, *Piptocoma discolor*, *Morella pubescens* y *Helicocarpus americanus* fueron monitoreados en el año 2004 (Jara & Romero, 2005) y *Cedrela c.f. lilloi*, *Vismia tomentosa* y *Tabebuia chrysantha* monitoreados en los años 2004-2007 (Armijos, 2008). Los primeros autores encontraron que *Inga. acreana*, *Helicocarpus americanus* y *Piptocoma discolor* tuvo una floración y fructificación



que se presentan en dos etapas bien marcadas en el año, mientras que *Morella pubescens* la floración se da durante todo el año en diferentes intensidades pero su fructificación en dos periodos al año. La segunda autora encontró que para las especies estudiadas la ocurrencia y la intensidad de floración y fructificación difiere entre individuos con diferente DAP. Sin embargo, las tres especies sufrieron defoliación independientemente de su DAP. Se destaca que hubo sincronía en las fenofases a nivel de población pero no a nivel de individuos de la misma especie. Por otra parte, los autores (Encalada & Alvarado, 2010a), en el mismo bosque, desde Octubre del 2007 hasta Octubre del 2008 monitorearon las siguientes especies *Cedrela montana*, *Hyeronima asperifolia*, *Inga acreana*, *Morella pubescens*, *Nectandra membranacea* y *Tabebuia chrysantha*. Los resultados mostraron una diferencia entre especies, por ejemplo para el evento fructificación. *H. asperifolia* produjo frutos en varios meses del año, mientras que *M. pubescens* obtuvo un pico en el mes de Marzo. *C. montana*, produjo el más alto nivel de frutos en el mes de Agosto. En los casos de *T. chrysantha* e *I. acreana* tuvieron su mayor producción de frutos en el mes de noviembre.

4.3 Normas International Seed Testing Association (ISTA) para el análisis de calidad de semillas

Las normas ISTA son procedimientos internacionales confiables y estandarizados a nivel mundial, de tal manera que sean comparativos. Para determinar la calidad de semillas se necesita aplicar cuatro parámetros: Peso (g), Pureza (g), Contenido humedad (%), y Germinación (%) (ISTA, 2007).

El análisis de la calidad de las semillas se da por la gran importancia que estas tienen para generar nuevos individuos de características similares y de alta calidad al árbol madre. Es importante el análisis de las semillas ya que la propagación por vía asexual produce clones, lo que no mantiene la variabilidad genética en las poblaciones naturales, teniendo así más vulnerabilidad a enfermedades, y en muchos la muerte de las plántulas por mal enraizamiento.



Uno de los tantos objetivos del análisis de las semillas es determinar la capacidad de un determinado número de semillas para producir plantas sanas, vigorosas y adecuadas para el trasplante al campo; de esta forma al hablar de la calidad de las semillas se hace referencia al vigor fisiológico más que a su calidad genética (Poulsen, 2000)

4.4 Estudios para el análisis de calidad de semillas de especies nativas.

A pesar de los pocos estudios sobre calidad de semillas de especies nativas en el Ecuador, se destacan estudios realizados en el bosque de San Francisco, Zamora Chinchipe. A continuación se citan algunos estudios, por ejemplo, (Armijos, 2008), reportó que la germinación en *Cedrela c.f. lilloi* para los individuos con valores altos de DAP tuvieron un porcentaje de germinación superior al 87%. En el caso de *Vismia tomentosa* la germinación varió entre individuos del 0% al 44% de germinación. *Tabebuia chrysanthia* tuvo una variación entre individuos hasta un 70% en la germinación. Por otro lado, (Encalada & Alvarado, 2010) en el capítulo de calidad de semillas, encontraron por ejemplo, que especies como *Cedrela montana*, *Tabebuia chrysanthia*, *Morella pubescens* forman parte de las semillas ortodoxas con contenidos de humedad de semillas más bajos que oscilan entre 12,5 % y 16,4%. *Inga acreana* y *Nectandra membranacea* registraron los más altos contenidos de humedad que varió entre 34,7% y 55%. En cuanto a la germinación *C. montana*, *M. pubescens* tuvieron bajos porcentajes promedios inferiores al 9%. *T. chrysanthia* alcanzó el porcentaje más alto de germinación de 28,6 %, y la especie que se destacó con un promedio más alto de germinación fue *I. acreana* con un 98%. En el caso de *N. membranacea* no presentó germinación en los días de monitoreo.



CAPITULO V: MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Área de estudio

El área de estudio está ubicada en los bosques de Llaviucu y Mazán del cantón Cuenca, provincia del Azuay. Ambos forman parte del Macizo del Cajas y se encuentran dentro del Parque Nacional Cajas, el mismo que cuenta con una extensión de 28544 ha distribuidos en un rango altitudinal entre los 3160 m snm y 4445 m snm (Serrano, 1996a). El bosque de Llaviucu está ubicado a 17 km de la ciudad de Cuenca, por la vía Cuenca-Molleturo-Puerto Inca, con una altitud que va de 3160 a 4000 m snm, dentro de la microcuenca del río Taita chugo, esta microcuenca abastece del 30% de agua potable a la ciudad de Cuenca (MAE, 2015).

El bosque de Mazán se sitúa a 10 Km al oeste de la ciudad de Cuenca por la vía Cuenca-Molleturo-Puerto Inca, pertenece a la microcuenca del río Mazán, cuyas aguas representan el 20% del caudal del río Tomebamba, principal afluente que abastece de agua potable a la ciudad de Cuenca. Abarca un área aproximada de 7200 ha, teniendo su punto más alto 4137 m snm y el más bajo a 2800 m snm (Serrano, 1996b).

5.2 Vegetación en los bosques de Llaviucu y Mazán.

Llaviucu presenta varios tipos de hábitats, siendo los más dominantes el páramo y el bosque maduro. Estos en conjunto con las áreas de bosque secundario y pastizal, forman un mosaico de agro ecosistemas (Minga, 1998).

El bosque de Llaviucu es uno de los últimos relictos de bosque primario nublado andino que quedan en nuestra región donde, encontramos una gran diversidad de especies vegetales. Aquí se han registrado 260 especies pertenecientes a 79 familias y 175 géneros de plantas con flor y helechos, además 6 especies de musgos y líquenes; estos números incluyen a las especies endémicas (Minga, 1998).



El bosque de Mazán es el remanente de bosque nublado mejor conservado en la provincia del Azuay, abarca una área de 7200 ha cubierta principalmente por páramo. En esta reserva se encuentran aproximadamente 300 especies de plantas vasculares, de las que 101 son leñosas, distribuidas en 74 géneros pertenecientes a 45 familias. De éstas, 46 son árboles, 52 son arbustos y 3 son lianas (Minga, 2000).

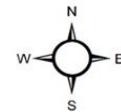
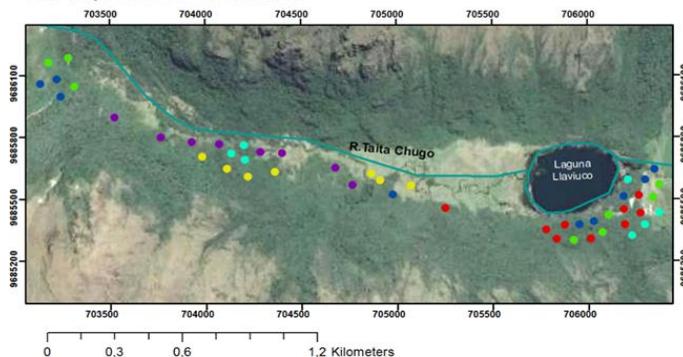
En Mazán, el bosque primario se conforma de la vegetación de sucesión avanzada en términos de composición y estructura. Este ocupa 268 ha con vegetación que en algunos casos sobrepasa los 20 m de altura. Entre las especies que conforman el bosque maduros están: *Prumnopytis montana* (romerillo), *Weinmannia fagaroides* (sarar), *Ocotea heterochroma* (aguacatillo) entre otros (Serrano, 1996b).

El bosque secundario posee aproximadamente 65 ha dentro de las cuales en la década de los 70 y 80 se dio una explotación forestal. Sin duda las zonas de mayor afectación fueron las de mayor accesibilidad y menor pendiente. En algunos de los casos se realizó tala rasa y en algunos casos tala selectiva, por lo que a veces es difícil diferenciar con el bosque primario. En esta zona se observan especies con un gran potencial de rebrote entre las que se destacan especies como *Ternstroemia* sp. (marar), *Weinmannia fagaroides* (sarar), *Miconia* spp. (colcas) y *Myrcianthes rhopaloides* (arrayan) (Serrano, 1996b).

Hay presencia de gramíneas introducidas y sembradas con anterioridad para el uso del ganado; en la actualidad constituyen una limitante para la regeneración natural y reforestación con especies nativas (Serrano, 1996).



BOSQUE DE LLAVIUCO



LEYENDA

ÁRBOLES

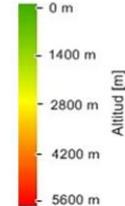
Especie

- *Hedyosmum luteynii*
- *Myrcianthes rhopalooides*
- *Ocotea heterochroma*
- *Oreocallis grandiflora*
- *Vallea stipularis*
- *Weinmannia fagaroides*

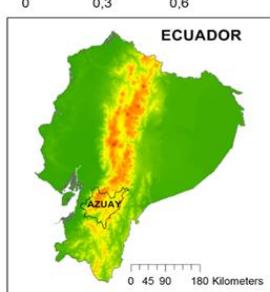
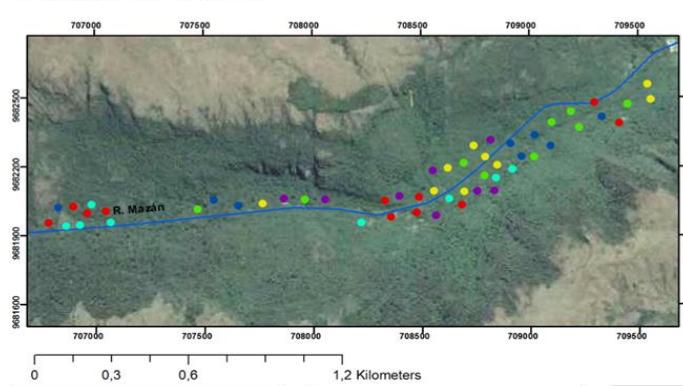
Río Taita Chugo

Río Mazán

ALTITUD



BOSQUE DE MAZÁN



Fuente: IGM

Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación con la distribución de los individuos monitoreados de 6 especies nativas en los bosques de Llaviuco y Mazán

Elaborado por: Maza, A.P – Universidad de Cuenca 2016.



5.2.1 Selección y marcaje de los árboles.

Para seleccionar los árboles se realizó un reconocimiento general del área de estudio, para evidenciar la distribución espacial de los individuos de las respectivas especies. Cabe señalar que las especies estudiadas fueron seleccionadas bajo el proyecto “Efectos del cambio climático en la capacidad germinativa de semillas y producción de plántulas de especies forestales andinas en la Provincia del Azuay”, por su importancia ecológica, social y económica como producto de la encuesta realizada a las personas del lugar a inicios del trabajo.

Las especies seleccionadas son: *H. luteynii*, *O. heterochroma*, *O. grandiflora*, *V. stipularis*, *M. rhopalooides*, *W. fagaroides*. Para cada especie se seleccionaron ocho individuos distribuidos en los senderos, tanto en el bosque de Mazán y Llaviucu (Figura 1). En total 96 individuos fueron registrados en el campo.

Para identificar los individuos de cada especie se consideró características fenotípicas superiores al promedio de la población de la especie o al conjunto que los rodea, esencialmente en lo referido a: forma de la copa, libre de plagas y enfermedades. La ubicación de los árboles no estuvo limitada únicamente a lugares cercanos. También se consideró que las copas sean visibles y accesibles para poder realizar la observación y la recolección de semillas. Para elegir estos individuos se utilizó la metodología propuesta por (Ordóñez *et al.*, 2001) la misma que evalúa características fenotípicas como rectitud 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 de acuerdo a una puntuación (Anexo 2).

Para facilitar el seguimiento de los individuos en campo estos fueron identificados y etiquetados con placas de aluminio (Figura 2) y también cada individuo fue georreferenciado.



Figura 2. Identificación y marcaje de los árboles

Se realizó la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura total para cada individuo seleccionado. Toda la información fue registrada en hojas de campo (Anexo 1).

5.2.2 Observaciones fenológicas.

Las observaciones fenológicas se las realizaron cada quince días durante un periodo de seis meses. Para este fin se utilizaron binoculares (10 x 25 mm). El periodo de monitoreo inició a finales de julio de 2015 y continuó hasta enero de 2016. Para la evaluación de los eventos se utilizó la metodología adaptada de Fournier, 1974 la cual consiste en realizar observaciones directas desde un punto fijo para registrar los eventos en lo referente a floración, floración en botón y fructificación. (Tabla 1).

A continuación se muestran los eventos que se registraron para cada individuo.



Tabla 1. Eventos fenológicos registrados durante las observaciones, en los bosques de Llaviucu y Mazán, macizo del Parque Nacional Cajas.

Floración	Fl
Floración en botón	Bot
Frutos	F

Adaptación de (Fournier, 1974)

Cabe mencionar que para el análisis de los resultados se consideraron las fenofases (fluctuaciones estacionales) de floración y fructificación para las especies: *O. heterochroma*, *O. grandiflora*, *M. rhopaloides*, *V. stipularis* y *W. fagaroides*. Mientras que para *H. luteynii* se realizó el análisis de la fenología con las fenofases de botón floral y fructificación, debido a que durante el tiempo de monitoreo no se pudo diferenciar la transición entre botón floral y flor para esta especie.

A cada evento se le asignó un índice, el mismo que se representó la magnitud del evento registrado en rangos de porcentaje. Para aquello se utilizó denominaciones entre 1 y 4, las mismas que representan los distintos rangos de porcentajes establecidos (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de magnitud (%) para los eventos fenológicos registrados en los bosques de Llaviucu y Mazán, macizo del Parque Nacional Cajas.

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



4	Presencia del fenómeno con una magnitud entre 76 – 100 por ciento
---	---

(Fournier, 1974)

5.2.3 Recolección de semillas forestales.

La recolección de frutos de los árboles con una altura menor a diez metros se realizó utilizando podadoras manuales. Para los individuos con una altura mayor a diez metros la recolección de los frutos se la realizó utilizando equipo especializado para escalar árboles, con el cual se llegó hasta la copa de los árboles para la recolección de frutos y su posterior procesamiento.

5.3 Determinación de la calidad de las semillas

Para este análisis se recolectaron semillas de tres individuos de *O. grandiflora*, *O. heterochroma*, *M. rhopaloides*. Estas fueron llevadas al laboratorio para su respectivo análisis de peso, pureza, contenido de humedad y germinación basándose en las normas ISTA. Las especies seleccionadas estuvieron en función de la producción de frutos durante el tiempo de monitoreo fenológico de la investigación.

Para la especie *O. heterochroma* se escogió tres individuos para el B. de Llaviucu y dos individuos para el B. de Mazán. Para *M. rhopaloides* se escogió tres individuos para el B. de Llaviucu y tres para el B. de Mazán, y para *O. grandiflora* se escogieron cuatro individuos para el B. de Llaviucu y cinco individuos para el B. de Mazán.

5.3.1 Pureza.

Para determinar la pureza se pesaron cuatro muestras al azar, cada muestra contenía 25 semillas (100 semillas en total). Este procedimiento se lo realizó para cada individuo colectado en cada bosque. Posteriormente se procedió a separar las impurezas de cada muestra de forma manual para posteriormente volver a pesar y obtener el peso neto para cada muestra.

El porcentaje de semilla pura se calcula de la siguiente manera:



$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso semillas puras (g)}}{\text{peso total de la muestra (g)}} \times 100$$

5.3.2 Peso

Para el cálculo del peso de las semillas se obtuvieron cuatro muestras al azar de 25 semillas por repetición (100 semillas en total), de las cuales se procedió a pesar con una balanza de precisión, obteniendo así el peso respectivo para cada muestra.

5.3.3 Contenido de humedad

Para esta determinación se utilizaron dos muestras de 25 semillas (50 semillas en total) por individuo para las especies *M. rhopaloides* y *O. grandiflora*; tomadas de las muestras del ensayo de pureza. En el caso de *O. heterochroma* se tomaron dos semillas por ser de gran tamaño y es lo que recomienda el ISTA en estos casos. Se colocó las semillas en un contenedor (cajas petri) y se calculó el contenido de humedad de la siguiente manera:

1. Se pesó el conteiner vacío, tanto la base como la tapa.
2. Se colocó la muestra de la semilla previamente pesada (g) en el contenedor y se pesó todo (base, tapa y muestra).
3. El contenedor se colocó en la estufa a 103°C +/- 2°C por 17 +/- 1 hora. Luego se procedió a apagar la estufa por un tiempo determinado (30 - 45 min) hasta que se enfríen las muestras (para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera). Después de normalizarse la temperatura, se pesaron los contenedores nuevamente.

El contenido de humedad se calculó con la siguiente formula:

$$(M_2 - M_3) \cdot \frac{100}{(M_2 - M_1)}$$



Donde:

M_1 = es el peso en gramos del recipiente y su tapa,

M_2 = es el peso en gramos del recipiente, su tapa y su contenido antes del secado, y

M_3 = es el peso en gramos del recipiente, tapa y el contenido después del secado.

5.3.4 Capacidad germinativa

Para el ensayo de germinación se tomó de cada individuo cuatro muestras de 25 semillas. Para la desinfección se procedió a lavar cada muestra en agua corriente por 2 minutos, posteriormente se lavó con jabón líquido y a continuación fueron enjuagadas con abundante agua destilada. Estas fueron sumergidas en alcohol al 95% durante un minuto (para el caso de semilla de *M. rhopaloides* fue de dos minutos). Finalmente se las enjuago nuevamente con abundante agua destilada.

Luego se procedió a realizar la siembra en cajas petri previamente esterilizadas colocadas en su interior papel absorbente saturado con agua destilada; estas fueron colocadas en el cuarto de germinación. Se adicionó agua destilada conforme las semillas lo requerían con el fin de mantener la humedad adecuada. Este protocolo se empleó para *O. grandiflora* y *M. rhopaloides* ya que sus semillas son pequeñas. Para el caso de *O. heterochroma*, debido a su gran tamaño, las semillas fueron sembradas directamente en bandejas con sustrato de germinación y se colocaron en el invernadero.

5.4 Análisis de datos

Para los datos de las observaciones fenológicas se realizó un análisis descriptivo, considerando el índice aplicado y el porcentaje de individuos en relación a cada evento. Para comparar la germinación a nivel de individuos (factor 1) y entre los bosques (factor 2) se utilizó un Modelo Lineal General (Análisis Univariado) por cada especie estudiada (*O. heterochroma*, *O. grandiflora*, y *M. rhopaloides*). Los niveles del factor individuo varió en cada



especie: Para *O. heterochroma* fueron; 3 individuos para el B. de Llaviucu y 2 individuos para el B. de Mazán; para *M. rhopaloides* fueron 3 para el B. de Llaviucu y 3 para el B. de Mazán y para *O. grandiflora* fueron 4 para el B. de Llaviucu y 5 para el B. de Mazán. Se comprobó los supuestos de homogeneidad de varianza y la normalidad de los datos. La homogeneidad de varianza fue comprobada a través de la prueba de Levene y la normalidad a través de la prueba Shapiro Wilks. Los diferentes individuos fueron comparados usando la prueba de Tukey bajo un nivel de significancia de ($p<0.05$). Se utilizó el paquete estadístico SPSS 22 para Windows



CAPITULO VI: RESULTADOS

6.1 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observaciones para *Hedyosmum luteynii*.

6.1.1 Botón floral

No se evidenció el evento de botón floral durante las observaciones fenológicas (6 meses) para la especie *H. luteynii* en el B. Llaviucu. En el B. de Mazán existió la ausencia del evento desde el mes de julio hasta diciembre, donde se realizó la primera observación de botones florales para esta especie. Posterior a esta fecha, en el B. de Mazán se presentó una intensidad mayor al 20% de árboles con índice 1, descendiendo hacia el mes de enero con porcentaje del 10%. Para la última observación de enero se presentó un índice 3 con porcentaje de árboles de hasta un 10% (Figura 3)

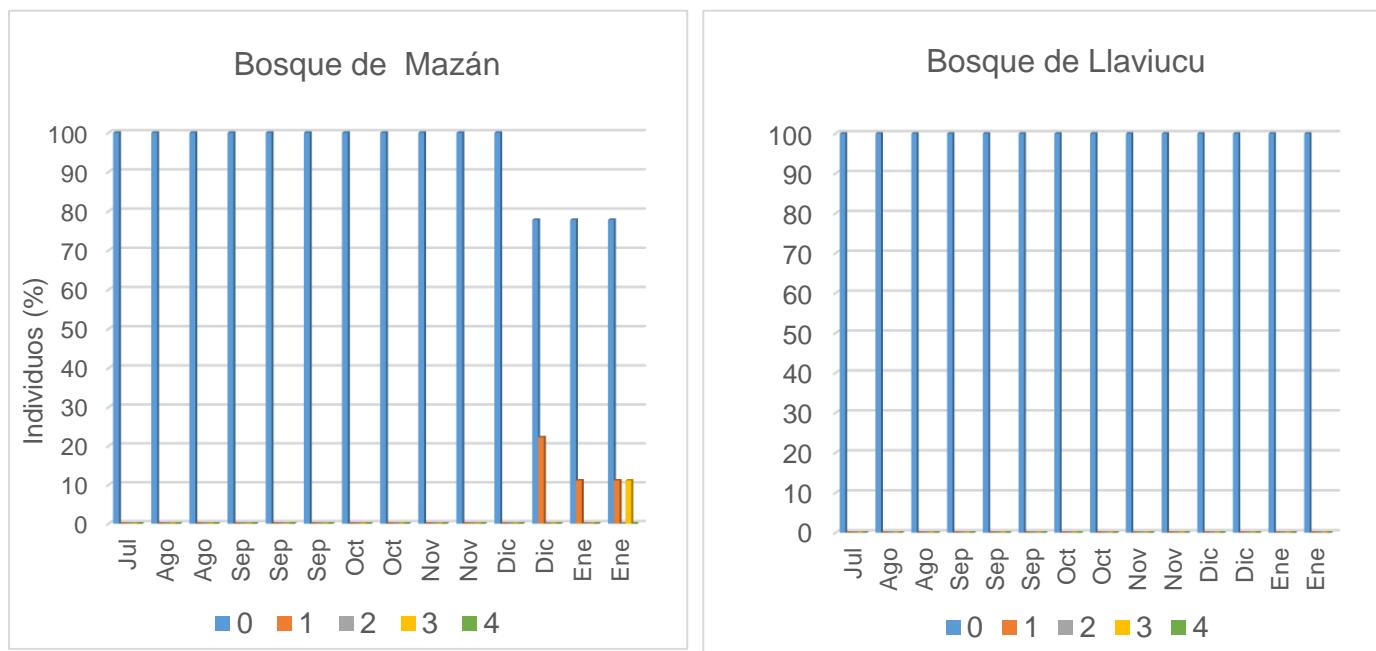


Figura 3. Porcentaje de individuos para el evento de botón floral en *H. luteynii* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%).



6.1.2 Fructificación

En los dos bosques, el evento de fructificación estuvo presente durante el periodo de observación (julio-enero), aunque en diferente intensidad. En ambos bosques la frecuencia de árboles con índice 0 se presentó durante todas las observaciones con una intensidad mayor a 30%. En el B. de Mazán el porcentaje con índice 0 fue superior al 50% en los meses de julio, diciembre y enero. El índice 1 se presentó desde el mes de julio hasta la primera observación de enero; el mayor porcentaje de árboles con este evento se observó en el mes de agosto con una intensidad superior al 50%, decreciendo en las siguientes observaciones. El índice 2 presentó mayor intensidad en septiembre y en la primera observación de octubre, con un porcentaje superior al 30%. El índice 3 alcanzó su mayor porcentaje 20% en los meses noviembre y diciembre. El índice 4 se observó en la primera observación de octubre, para después presentarse en la segunda observación de diciembre y en las dos observaciones de enero con porcentaje igual al 10%.

En el B. de Llaviucu la ausencia del evento (índice 0) se presentó de julio hasta la segunda observación de septiembre con una intensidad de 50%, descendiendo desde la tercera observación de septiembre hasta enero por debajo del 40%. El índice 1 fue superior al 30% en julio y la primera observación de agosto. La presencia del índice 2 se dio desde la segunda observación de agosto hasta enero, alcanzando el mayor pico de producción superior al 30% en el octubre. El índice 3 se presentó con un porcentaje superior al 30% en la segunda observación de noviembre. Para el índice 4 se registraron datos desde la segunda observación de octubre hasta el mes de enero; alcanzando su mayor porcentaje superior al 30% en diciembre y hasta la segunda observación de enero (Figura 4)

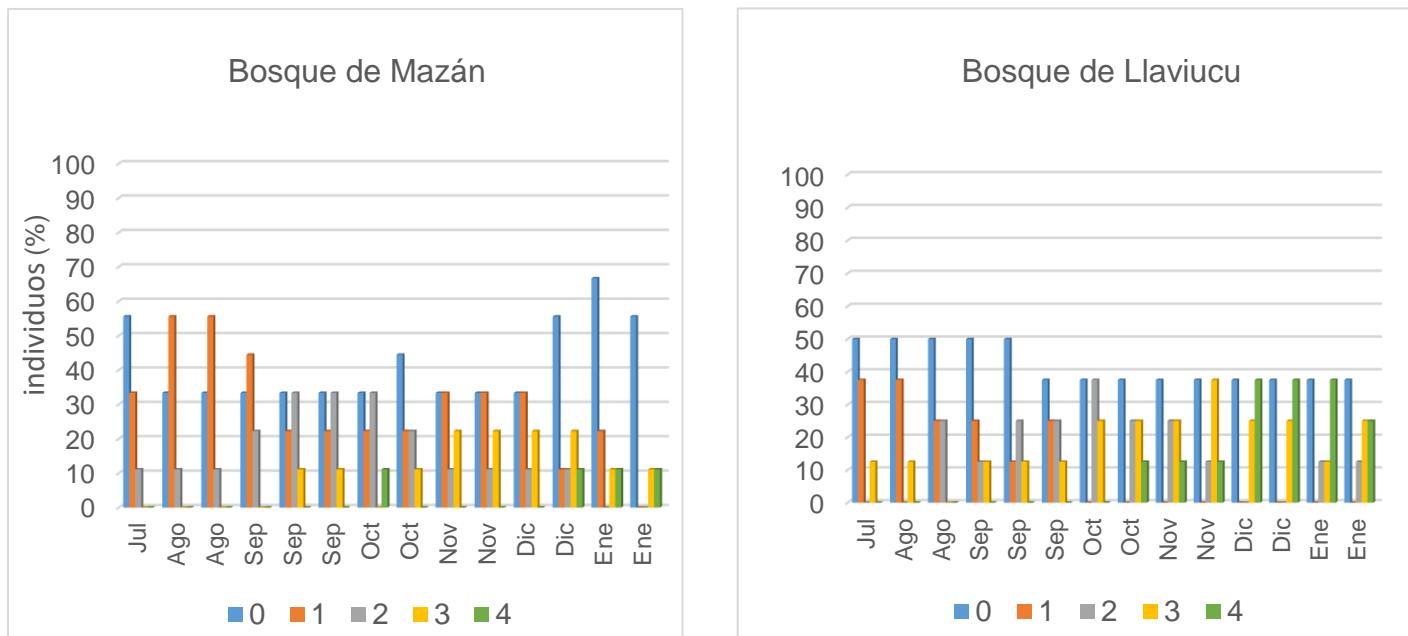


Figura 4. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en *H. luteynii* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.2 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para *Myrcianthes rhopaloides*

6.2.1 Floración

Los resultados de las observaciones fenológicas del evento de floración de *M. rhopaloides* mostraron un patrón similar entre los dos bosques. Se observó una mayor producción de flores en los meses de julio a noviembre. En cambio, en los meses de diciembre y enero, hubo ausencia del evento para casi el total de árboles observados. En el B. de Mazán menos del 40 % de los individuos presentó índices entre 0 y 4, y en el periodo de observación hubo una dominancia del índice 1 en el periodo de julio a noviembre. Además en la primera observación de septiembre existió un pico de producción de flores con índice 2 para el 50% de los árboles. Para los meses de diciembre y enero no se presentó el evento. En el B. de Llaviucu, en las segundas observaciones de los meses de agosto, septiembre y octubre, más del 30 % de árboles tuvieron una



floración con índice 3, sin embargo, el índice 1 fue el que mayor frecuencia presentó en las demás observaciones de los meses indicados. Se evidenció un incremento en la producción de flores con índice 4 en la última observación de septiembre superior al 40% de los árboles (Figura 5)

M. rhopaloides es una especie que presenta una gran cantidad de flores por lo cual es muy llamativa para insectos polinizadores como abejas, mariposas, avispas.

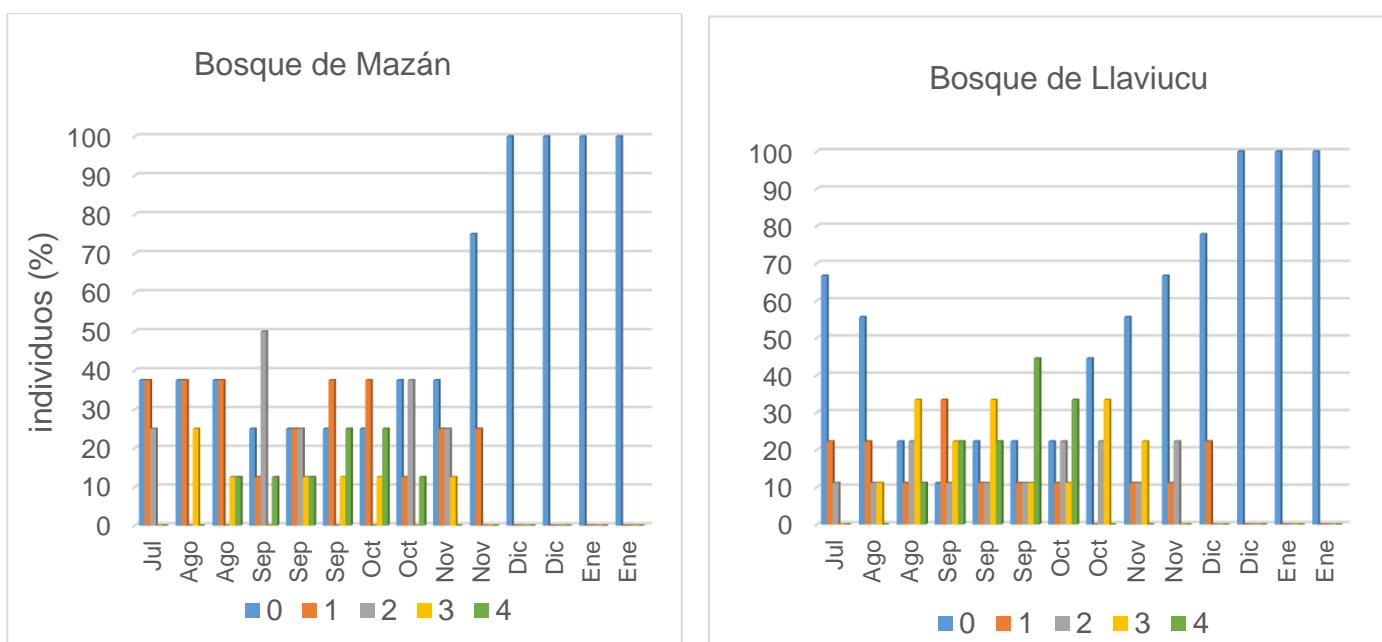


Figura 5. Porcentaje de individuos para el evento de floración en *M. rhopaloides* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.2.2 Fructificación

Para los dos bosques el evento de fructificación tuvo similitud a lo largo del periodo de estudio, en términos de ausencia del evento (índice 0); sin embargo, la proporción de árboles con índice 0 fue descendiendo para el B. Mazán a partir de la primera observación de septiembre y en el B. de Llaviucu a partir de la tercera observación del mismo mes. Otro patrón similar entre ambos bosques, fue el incremento en el porcentaje de individuos a partir de octubre para el índice 2 en el B. de Mazán, y en la tercera observación de septiembre



en el B. Llaviucu; en las tres últimas observaciones se pudo apreciar un similar comportamiento en los sitios con presencia de los índices 3 y 4.

En el B. de Mazán, el mayor porcentaje de individuos con el índice 1 se registró entre octubre y la primera observación de noviembre, mientras que para el B. de Llaviucu el índice 1 representó el 20% de árboles observados (Figura 6).

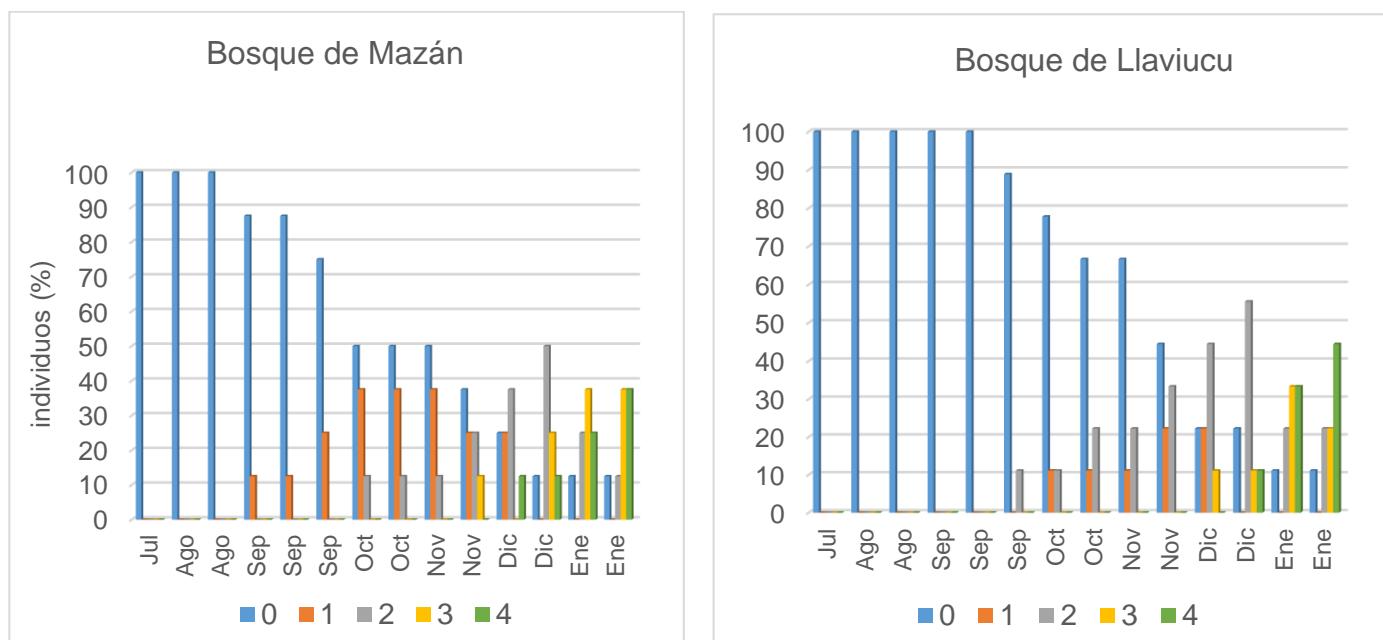


Figura 6. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en *M. rhopaloides* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.3 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para *Ocotea heterochroma*

6.3.1 Floración

Los resultados de las observaciones fenológicas para el evento de floración de *O. heterochroma* para ambos sitios fueron muy marcados. En el B. de Llaviucu no existió la presencia del evento durante estudio; mientras que para el B. de Mazán la ausencia del evento (índice 0) se manifestó en su totalidad desde julio hasta la segunda observación de septiembre. En el B. de Mazán el índice 1 se presentó a partir de la tercera observación de septiembre hasta enero,



alcanzando la mayor producción en la segunda observación de noviembre y en la primera de enero con porcentaje mayor al 20%. El índice 3 se presentó solo en la primera observación del mes de diciembre. Mientras que el índice 4 se presentó desde la segunda observación de diciembre a enero por debajo del 10% (Figura 7).

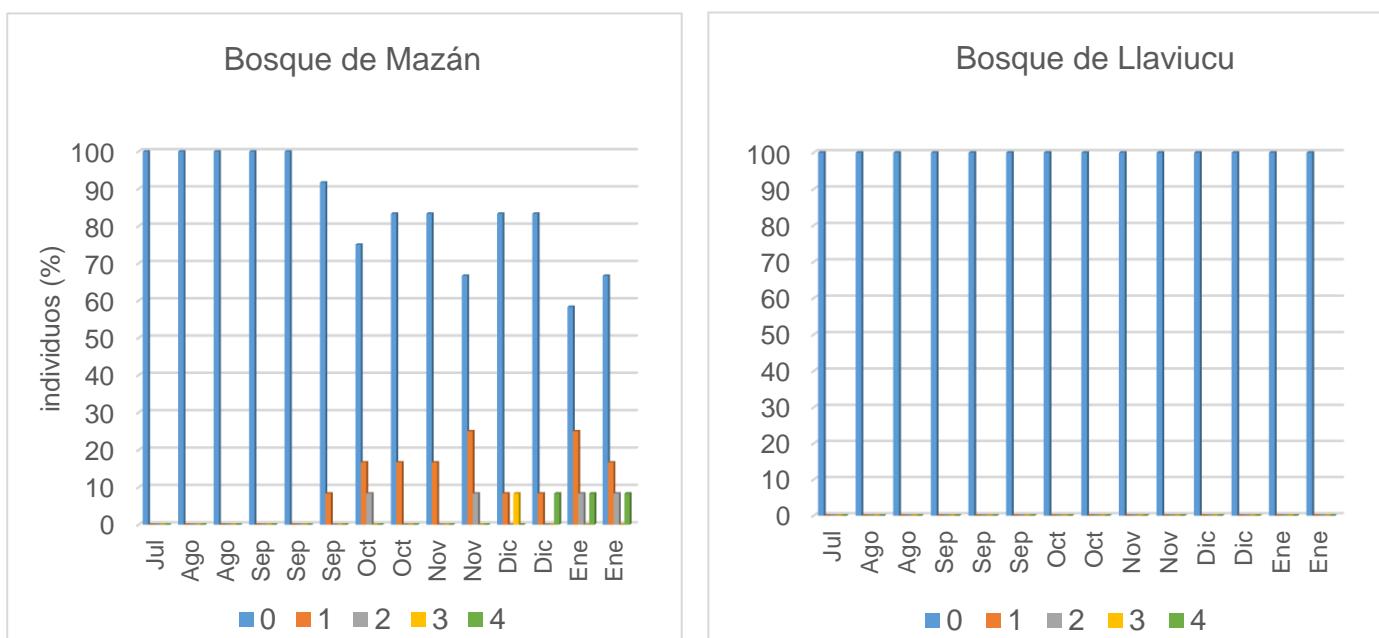


Figura 7. Porcentaje de individuos para el evento de floración en *O. heterochroma* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.3.2 Fructificación

Los resultados de fructificación de *O. heterochroma* para el B. de Mazán, durante el tiempo de observación muestran que más del 50% de árboles presentaron ausencia del evento, desde julio hasta la segunda observación de octubre. Los índices 0 y 1 se mantuvieron en iguales proporciones en la segunda y primera observación de diciembre y enero respectivamente. El índice 1 alcanzó su mayor porcentaje (50%) en la segunda observación de noviembre.

Para el B. de Llaviucu menos del 30 % de los individuos presentaron índices entre 0 y 1. Durante las observaciones los índices 3 y 4 fueron dominantes, sobrepasando el 40% en las dos primeras observaciones de septiembre y



enero para el índice 3 y más del 50% en la tercera observación de septiembre para el índice 4.

En árboles que presentaban fructificación se observaron aves como pavas de monte (*Penelope montagnii*), y tucanes de montaña (*Andigena hypoglauca*) alimentándose de estos frutos (Figura 8).

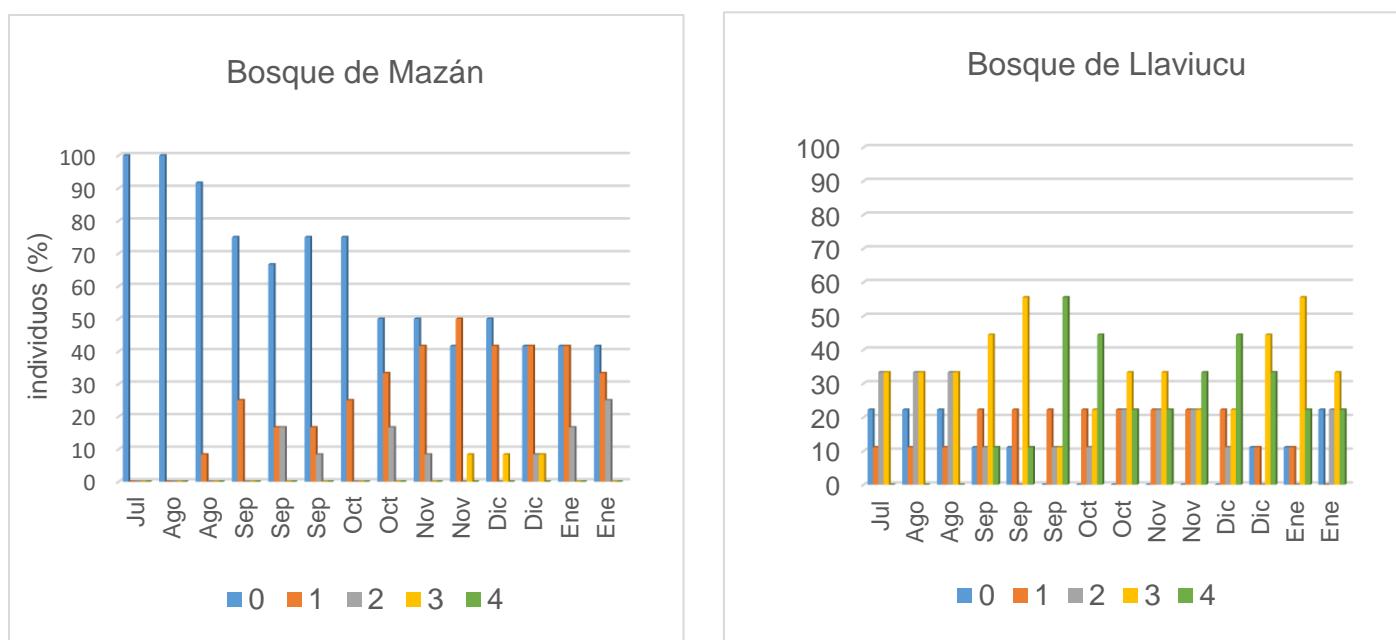


Figura 8. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en *O. heterochroma* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.4 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para *Oreocallis grandiflora*

6.4.1 Floración

El evento de floración de *O. grandiflora* para los dos bosques se observó durante el tiempo de observación. En el B. de Mazán se presentó el mayor porcentaje de árboles con índice 1, presenciándose picos mayores al 50% en la segunda observación de septiembre y la primera de diciembre. El índice 2 manifestó dos picos de producción en las primeras quincenas de agosto y septiembre, mayores al 70 y 60% respectivamente. El índice 3 se presentó con una intensidad mayor al 40% en la primera observación de octubre. El índice 4



presentó su mayor intensidad superior al 30% en la segunda observación de enero.

En el caso del B. de Llaviucu menos del 40 % de los individuos presentó índices entre 0 y 3, y de igual manera dominancia en proporciones similares. El índice 0 presentó su mayor intensidad igual al 50% en julio y la primera observación de agosto, mientras que el índice 1 tuvo un pico superior al 60% en la segunda observación de enero. El índice 2 presentó sus mayores intensidades en la segunda observación de noviembre, y en la primera observación de diciembre con una intensidad mayor al 60 % y 50% respectivamente.

Se observó colibríes posiblemente alimentándose del néctar de estas llamativas flores (Figura 9).

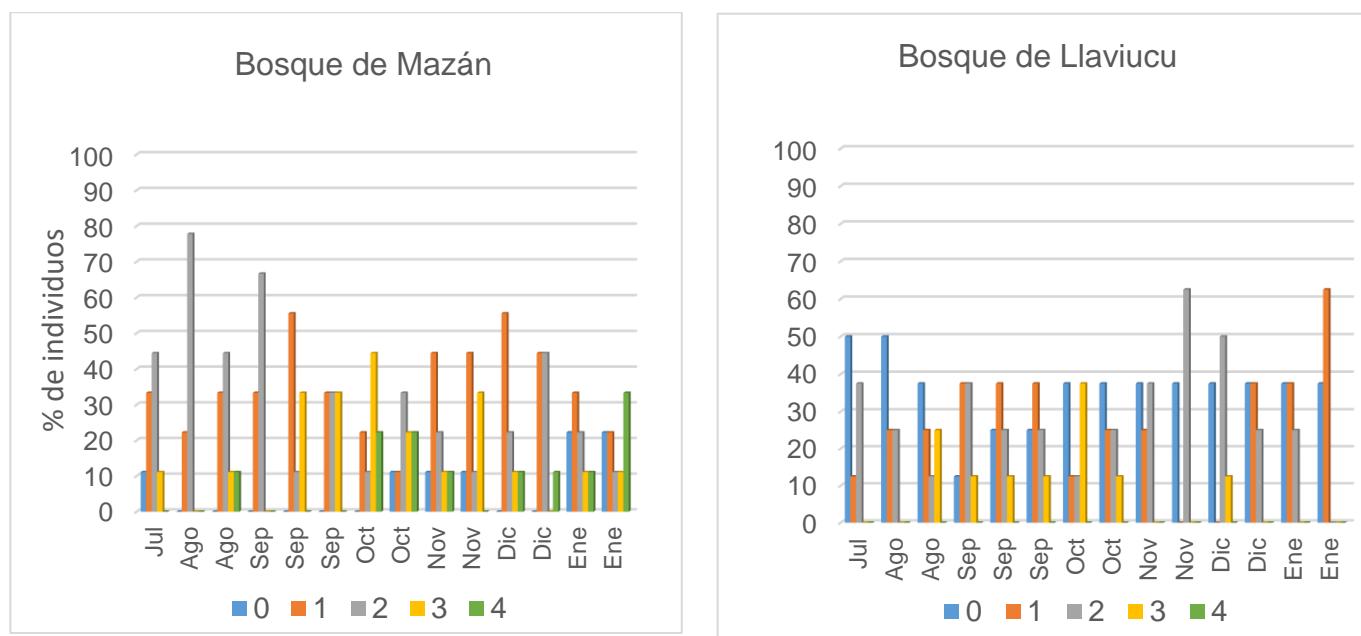


Figura 9. Porcentaje de individuos para el evento de floración en *O. grandiflora* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.4.2 Fructificación

El evento de fructificación de *O. grandiflora* se observó durante todo el periodo de estudio para ambos sitios. Para el B. de Mazán el índice 1 dominó en el



tiempo de investigación, alcanzado la mayor intensidad en la segunda observación de octubre. En los meses de octubre hasta enero se presentó el índice 4 con porcentaje del 20%.

En el caso del B. de Llaviucu el índice 0 presenta una intensidad sobre el 50% durante el periodo de estudio, a excepción de la segunda observación de agosto y tercera observación de septiembre. El índice 1 domina por debajo del 40% durante las observaciones. El índice 3 solamente se presentó en los meses de octubre y primera observación de noviembre con una proporción superior al 10% (Figura 10).

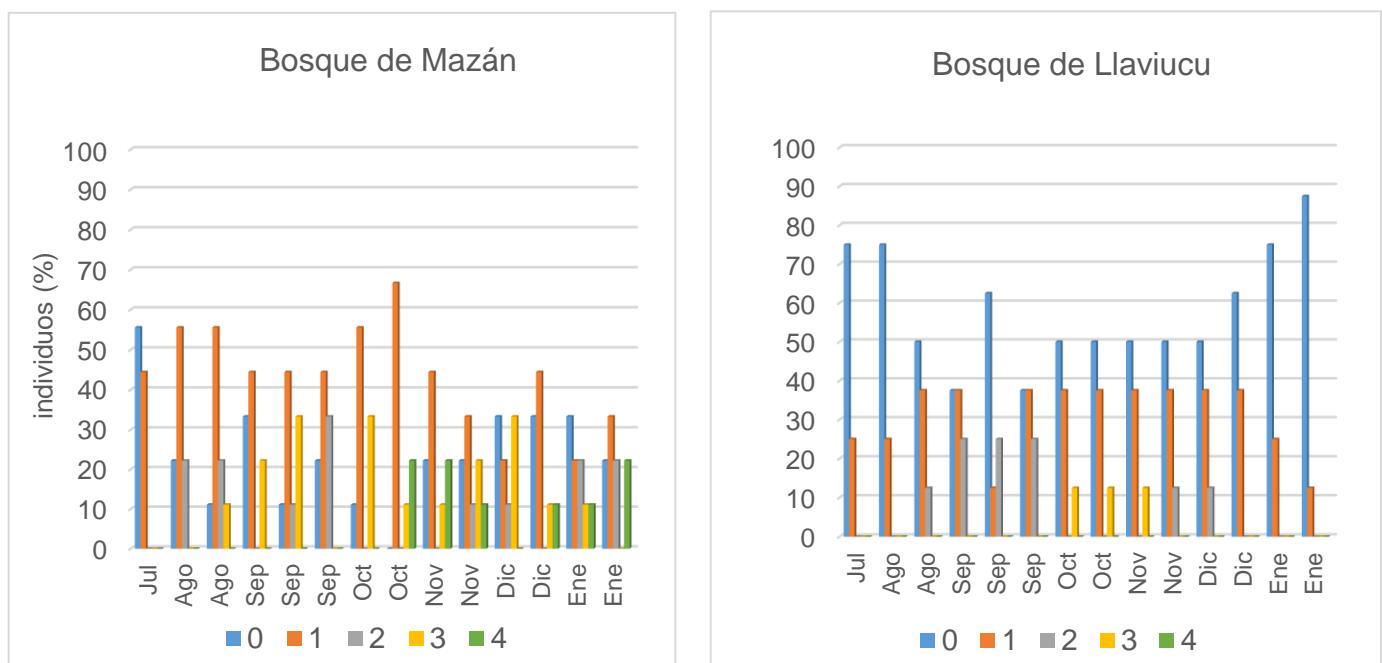


Figura 10. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación en *O. grandiflora* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.5 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para *Vallea stipularis*

6.5.1 Floración

El evento de floración de *V. stipularis* mostro un patrón diferente entre los bosques en cuanto a la intensidad del evento. En el B. de Mazán el índice 0, se



da desde el inicio hasta el final de las observaciones dominando sobre los demás índices, a excepción de los meses de agosto, septiembre y octubre; el pico más alto se presentó en el mes de diciembre. El índice 1 sobresale el 30% de los árboles observados, teniendo como puntos más altos en los meses de septiembre y octubre para posteriormente disminuir. Todo lo contrario ocurre en el B. Llaviucu donde el índice 0 alcanza el 100% de los individuos en las dos primeras observaciones, y disminuye en los posteriores meses hasta diciembre en que más del 30% de árboles mantienen el índice, cabe mencionar que desde el mes de agosto se incrementa el evento en un índice 1, llegando a su cúspide más alta en enero y decrecer posteriormente; esto genera a incrementarse los índices 3 y 4 en dicho mes, sobre el 10% para el primer caso y el 20% de individuos respectivamente (Figura 11).

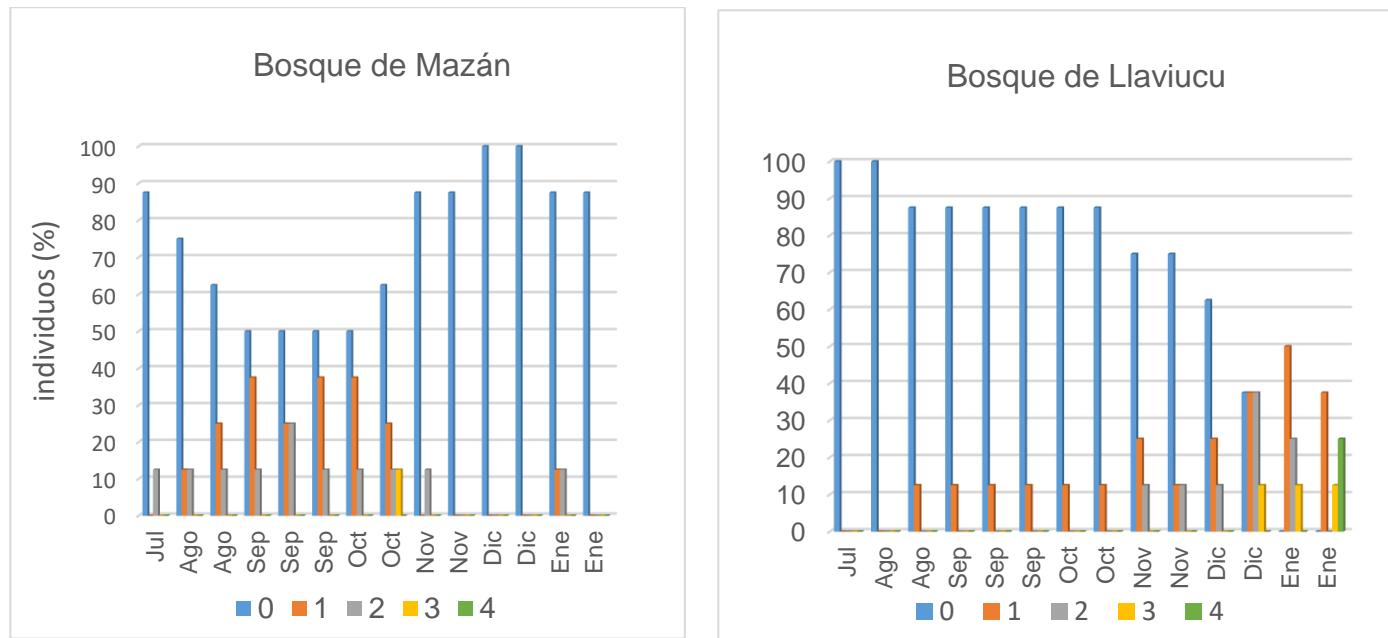


Figura 11. Porcentaje de individuos para el evento de floración de *V. stipularis* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.5.2 Fructificación

En el evento de fructificación en *V. stipularis* los dos bosques se comportan de manera diferente. En el B. de Mazán en las tres primeras observaciones no



presentó evento; en las posteriores observaciones este índice fue disminuyendo por debajo del 40% en los meses de octubre, noviembre y primera observación de diciembre para incrementarse en las tres últimas observaciones. Además existió un incremento del índice 1 desde los meses de septiembre a enero, presentando el pico más altos (60%) en la segunda y primera observación de octubre y noviembre respectivamente. Esta tendencia disminuye paulatinamente hasta el mes de enero. Lo contrario ocurrió en el B. de Llaviucu, donde en la primera y última observación existe más del 80% de individuos que no presentaron el evento; el índice 1 se presentó en estas observaciones con más de 10% de individuos. En las observaciones restantes el índice 0 llegó al 100% de los individuos (Figura 12).

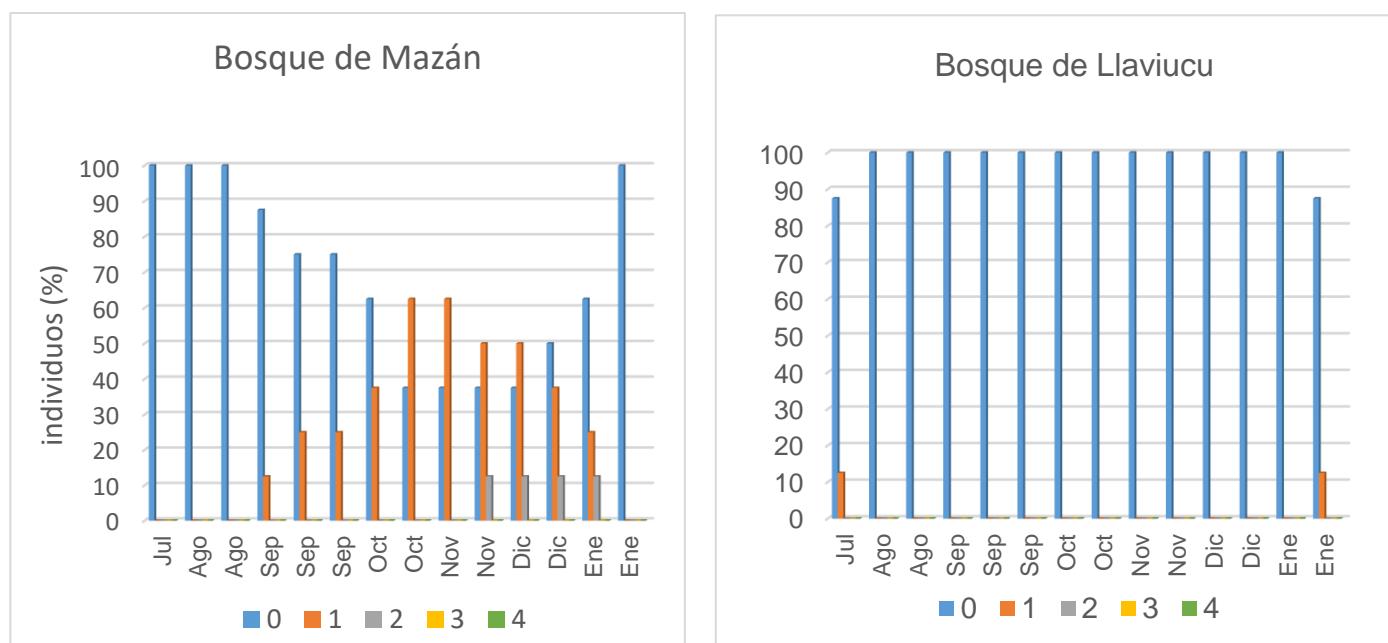


Figura 12. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación de *V. stipularis* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.6 Relación del porcentaje de individuos y el índice de los eventos fenológicos en 6 meses de observación para *Weinmannia fagaroides*



6.6.1 Floración

El evento de floración para *W. fagaroides* mantuvo un patrón similar en los dos bosques para el índice 0. El B. de Mazán la ausencia del evento 0 se presentó desde julio hasta la primera observación de octubre. El índice 1 inició a partir de la segunda observación de octubre hasta enero, alcanzando un porcentaje mayor al 30% en noviembre y la segunda observación de diciembre; el índice 2 y 3 la mayor producción de flores se presentó en enero con una proporción superior al 30%, mientras que para el índice 4 se observó a partir de la segunda observación de diciembre, manteniéndose la tendencia hasta enero con un porcentaje superior al 10%. Para el B. de Llaviucu el índice 1 se observó desde la segunda observación de noviembre hasta enero, donde la mayor producción de flores se dio en la primera observación de diciembre con un 50%. El índice 2 se manifestó desde la segunda observación de noviembre hasta enero con un porcentaje superior al 60%. El índice 3 presentó un porcentaje superior al 30% en enero (Figura 13).

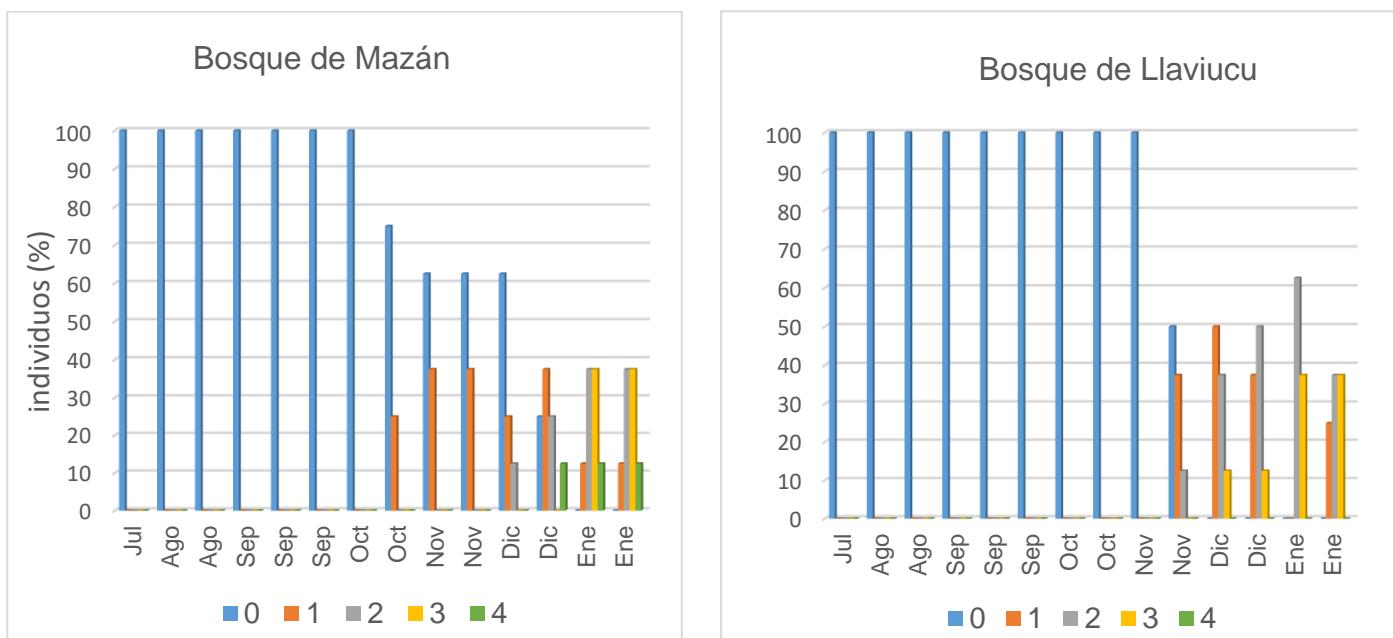


Figura 13. Porcentaje de individuos para el evento de floración de *W. fagaroides* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)



6.6.2 Fructificación

La fructificación de *W. fagaroides* manifestó una tendencia similar durante el tiempo de observación en ambos sitio. La ausencia del evento (índice 0) se manifestó desde julio hasta la primera observación de enero. La presencia del índice 1 se mostró en la segunda observación de enero con porcentaje mayor al 60% en el B. de Mazán y 50% en el B. de Llaviucu.

En el B. de Mazán se presentó el índice 1 superior al 50%, de igual forma este índice en el B. de Llaviucu con un porcentaje inferior al 50% en la segunda observación del mes de enero, también difieren algunos individuos en ambos bosques con una intensidad 3 para Mazan y 2 para Llaviucu (Figura 14).

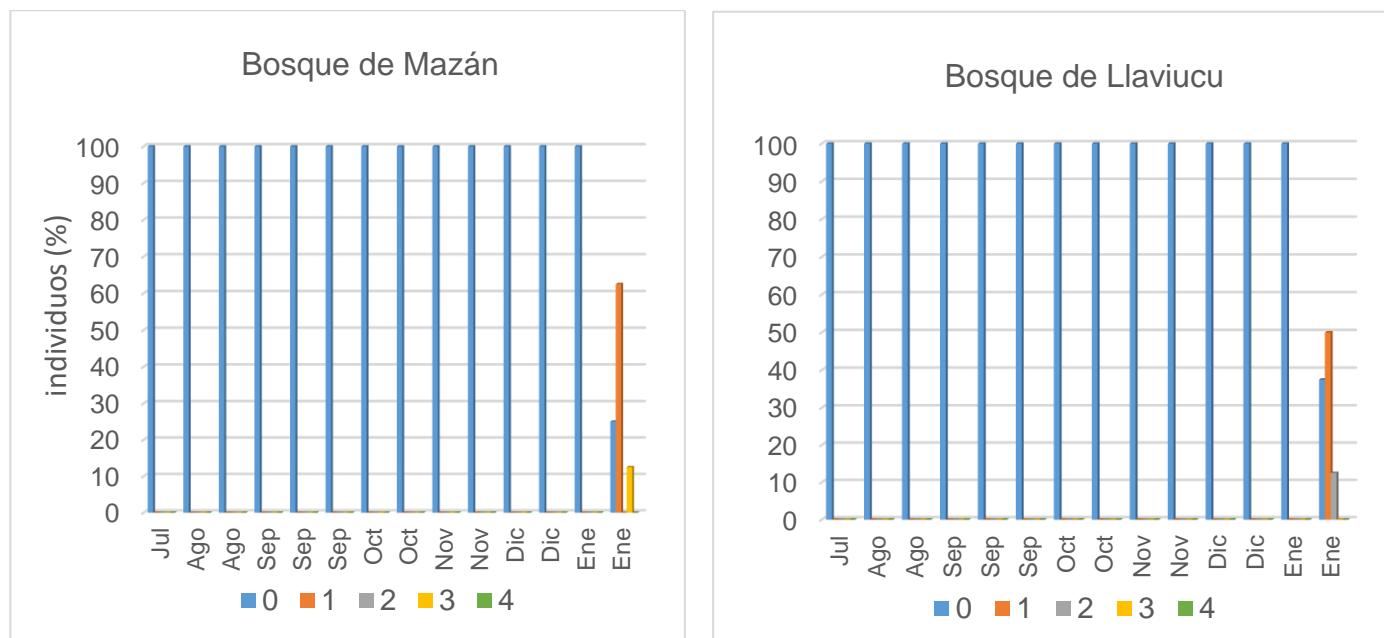


Figura 14. Porcentaje de individuos para el evento de fructificación de *W. fagaroides* de acuerdo al índice de 0 a 4 (0 = ausencia, 1 = 0-25%, 2 = 26-50%, 3 = 51-75%, 4 = 76-100%)

6.7 Calendario fenológico

Basado en la información de los eventos de floración y fructificación de cada especie monitoreada en el presente estudio tanto para los Bosques de Llaviucu y Mazán, se realizó un calendario fenológico basado en los índices de 0 a 4 de acuerdo al índice de Fournier (Anexos 5 y 6).



6.8 Calidad de semillas

6.8.1 *Ocotea heterochroma*

Los resultados de la tabla 6 muestra que el peso de las semillas de *O. heterochroma* varía entre árboles de 95,9 g a 124,2 g para el B. de Llaviucu, y de 127,5 a 178 g para el B. de Mazán. En cuanto al análisis de pureza, los valores varían entre 74,6 g a 93,6 g para el B. de Llaviucu, y de 87,3 g a 95,9 g para el B. de Mazán. Para el contenido de humedad el rango va desde 32,7 % a 44,8 % para el B. de Llaviucu y de 34,9 % a 38,8 % para el B. de Mazán. Cabe mencionar que los valores más altos para el peso fueron registrados en Mazán (individuo 6= $178 \pm 8,9$ g) y el menor en Llaviucu (individuo 2= $95,9 \pm 4,6$ g), mientras que para la pureza el individuo con mayor valor fue en Mazán (individuo 3= $95,6 \pm 3,5$ g) y el menor también ha sido reportado en Llaviucu (individuo 1= $74,6 \pm 3,8$ g). Para el contenido de humedad, el individuo 1 del B. de Llaviucu fue el que mayor valor obtuvo ($44,8 \pm 11,9$ g), y el menor fue reportado en el mismo bosque (individuo 2= $32,7 \pm 6,9$ g) (Tabla 3). Un resumen del análisis estadístico se presenta en el Anexo 7.

Tabla 3. Peso, pureza y contenido de humedad para *O. heterochroma*, \pm desviación estándar de las replicas

Especie	Sitio	Individuo	Peso (g)*	Pureza (g)*	Contenido de Humedad (%)*
<i>O. heterochroma</i>	Llaviucu	1	$112,45 \pm 6,120$	$74,607 \pm 3,814$	$44,835 \pm 11,880$
<i>O. heterochroma</i>	Llaviucu	2	$95,85 \pm 4,599$	$87,730 \pm 3,265$	$32,655 \pm 6,905$
<i>O. heterochroma</i>	Llaviucu	4	$124,15 \pm 3,159$	$93,639 \pm 4,453$	$32,863 \pm 3,327$
<i>O. heterochroma</i>	Mazan	3	$127,48 \pm 4,034$	$95,591 \pm 3,487$	$34,898 \pm 1,448$
<i>O. heterochroma</i>	Mazan	6	$178 \pm 8,912$	$87,322 \pm 7,779$	$38,792 \pm 11,503$

*Peso: n=4, *Pureza: n=4, *Contenido de Humedad: n=5

Los resultados del porcentaje de germinación para *O. heterochroma*, mostraron que no hay diferencias significativas para el factor sitio ($p= 0,603$, $F_{0,282}$), lo que quiere decir que los bosques de Llaviucu y Mazán tienen un comportamiento similar. Sin embargo, para el factor individuo hay diferencias estadísticas



significativas ($p= 0,004$; $F 6,146$) lo que significa que diferentes individuos en los dos bosques presentan una alta variación en lo referente a germinación. Los individuos Llaviucu 2 y Mazán 6 tuvieron una germinación del 95%, seguido del individuo Llaviucu 1 con 86%. Los que menor porcentaje de germinación alcanzaron fueron los individuos de Llaviucu 4 y Mazán 3 (Figura 15).

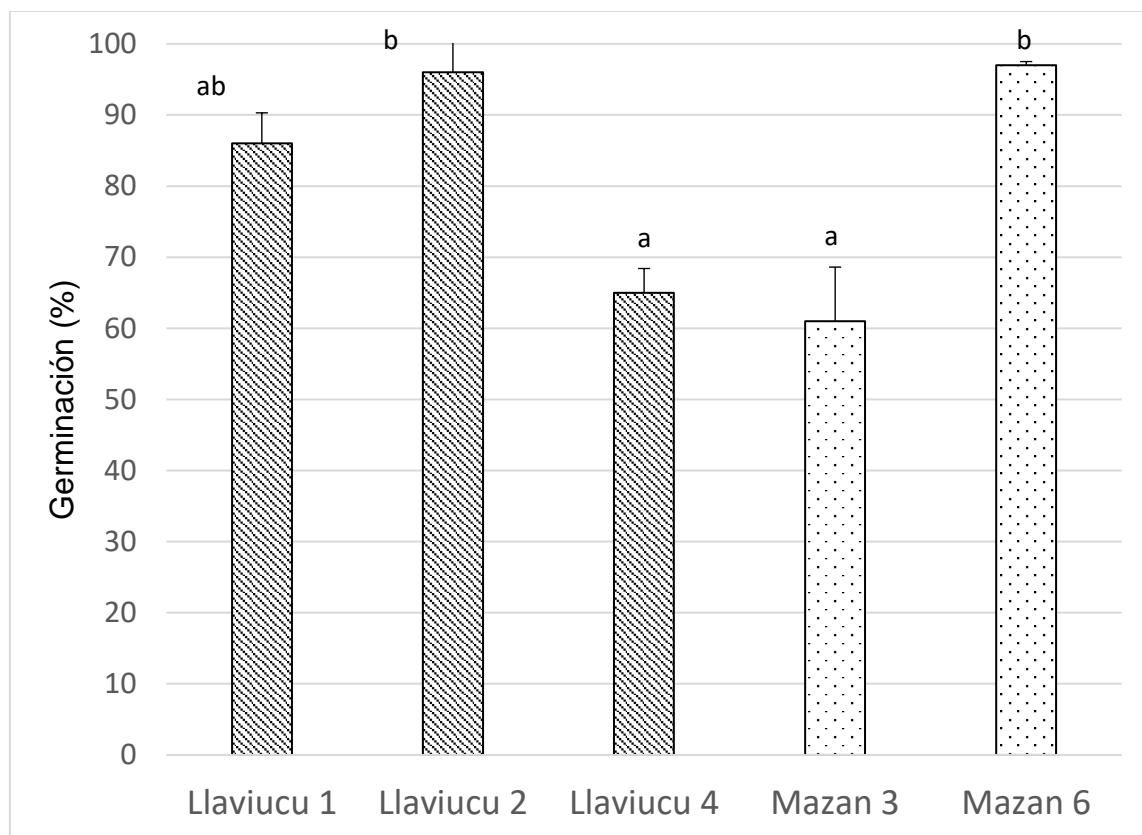


Figura 15. Germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán de *O. heterochroma*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales.

6.8.2 *Myrcianthes rhopalooides*

Los resultados de la tabla 7 muestra que el peso de las semillas para *M. rhopalooides* varía entre individuos de 2,9 g a 3,4 g para el B. de Llaviucu, y de 3,2 g a 3,8 g para el B. de Mazán. En cuanto al análisis de pureza, los valores varían entre 86,8 g a 97,0 g para el B. de Llaviucu, y de 86,8 g a 93,4 g para el B. de Mazán. Para el contenido de humedad el rango va desde 58,197 % a 60,664 % para el B. de Llaviucu y de 41,1 % a 52,0 % para el B. de Mazán.



Cabe mencionar que los valores más altos para el peso fueron registrados en Mazán (Individuo 1) y el menor en Llaviucu (Individuo 5), mientras que para la pureza el individuo con mayor valor fue en Llaviucu (individuo 5) y el menor también ha sido reportado en Llaviucu (individuo 4). Para el contenido de humedad, el individuo 4 del B. de Llaviucu fue el que mayor valor obtuvo, y el menor fue reportado en el B. Mazán (individuo 7) (Tabla 4). Un resumen del análisis estadístico se presenta en el Anexo 7.

Tabla 4. Análisis de peso, pureza y contenido de humedad para *M. rhopaloides*, \pm desviación estándar de las semillas

Espezie	Sitio	Individuo	Peso (g)*	Pureza (g)*	Contenido de Humedad (%)*)
<i>M. rhopaloides</i>	Llaviucu	1	3,082 \pm 0,462	94,889 \pm 5,769	58,685 \pm 0,348
<i>M. rhopaloides</i>	Llaviucu	4	3,353 \pm 0,357	86,775 \pm 5,496	60,664 \pm 2,262
<i>M. rhopaloides</i>	Llaviucu	5	2,865 \pm 0,121	96,976 \pm 0,385	58,197 \pm 0,102
<i>M. rhopaloides</i>	Mazán	1	3,776 \pm 0,345	91,478 \pm 7,678	51,990 \pm 0,534
<i>M. rhopaloides</i>	Mazán	5	3,193 \pm 0,148	93,397 \pm 7,061	45,040 \pm 4,803
<i>M. rhopaloides</i>	Mazán	7	3,462 \pm 0,103	86,781 \pm 2,486	41,094 \pm 0,260

*Peso: n=4, *Pureza: n=4, *Contenido de Humedad: n=4

Esta especie no presentó diferencia significativa para el factor sitio ($p= 0.253$, $F_{1.392}$), por tanto la germinación entre los bosque de Llaviucu y Mazán tienen un comportamiento similar. En la figura 16 se muestran el porcentaje de germinación de semillas para *M. rhopaloides*. Para el factor individuo se encontró diferencias estadísticas significativas ($p= 0.000$, $F_{16.268}$), lo que quiere decir que los individuos en los dos bosques presenta una alta variación de germinación. Los arboles Llaviucu 5 y Mazán 1 presentaron una germinación superior al 90 %, seguido de los individuos Llaviucu 4 y Mazán 7 con un porcentaje mayor al 30%. Finalmente, el individuo Llaviucu 1 presentó una germinación inferior al 50% y el individuo Mazán 5 es el que menor porcentaje de germinación presentó con un 36% (Figura 16).

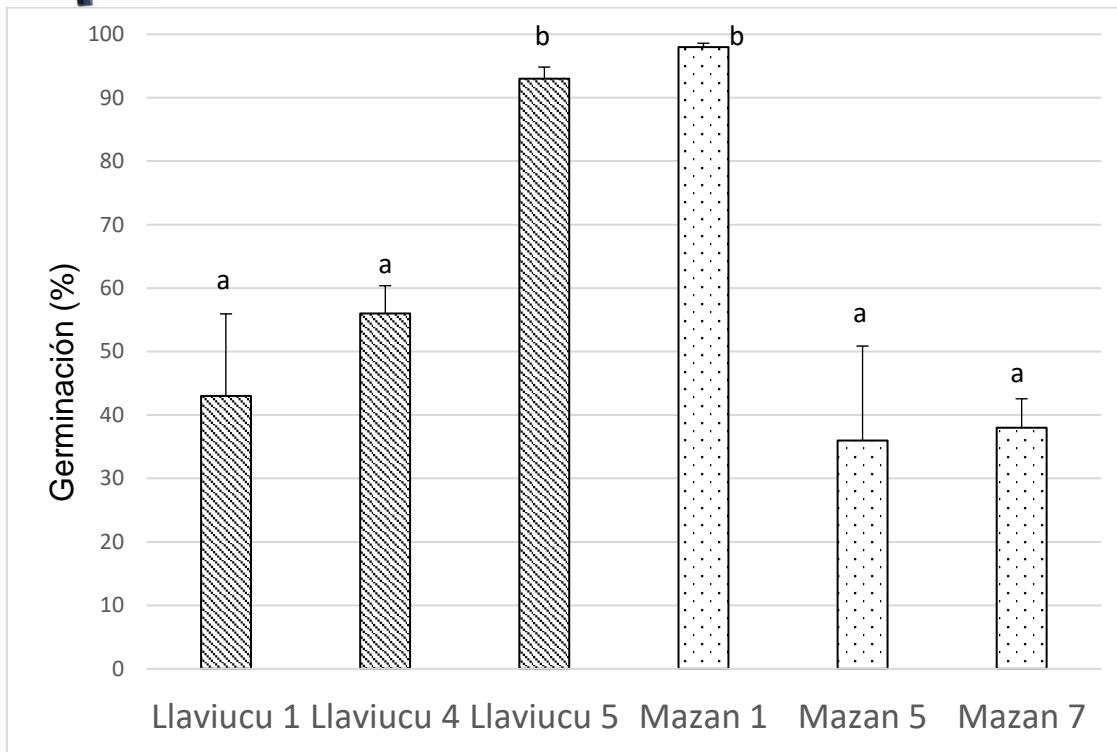


Figura 16. Germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán para *M. rhopaloides*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales.

6.8.3 *Oreocallis grandiflora*

Los resultados de la tabla 8 muestra que el peso de semillas de *O. grandiflora* varía entre individuos de 0,9 g a 1,0 g para el B. de Llaviucu, y de 0,8 g a 1,0 g para el B. de Mazán. En cuanto al análisis de pureza, los valores varían entre 64,1 g a 79,4 g para el B. de Llaviucu, y de 72,0 g a 80,4 g para el B. de Mazán. Para el contenido de humedad el rango va desde 10,0 % a 12,4 % para el B. de Llaviucu y de 6,4 % a 17,5 % para el B. de Mazán. Cabe mencionar que el valor más alto para el peso fue registrado en Mazán (Individuo 7= $1,6 \pm 0,1$) así mismo el menor (individuo 5= $0,8 \pm 0,1$), mientras que para la pureza el individuo con mayor valor fue en Mazán (individuo 7= $80,4 \pm 6,8$) y el menor también ha sido reportado en Llaviucu (individuo 5= $64,1 \pm 5,2$). Para el contenido de humedad, el individuo 8 del B. de Mazán fue el que mayor valor obtuvo ($17,5 \pm 1,6$), y el menor fue reportado en el mismo bosque (individuo 5= $6,4 \pm 3,9$) (Tabla 5).



Un resumen del análisis estadístico se presenta en el Anexo 7.

Tabla 5. Análisis de peso, pureza y contenido de humedad para *O. grandiflora*, \pm desviación estándar de las replicas

Especie	Sitio	Individuo	Peso (g)*	Pureza (g)*	Contenido de Humedad (%)*
<i>O. Grandiflora</i>	Llaviucu	1	0,965 \pm 0,093	69,517 \pm 10,778	10,019 \pm 0,445
<i>O. Grandiflora</i>	Llaviucu	2	0,869 \pm 0,139	79,004 \pm 6,489	12,284 \pm 0,168
<i>O. Grandiflora</i>	Llaviucu	4	1,027 \pm 0,047	79,446 \pm 1,889	12,418 \pm 0,452
<i>O. Grandiflora</i>	Llaviucu	5	0,995 \pm 0,052	64,083 \pm 5,211	10,419 \pm 0,049
<i>O. Grandiflora</i>	Mazan	1	1,017 \pm 0,035	76,330 \pm 4,507	11,221 \pm 0,116
<i>O. Grandiflora</i>	Mazan	2	1,163 \pm 0,019	77,374 \pm 1,487	13,707 \pm 0,403
<i>O. Grandiflora</i>	Mazan	5	0,774 \pm 0,084	76,669 \pm 6,437	6,381 \pm 3,940
<i>O. Grandiflora</i>	Mazan	7	1,605 \pm 0,122	80,366 \pm 6,775	12,626 \pm 1,981
<i>O. Grandiflora</i>	Mazan	8	1,287 \pm 0,114	71,510 \pm 5,359	17,479 \pm 1,560

*Peso: n=4, *Pureza: n=4, *Contenido de Humedad: n=4

Los datos de germinación mostraron que no hay diferencia significativa para el factor sitio para esta especie ($p= 0,095$, $F_{2,991}$), por lo tanto, los bosques de Llaviucu y Mazán se comportan de la misma manera. En cuanto a la germinación entre individuos, se encontró que no hay diferencias estadísticas significativa ($p= 0,564$, $F_{0,856}$) en los bosques estudiados, lo que significa que hay una similitud entre los árboles monitoreados para ambos bosques. Los individuos Mazán 1, Mazán 2, Mazán 5 y Mazan 7 son los que alcanzaron una germinación superior el 70%. Por otra parte, los individuos Llaviucu 1, Llaviucu 2, Llaviucu 4 y Mazan 8 presentan una germinación del 60% al 68 %. El individuo que menor porcentaje de germinación fue Llaviucu 5 con un 43%. También se reporta que no hay interacción entre sitio e individuo (Figura 17) (Anexo 7).

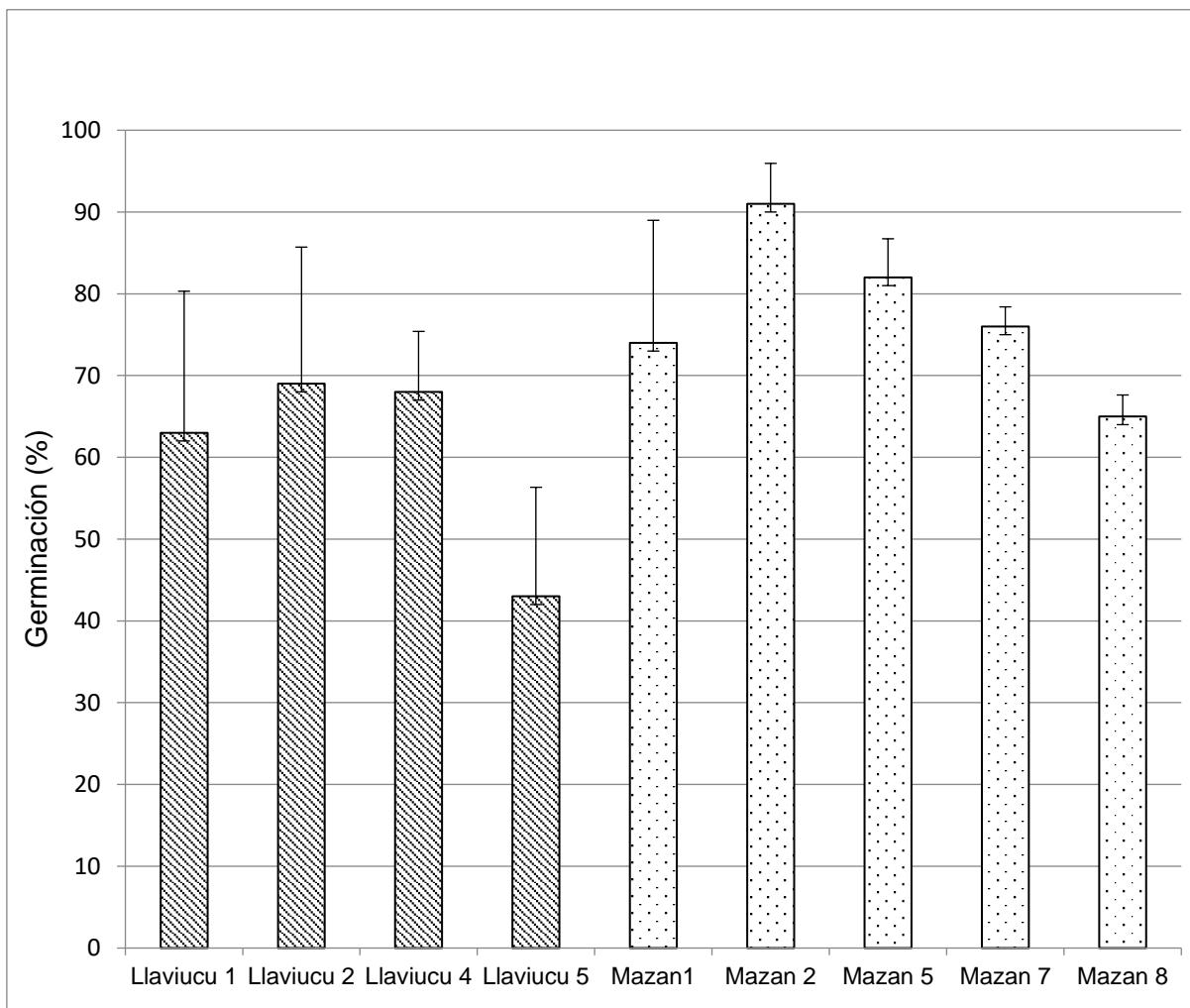


Figura 17. Porcentaje de germinación entre individuos del bosque de Llaviucu y de Mazán para *O. grandiflora*. La desviación estándar se muestra en las barras verticales.



CAPITULO VII: DISCUSIÓN

7.1 Eventos fenológicos de seis especies nativas y entre bosques.

Según los resultados hay especies como: *M. rhopaloides*, *O. grandiflora* y *W. fagaroides* que mostraron una tendencia similar de los eventos de floración y fructificación entre los bosques. Mientras que *H. luteynii* y *O. heterochroma* tuvo una marcada diferencia en el evento de floración, y *V. stipularis* difiere tanto en floración como fructificación entre los bosques. Esta diferencia entre grupos de especies también ha sido observada en el estudio realizado por (Bendix *et al.*, 2006) en la que evaluaron 12 especies (*Cedrela montana*, *Clethra revolut*, *Helicocarpus americanu*, *Inga spec*, *Insertia laevis*, *Myrica pubescens*, *Piptocoma discolor*, *Tabebuia chrysanthia*, *Vismia tomentosa*, *Graffenrieda emarginata*, *Purdiaeae nutans*, *Viburnum obtectum*), de estas formaron tres grupos que variaron en su periodicidad de fructificación en el bosque estudiado. Así mismo, (Armijos, 2008) monitoreó la fenología por cuatro años para *Cedrela lilloi*, *Vismia tomentosa* y *Tabebuia chrysanthia*, y encontró que el porcentaje entre individuos de la misma especie variaba para la floración y fructificación, lo cual coincide con nuestros resultados donde se puede observar una tendencia para las especies como: *M. rhopaloides*, *O. grandiflora* y *W. fagaroides* aunque nuestro estudio fue realizado en 6 meses

Por otra parte, algunas especies como por ejemplo *O. grandiflora*, presentó flores y frutos a lo largo del corto tiempo monitoreado en los dos sitios y se asume que este patrón se daría a lo largo de todo el año. (Encalada & Alvarado, 2010a), en el área de estudio del Bosque San Francisco ubicada en Zamora Chinchipe, encontró que también hay una variación en la producción de flores y frutos a lo largo del año. Sin embargo, no se conoce que para las especies monitoreadas en nuestro estudio pueda variar la intensidad de los eventos fenológicos entre un año y otro, tal como lo manifiesta (Mantovani *et al.*, 2003 & Armijos, 2008) ya que la frecuencia con la que ocurre la floración y la fructificación de los rodales; varían de un año a otro, durante el mismo año y de un individuo a otro en la misma población. En el caso de *H. luteynii*, algunos



individuos estudiados no presentaron ningún evento, lo que se justifica por el corto tiempo de monitoreo en este estudio o a la oscilación de año a año en la producción de flores y frutos.

Por otra parte la variación en la floración y fructificación a nivel de individuos de las especies estudiadas puede ser explicada por la edad de los árboles asociada al diámetro. Este comportamiento ha sido observado en el estudio realizado por (Armijos, 2008), quien comparó la intensidad y ocurrencia de floración y fructificación en tres clases diamétricas para tres especies nativas del bosque montano en San Francisco. La autora encontró que por ejemplo para el evento de floración de la *Cedrela lilloi*, más del 84% de los árboles estudiados tuvieron un diámetro mayor a 20 cm.

Otra de las explicaciones es la posición de los árboles de cada especie dentro del bosque como son dominantes, co-dominantes y suprimidos; esto es posiblemente podría afectar en la productividad de las especies e individuos. En este sentido (Binkley *et al.*, 2013), (Coonen & Sillett, 2015) encontraron que a nivel de individuo la productividad está determinada por el tamaño de la copa y el vigor de la planta, y que es controlado por la disponibilidad de luz y el uso eficiente del mismo.

Otro aspecto importante que se destaca en este estudio es la defoliación de *V. stipularis* en los árboles de los dos bosques, aunque más frecuente en individuos de Llaviucu para los meses de septiembre a diciembre. Este fenómeno lo cual coincide con la mayor temperatura y menor humedad relativa, registrada en los dataloggers ubicados tanto en Mazán y Llaviucu (Palomeque 2016, comunicación personal). Otros autores también han reportado la fuerte relación entre los eventos fenológicos y el clima; (Günter *et al.*, 2008) en un estudio comparativo de la fenología entre un bosque húmedo y seco al sur del Ecuador, encontró que la floración está asociada a la radiación, precipitación y foto periodicidad.

El monitoreo fenológico de las especies estudiadas (*H. luteynii*, *O. heterochroma*, *O. grandiflora*, *V. stipularis*, *M. rhopaloides*, *W. fagaroides*) se



llevó acabo en un año atípico (2015-2016) por la presencia del fenómeno del “Niño” (CIIIFEN, 2016), cuyos impactos están asociados a una fuerte precipitación que da lugar a inundaciones y sequías a los países que están delimitados por los trópicos de cáncer y trópico de capricornio (Trenberth, 2001). Estos eventos climáticos podrían tener un impacto en la región Andina en términos de temperatura, precipitación, humedad y vientos, por tanto alterar los patrones de floración y fructificación de las especies forestales y otras, con lo cual se recomienda la continuidad del monitoreo.

En este estudio el periodo de monitoreo se lo realizó durante seis meses cada quince días. Según (Wallace *et al.*, 1999), los estudios fenológicos establecen registros mensuales; esto es generalmente considerando un período razonable de monitoreo entre muestras. No obstante, para algunas especies que cambian de fenofases constantemente como es el caso de *W. fagaroides*, *M. rhopaloides* y *V. estipularis*, existe el riesgo que la precisión en la observación de los cambios rápidos en las diferentes fases fenológicas no sea registrada.

7.2 Capacidad germinativa entre individuos de los Bosques de Mazán y Llaviucu y su relación con la calidad de semillas.

La capacidad germinativa de *O. heterochroma*, *M. rhopaloides* y *O. grandiflora* a nivel de bosque no mostraron diferencias significativas. Esto posiblemente puede explicarse por ser especies que podrían estar genéticamente emparentadas en los bosques dado a su cercanía, lo que haría pensar que son de una misma procedencia, aunque si se han registrado diferencias a nivel de microclima (Palomeque 2016, comunicación personal). Este resultado contradice con lo encontrado por (Strandby *et al.*, 2008), quien encontró diferencias significativas entre las procedencias para todos los rasgos monitoreados en *Abies guatemalensis* en poblaciones posiblemente genéticamente diferentes.

A nivel de individuos de las especies analizadas hay diferencias en la variable germinación. Un factor que pudo haber influido en las diferencias en los



porcentajes de germinación dentro de una misma especie puede ser la edad de los árboles monitoreados, que además puede influir en el número de días de inicio y término de la germinación desde la siembra (Baskin & Baskin, 1998). Otros estudios reportan que hay una fuerte relación entre el tamaño de la semilla y las condiciones ecológicas de germinación (Ibrahim *et al.*, 1997). Un estudio realizado en China por (Du & Huang, 2008), encontró que la masa de semilla o peso está relacionado con la germinación de semillas de la especie *Castanopsis chinensis*. Este patrón ha sido observado en nuestro estudio, principalmente cuando se compara el peso de las semillas entre los individuos de los Bosques de Llaviucu y Mazán para *O. grandiflora*, donde el peso de estas fue menor en Llaviucu y por tanto la germinación también fue menor. Por otra parte, las diferencias encontradas en la germinación podrían estar relacionadas con las condiciones ambientales experimentadas con las plantas madres, lo cual influye en los patrones de germinación (Sales *et al.*, 2013). También se conoce que hay fuerte correlación entre el tamaño de la semilla y las condiciones ecológicas de germinación (Ibrahim *et al.*, 1997).

Los bajos porcentajes de germinación registrados para algunos individuos de *M. rhopaloides* tanto en Mazán o Llaviucu pudo deberse posiblemente a que la semilla no alcanzo su madurez fisiológica óptima, tal como lo menciona (Rodriguez *et al.*, 2002). Si esto no es el caso, se puede recomendar a los individuos Llaviucu 5 y Mazán 1 como árboles madre por su alta capacidad de germinación y podrían ser fuentes semilleras para su colección de frutos. De igual manera se destacan los árboles Llaviucu 1, Llaviucu 2 y Mazán 6 para *O. heterochroma*, y para *O. grandiflora* los individuos Mazán 2 y 5.

Además cabe indicar que *M. rhopaloides* es muy propenso a la contaminación con hongos de sus semillas después de la siembra, y esto también pudo haber influido en la capacidad germinativa, aunque se realizó los esfuerzos necesarios para limpiar y controlar la contaminación en el laboratorio de semillas.



A partir de los datos de contenido de humedad registrados para los individuos analizados se puede diferenciar claramente que *O. grandiflora* pertenece al grupo de semillas ortodoxas y *O. Heterochroma*, *M. rhopalooides* pertenecen al grupo de semillas recalcitrantes (Schmidt, 2000). A partir de esta información se podría inferir la sensibilidad al almacenamiento y al tiempo de viabilidad. Dicha información es útil para planificar programas de reforestación y restauración.

7.3 Limitaciones del estudio

La principal limitación de este estudio para inferir resultados más contundentes es el corto periodo de seguimiento fenológico de 6 meses en los dos bosques. Asimismo, dado que algunos individuos de las especies analizadas se encuentran en status de co-dominantes o suprimidas, la visibilidad a la copa total de los arboles es limitada, no obstante, esto se corrigió al seleccionar un punto en el terreno donde se tenga mayor amplitud de observación de la copa.

El corto tiempo de monitoreo fue una limitante para poder desarrollar una estadística más avanzada (estadística circular) que algunos autores aplican en investigaciones similares pero con set de datos de varios años, por ejemplo, (Williams *et al.*, 2008) quien estudio en un bosque deciduo tropical de Tailandia, monitoreó el desarrollo de la hojas de 85 especies forestales desde 1994 a 2004, asimismo otros estudios reportan monitoreos de fenología superior a los dos años (Bendix *et al.*, 2006), (Günter *et al.*, 2008).



CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Eventos fenológicos de seis especies nativas y entre bosques

- De las seis especies nativas monitoreadas, dos grupos de especies se pudo definir: 1) *M. rhopaloides*, *O. grandiflora* y *W. fagarioides*, las cuáles mostraron una comportamiento similar en los eventos de floración y fructificación entre los bosques de Mazán y Llaviucu; 2) *H. luteynii* y *O. heterochroma* tuvo una marcada diferencia en el evento de floración entre los bosques, y *V. stipularis* difiere tanto en floración como fructificación en los mismos sitios.
- En cada especie hay una alta variación en la intensidad de los eventos entre los individuos monitoreados.
- Las especies *O. grandiflora* y *O. heterochroma* presentaron frutos durante los seis meses de monitoreo en el B. de Llaviucu, lo que indica que ecológicamente al menos *O. heterochroma* ofrece recursos alimenticios todo el tiempo y favorece la dispersión por aves.
- *O. grandiflora* no presento una época definida de producción de floración durante el corto tiempo de monitoreo en ambos bosques. Esto implica que la floración en algunos individuos fue durante todo el tiempo de estudio, por tanto, las plantas tienen oportunidades para interactuar con sus polinizadores. Este hecho confirma la producción continua de frutos.
- *M. rhopaloides* y *W. fagarioides* presentan un período definido para los eventos de floración y fructificación en los dos bosques.

8.2 Capacidad germinativa entre individuos de los Bosques de Mazán y Llaviucu

- *O. heterochroma* y *M. rhopaloides* mostraron diferencias en su capacidad germinativa (porcentaje) entre los dos bosques estudiados y también a nivel de individuos. Cabe mencionar que estas dos especies ecológicamente corresponden al estatus de sucesión avanzada y sus



semillas pertenecen al grupo de las recalcitrantes de acuerdo a los parámetros de calidad de semillas.

- *O. grandiflora*, tuvo un porcentaje de germinación similar entre los bosques y los individuos. Esta especie corresponde al estatus de pionera o que demanda de luz, y sus semillas pertenecen al grupo de las ortodoxas.
- La calidad de semillas varió entre las especies estudiadas y entre individuos. En general, no se encontró una relación entre el peso de la semilla y el porcentaje de germinación.

8.3 Recomendaciones

8.3.1 Monitoreo de fenología de especies nativas

- A pesar del corto periodo de monitoreo fenológico se pudo diferenciar el comportamiento de las especies en su intensidad de floración y fructificación en los bosques estudiados, sin embargo, se necesita continuar el monitoreo para completar el calendario fenológico de las especies y entender la dinámica de floración y fructificación año tras año, y asociar esta información con otros parámetros ambientales (Ejemplo, el clima).
- Para tener mayor visibilidad de la copa, se recomienda establecer más de un punto de observación, sobre todo en algunos árboles con estatus suprimidos. Esto puede ayudar a que los registros sean más precisos.
- Se debería monitorear la fenología en un bosque más distante de Mazán y Llaviucu, pero que comparta las especies estudiadas, y de este modo poder generalizar los calendarios fenológicos y poner a disposición la información generada a los viveristas, quienes son los encargados de propagar las especies nativas.



8.3.2 Capacidad germinativa de semillas y calidad de semillas

- Se recomienda completar la información de la calidad de semillas y germinación entre individuos de las tres especies que no fueron consideradas en este estudio tales como: *V. stipularis*, *W. fagaroides* y *H. luteynii*.
- Los individuos que presentaron buenos porcentajes de germinación, se deberían considerar como fuentes semilleras para la obtención de plántulas para futuros programas de restauración y/o reforestación.
- En general la información generada en este estudio, se recomienda ser socializada con instituciones públicas y privadas, así como también con las comunidades locales que emprenden proyectos de reforestación con especies nativas altoandinas.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, N., Gunter, S., & Stimm, B. (2007). Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador, 8. Retrieved from http://www.rncalliance.org/WebRoot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C15/957A/9D0B/09EB/B5F4/C0A8/D218/8324/Aguirre_et_al_2007_mejoramiento_propagacion.pdf
- Ambiente, M. de. (2012). Linea base de deforestación del Ecuador Continental. Quito - Ecuador. Retrieved from <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf>
- Aponte, R., & Sanmartin, J. (2011). Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja. Universidad Nacional de Loja.
- Armijos, C. (2008). Variación interindividual en la fenología y producción de semillas en un rodal de tres especies forestales en Ecuador austral. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Baskin, C., & Baskin, J. (1998). Causes of Within-Species Variations in Seed Dormancy and Germination Characteristics. In Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination (p. 527). Lexington. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=vXfNCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Causes%20of%20within-species%20variations%20in%20seed%20dormancy%20and%20germination&ots=pkkWkFWqa&sig=dCg__Z5ctcztHJ6mxyS4BS9naDI#v=onepage&q=Causes%20of%20within-species%20variations
- Bendix, J., Beck, E., Kottke, I., Makeschin, F., & Monsald, R. (2006). Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador, (978-3-540- 73525-0), 523. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=BatGAAAAQBAJ&pg=PA289&lpg=PA289&dq=Bendix+et+al.+2006&source=bl&ots=Dcnch7A0B3&sig=i7AekJVdzY3ppAtDMIIPh4wF2p0&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjgmN7k9vLMAhWFXR4KRYTCD0Q6AEIITAB#v=onepage&q=Bendix+et+al.+2006&f=false>
- Bendix, J., Homeier, J., Cueva, E., Emck, E., Breckle, S., Richter, M., & Beck, E. (2006). Seasonality of weather and tree phenology in a tropical evergreen mountain rain forest, 15. <http://doi.org/10.1007/s00484-006-0029-8>
- Binkley, D., Campoe, O. C., Gspaltl, M., & Forrester, D. I. (2013). Light absorption and use efficiency in forests: Why patterns differ for trees and stands. Forest Ecology and Management, 288, 5–13. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.002>



- Bonn Challenge. (2011). The history of the Challenge. Washington, DC. Retrieved from <http://www.bonnchallenge.org/content/history-challenge>
- Broadhurst, L., & Boshie, D. (2014). Diverse biological, cultural, environmental and socioeconomic conditions across the world demand diverse approaches to forest or habitat restoration and sustainability. In *genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species* (p. 282). Rome.
- Campaña. (2015). La Importancia y el Rol de la Valoración Económica de los Servicios Ambientales para la Toma de Decisiones en el Contexto de las Negociaciones de Cambio Climático: Estudio de Caso, Valoración Económica de Servicios Ambientales de Fijación de Carbono en lo. Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4734/1/T1752-MRI-Campa%C3%B1a-La importancia.pdf>
- Chacón, G., Gagnon, D., & Paré, D. (2009). Comparison of soil properties of native forests, *Pinus patula* plantations and adjacent pastures in the Andean highlands of southern Ecuador: land use history or recent vegetation effects? *Soil Use and Management*, 25(4), 427–433. <http://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2009.00233.x>
- CIIFEN. (2016). El Niño 2015-2016 Evolución y perspectivas. Guayaquil. Retrieved from http://www.ciifen.org/images/stories/EL_Nio_La_Nia/CIIFEN_ENOS_DIAG_NSTICO_MAYO-2016.pdf
- Coonen, E. J., & Sillett, S. C. (2015). Separating effects of crown structure and competition for light on trunk growth of *Sequoia sempervirens*. *Forest Ecology and Management*, 358, 26–40. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.08.035>
- Cuestas, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., ... Torres, O. (2015). Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. Quito - Ecuador.
- Davis, C. C., Willis, C. G., Primack, R. B., & Miller-Rushing, A. J. (2010). The importance of phylogeny to the study of phenological response to global climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 365(1555), 3201–3213. <http://doi.org/10.1098/rstb.2010.0130>
- Dawson, I. K., Leakey, R., Clement, C. R., Weber, J. C., Cornelius, J. P., Roshetko, J. M., ... Jamnadass, R. (2014). The management of tree genetic resources and the livelihoods of rural communities in the tropics: Non-timber forest products, smallholder agroforestry practices and tree commodity crops, 333, 9–21. Retrieved from http://ac.els-cdn.com/S0378112714000231/1-s2.0-S0378112714000231-main.pdf?_tid=9a1c06b6-16c0-11e6-9d22-0000aab0f6c&acdnat=1462892895_dcf399bd313687edfbb6bc00a031a2b



- Du, Y., & Huang, Z. (2008). Effects of seed mass and emergence time on seedling performance in *Castanopsis chinensis*. *Forest Ecology and Management*, 255(7), 2495–2501. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.013>
- Encalada, M., & Alvarado, C. (2010a). Estudio Fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales en bosque tropical de montaña, potenciales para la reforestación en la Estación Científica San Francisco.
- Encalada, M., & Alvarado, C. (2010b). Estudio Fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales en bosque tropical de montaña, potenciales para la reforestación en la Estación Científica San Francisco. Universidad Nacional de Loja. Retrieved from http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5565/1/Alvarado_Romero_Cristian_&_Encalada_Torres_Denisso.pdf
- FAO. (2010). Global Forest Resources Assessment. Roma. Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>
- Fenner, M. (1998). The phenology of growth and reproduction in plants, 1/1, 78 – 91. Retrieved from http://www.planta.cn/forum/files_planta/the_phenology_of_growth_and_reproduction_in_plants_863.pdf
- Ferraz, G., Russell, G., Stouffer, P., Bierregaard, R., Pimm, S., & Lovejoy, T. (2003). Rates of species loss from Amazonian forest fragments, 100. <http://doi.org/10.1073/pnas.2336195100>
- Fournier, A. L.; Charpentier, L. (1975). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba- Costa Rica.
- Fournier, L. (1974). Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. San José.
- Günter, S., Stimm, B., Cabrera, M., Diaz, M. L., Lojan, M., Ordoñez, E., ... Weber, M. (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 24(03), 247–258. <http://doi.org/10.1017/S0266467408005063>
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2015). Temperature extremes: Effect on plant growth and development. *Weather and Climate Extremes*, 10, 4–10. <http://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001>
- Ibrahim, A. M., Fagg, C. W., & Harris, S. A. (1997). Seed and seedling variation amongst provenances in *Faidherbia albida*. *Forest Ecology and Management*, 97(2), 197–205. [http://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00100-X](http://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00100-X)



- ISTA. (2007). International Rules for Seed Testing (2007th ed.). bassersdorf, CH switzerland.
- Jara, A., & Romero, J. (2005). Aspectos Fenológicos y Calidad de Semillas de Cuatro Especies Forestales Nativas de Bosque Tropical de Montaña, para Restauración de Hábitats. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Jojoa, Omar, A. (2015). Zonificación de manejo ambiental de la microcuenca de la quebrada Hidráulica. Universidad San Francisco de Quito. Retrieved from repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4095/1/113868.pdf
- Knoke, T., Bendix, J., Pohle, P., Hamer, U., Hildebrandt, P., Roos, K., ... Beck, E. (2014). Afforestation or intense pasturing improve the ecological and economic value of abandoned tropical farmlands. *Nature Communications*, 5, 5612. <http://doi.org/10.1038/ncomms6612>
- MAE. (2014). Plan Nacional de Restauracion 2014 - 2017. Retrieved from http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlan_RF.pdf
- MAE. (2015). Áreas protegidas del Ecuador. Retrieved from <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/parque-nacional-cajas>
- Mantovani, M., Ruschel, A. R., Reis, M. S. Dos, Puchalski, Â., & Nodari, R. O. (2003). Fenología reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. *Revista Árvore*, 27(4), 451–458. <http://doi.org/10.1590/S0100-67622003000400005>
- Mena, P., Morales, P., Ortiz, G., Ramón, S., Rivadeneira, E., Suárez, J., & Velázquez, C. (2008). Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador, 132. Retrieved from http://www.ecociencia.org/archivos/gente_paramo-091128.pdf
- Minga, D. (1998). Análisis de vegetación y efecto del borde en el bosque nativo de Llaviuco. Universidad del Azuay.
- Minga, D. (2000). Árboles y arbustos del bosque de Mazán. (ETAPA E-P., Ed.) (II). Cuenca.
- Minga, D., Rodas, F., Serrano, F., Verdugo, A., & Zárate, E. (2016). Diversidad Forestal de la cuenca del río Paute. Retrieved from <http://www.uazuay.edu.ec/HerbarioAzuay/documentos/diforpa.pdf>
- Montserrat, G., Palacio, S., & Milla, R. (2008). Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. In F. Valladares (Ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (2nd ed., p. 585). Barcelona. Retrieved from http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/edit_libro_01_03_tcm7-46273.pdf



- Moreira, M. R., & Ruales, P. A. (2015). Plan de Reforestación con Especies Nativa en la Microcuenca Alta del Río Carrizal en la Comunidad de Severino. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Retrieved from <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/217/1/TMA67.pdf>
- Murali, S., & Sukumar, R. (1994). Reproductive Phenology of a Tropical Dry Forest in Mudumalai, Southern India. *British Ecological Society*, 82(4), 759–767. <http://doi.org/10.2307/2261441>
- Ordóñez, L., Aguirre, N., & Hofstede., R. (2001). Semillas forestales andinas del Ecuador (Abya_Yala). Quito - Ecuador.
- Peralvo, M., Cuesta, F., & Baquero, F. (2015). Prioridades de conservación de la biodiversidad y procesos de cambio ambiental: escenario a nivel nacional para promover la planificación territorial con enfoque de paisaje. Quito - Ecuador.
- Poulsen, K. (2000). Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Turrialba- Costa Rica. Retrieved from http://repositorio.bibliotecaortiz.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4185/Tecnicas_para_la_escarificacion_de_semillas_forestales.pdf;jsessionid=2447A255C29153EAE5007499292F1948?sequence=1
- Ramírez, N., Ceroní, A., & Castro, V. (2014b). Fenología de cuatro especies de cactáceas del cerro Umarcata. Valle del Río Chillón. Canta-lima. Perú. *Ecología Aplicada*, 13(2). Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162014000200012&script=sci_arttext
- Rodriguez, S., Vergara, M. del C., Ramos, J., & Sainz, C. (2002). Germinación y Manejo de especies forestales tropicales. Mexico. Retrieved from <http://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>
- Sales, N., Perez, Garcia, F., & Silveira, F. A. O. (2013). Consistent variation in seed germination across an environmental gradient in a Neotropical savanna. *South African Journal of Botany*, 87, 129–133. <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2013.04.001>
- Schmidt, L. (2000). Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. (K. Olesen, Ed.). Humlebaek. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.706.5441&rep=rep1&type=pdf>
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017. Retrieved January 1, 2015, from <http://www.buenavivir.gob.ec/>
- Serrano, F. (1996). Árboles y arbustos del bosque de Mazán. <http://doi.org/10.13140/2.1.3829.8403>



- Strandby, Andersen, U., Córdova, Prado, J. P., Nielsen, U. B., Olsen, C. S., Nielsen, C., Sørensen, M., & Kollmann, J. (2008). Conservation through utilization: a case study of the Vulnerable *Abies guatemalensis* in Guatemala. *Oryx*, 42(02), 206–213. <http://doi.org/10.1017/S0030605308007588>
- Torrachi, S. (2002). Deforestación de Bosques Montanos y patrones de pérdida de hábitats en la región sur del Ecuador. Retrieved from <http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/staftpro/sig/paperambiental.PDF>
- Trenberth, K. (2001). El Niño Southern Oscillation (ENSO). In Ocean Sciences (Second Edition) (pp. 228–240). <http://doi.org/10.1016B978-0-12-409548-9.04082-3>
- Vazquez, B. (2011). Felología. Retrieved from http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/fenologia/fenologiaweb.pdf
- Wallace, R., Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Flores, B., & Townsed, W. (1999). Tecnicas de investigacion para el manejo de fauna silvestre. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Retrieved from <file:///C:/Users/Santiago Guanuche/Downloads/Tecnicas de investigacion para el manejo de fauna silvestre.pdf>
- White, S. (2013). Grass paramo as hunter-gatherer landscape. *Holocene*, 23(6), 898–915. <http://doi.org/10.1177/0959683612471987>
- Williams, L., & Baker, P. (2008). Deciduousness in a seasonal tropical forest in western Thailand: interannual and intraspecific variation in timing, duration and environmental cues, 12. <http://doi.org/10.1007/s00442-007-0938-1>
- Wright, J., & van Schaik, C. (1994). Light and Phenology of Tropical Trees. *American Naturalist*, 143(1), 192–199. Retrieved from http://www.stri.si.edu/sites/publications/PDFs/1994_SJW_AMNAT.pdf
- Yang, Q. H., Wei, X., Zeng, X. L., Ye, W. H., Yin, X. J., Zhang-Ming, W., & Jiang, Y. S. (2008). Seed biology and germination ecophysiology of *Camellia nitidissima*. *Forest Ecology and Management*, 255(1), 113–118. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.08.028>



ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo



Anexo 2. Parámetros de evaluación para árboles madre

Parámetros	Puntaje
Rectitud del fuste	1 Recto 2 Ligeramente torcido (curva escasa en uno o dos planos) 3 Torcida (curva extrema en un plano) 4 Muy torcida (curva extrema en más de un plano)
Altura de bifurcación	1 No bifurcado 2 Bifurcado 1/3 superior 3 Bifurcación 1/3 medio 4 Bifurcación 1/3 inferior
Dominancia eje principal	1 Dominancia completa 2 Dominancia parcial del eje inicial sobre ramas 3 Dominancia de ramas laterales
Ángulo de inserción de las ramas	1 De 0 - 30 ° 2 De 30 - 60° 3 De 60 - 90°
Forma de la copa	1 Circular 2 Circular irregular 3 Medio circulo 4 Menos de medio circulo 5 Pocas ramas 6 Principalmente rebrotes
Diámetro de la copa (promedio)	1 Copa vigorosa ≥ 10 m 2 Copa promedio entre 10 y 5 m 3 Copa pequeña, \leq de 5 m

Tomado: Ordóñez, *et al.*, 2001)



Anexo 3. Hoja de registro de los árboles seleccionados para el B. de Llaviucu

Especie ₈	Indiv.	Codigo	DAP(cm)	DAP (suma)	Alt.(m)	Coordenadas Árbol 12			
						N	E	Msnm	
Ocotea	1	O1	20,6		10	9685450	706255	3033	
Ocotea	2	O2	40,4		20	9685507	706305	3041	
Mirciantes	3	M1	82			9685506	706342	3179	
Weimania	4	W3	26,2		23	9685502	706345	3176	
Hediosmus	5	H1	13,4		10	9685506	706342	3174	
Weimania	6	W4	15,7		18	9685509	706357	3179	
Ocotea	7	O3	23,9		25	9685552	706363	3170	
Weimania	8	W6	41,5		20	9685554	706382	3172	
Mirciantes	9	M5	32,5		16	9685552	706387	3173	
Ocotea	10	O4	27,7		25	9685556	706381	3174	
Mirciantes	11	M4	37,2		20	9685535	706376	3178	
Hediosmus	12	H3	27,6		16	9685559	706358	3170	
Weimania	13	W5	34,6		19	9685559	706358	3170	
Hediosmus	14	H4	9,55		11	9685570	706374	3171	
Ocotea	15	O5	54,3		20	9685571	706389	3174	
Ocotea	16	O9	26,6		22	9685373	706005	3188	
Ocotea	17	O8	27,9		20	9685373	706005	3188	
Hediosmus	18	H6	33,1		25	9685357	706024	3194	
Mirciantes	19	M7	49,3		30	9685391	706030	3191	
Hediosmus	20	H5	37,9		23	9685349	706033	3199	
Mirciantes	21	M6	86		25	9685356	706046	3203	
Ocotea	22	O6	55,5		25	9685346	706026	3204	
Ocotea	23	O7	42,4		25	9685454	705255	3174	
Oreocalis	24	O.G1	17,04 + 17,03	36,07	8	9685959	705015	3179	
Oreocalis	25	O.G2	13,6 + 10,8	24,4	10	9685601	705011	3180	
Mirciantes	26	M8	15		12	9685569	704932	3183	
Oreocalis	27	O.G7	15,8 + 9 + 20	44,8	11	9685575	704915	3184	
Oreocalis	28	O.G.6	12,6 + 16,3	28,9	6	9685585	704883	3177	
Vallea	29	V6	9,8		10	9685596	704806	3181	
Vallea	30	V5	12,7 + 12,3		25	5,5	9685621	704728	3194
Oreocalis	31	O.G.5	19,1			9	9685631	704364	3211
Weimania	32	W9	19,9			15	9685673	704335	3203
Vallea	33	V2	9,3			6,5	9685726	704289	3198
Vallea	34	V1	6,1			6,5	9685727	704289	3198
Weimania	35	W1	18,9 + 13,4	32,3		12	9685690	704209	3208
Oreocalis	36	O.G.3	17			10	9685727	704186	3204
Weimania	37	W7	12,3			11	9685721	704136	3204
Vallea	38	V3	11,45			11	9685713	704122	3204
Weimania	39	W2	9,2			7	9685722	704105	3208
Oreocalis	40	O.G.8	7,9 + 7,9 + 5,3	21,1		8	9685732	704088	3211
Oreocalis	41	O.G.4	24,5			13	9685761	704059	3211
Vallea	42	V4	15,4			7	9685777	703928	3221
Vallea	43	V7	9,4			6	9685798	703769	3238
Vallea	44	V8	7,4 + 5,9		13,3	5	9685895	703528	3252
Mirciantes	45	M3	81				9686058	703138	3278
Mirciantes	46	M2	89				9686056	703177	3284
Mirciantes	47	M9	61			28	9686048	703207	3289
Hediosmus	48	H8	47,7			28	9686059	703225	3285
Hediosmus	49	H2	45,35			29	9686046	703247	3288
Hediosmus	50	H7	18			23	9686077	703216	3287



Anexo 4. Hoja de registro de los árboles seleccionados para el B. de Mazán

Especie _s	Indiv.	Codigo	DAP(cm)	DAP (suma)	Alt.(m)	Coordenadas Árbol 12			
						N	E	Msnm	
Oreocalis	OG8	1		16,3	7	9682540	709425	3052	
Oreocalis	OG7	2	12,4 +12,8+10,7	35,9	8	9682540	709425	3052	
Ocotea	O5	3		30,8	10	9682524	709417	3055	
Hediosmus	H9	4	22,7 +25,7 +22	70,2	12	9682513	709428	3057	
Ocotea	O6	5	11,3+12,4+13,3+12,8+12,9	62,7	8	9682477	709302	3064	
Mirciantes	M1	6	61,2+45,9	107,1	20	9682436	709321	3057	
Hediosmus	H4	7		15,6	7	9682458	709249	3076	
Hediosmus	H5	8		25,2	10	9682440	709200	3079	
Hediosmus	H6	9	19,8+23,7	43,5	10	9682391	709104	3092	
Hediosmus	H7	10	18,8+18,8	37,6	8	9682239	709022	3085	
Mirciantes	M5	11	9,5+4,7	14,2	4,5	9682294	708978	3090	
Mirciantes	M6	12	9,3+8,5	17,8	6	9682270	708892	3099	
Mirciantes	M7	13	6,9+10,4 +6	23,3	7	9682254	708854	3106	
Mirciantes	M8	14		9,6	4	9682252	708855	3109	
Weimania	W7	15		7	9	9682244	708851	3110	
Oreocalis	OG9	16		8,9	6	9682240	708849	3110	
Weimania	W8	17	8,6+6,4		16	9682246	708838	3115	
Valea	V5	18		6,9	8	9682264	708839	3116	
Oreocalis	OG1	19		12,2	13	9682215	708779	3126	
Oreocalis	OG5	20	18+15,2		33,2	8	9682204	708785	3128
Oreocalis	OG2	21	11,3+5,7		17	7	9682178	708753	3137
Hediosmus	H8	22		14,4	8	9682178	708753	3137	
Valea	V4	23		14,5	10	9682172	708746	3138	
Hediosmus	H1	24		13,9	11	9682172	708746	3138	
Valea	V1	25	7+7,8		14,8	6	9682131	708717	3141
Oreocalis	OG3	26		26,2	12	9682127	708697	3145	
Weimania	W6	27	12,4+12,2		24,6	18	9682067	708615	3158
Ocotea	O7	28		13,5	13,5	15	9682067	708615	3158
Valea	V6	29		7,5	7,5	8	9682058	708593	3162
Valea	V2	30		8,8	8,8	9	9682057	708592	3163
Ocotea	O1	31		14,8	14,8	7	9682033	708504	3157
Ocotea	O2	32	13,3+11		24,2	9	9682033	708504	3157
Oreocalis	OG4	33	12,1+6,8		18,9	7	9682051	708499	3158
Ocotea	O3	34		13,5	13,5	10	9682031	708468	3156
Weimania	W4	35	7+4,8		11,8	7	9682007	708445	3152
Valea	V7	36	11,2+7,5		18,7	8	9682024	708456	3155
Ocotea	O4	37		19,3	19,3	10	9682022	708402	3151
Valea	V3	38	10+11,4		21,4	7	9682038	707922	3165
Hediosmus	H2	39		16,9	16,9	12	9682039	707915	3166
Valea	V8	40		8,4	8,4	8	9682046	707911	3167
Oreocalis	OG6	41	15,5+10,3+12,9		38,7	13	9682049	707754	3177
Mirciantes	M2	42		25,5	25,5	15	9682042	707607	3196
Hediosmus	H3	43		24,6	24,6	12	9682043	707557	3200
Mirciantes	M3	44		43,8	43,8	25	9682054	707546	3205
Weimania	W1	45	28+16,8		44,8	23	9681978	706938	3261
Weimania	W2	46		18,6	18,6	22	9681984	706930	3264
Weimania	W5	47		25,4	25,4	22	9681984	706926	3266
Mirciantes	M4	48		23,3	23,3	24	9682004	706919	3269
Weimania	W3	49		43,3	43,3	24	9682004	706917	3268
Ocotea	O12	50		28,2	28,2	24	9681996	706930	3267
Ocotea	O8	51		33,2	33,2	24	9681996	706930	3267
Ocotea	O9	52		33,8	33,8	22	9681997	706930	3270
Ocotea	O10	53		33,7	33,7	22	9682026	706900	3273
Ocotea	O11	54		32,5	32,5	22	9682026	706900	3273



Anexo 5. Calendario fenológico y recolección de semillas de las especies en estudio en el bosque de Llaviucu

LLAVIUCU		2015												2016	
		JUL		AGO		SEP			OCT		NOV		DIC		ENE
ESPECIES	FENOMENO	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Hedyosmum luteynii</i>	Floración														
	Fructificación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Floración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Fructificación							■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Ocotea heterochroma.</i>	Floración														
	Fructificación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Oreocallis grandiflora</i>	Floración	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Fructificación						■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Vallea stipularis</i>	Floración											■	■	■	■
	Fructificación														■
<i>Weinmannia fagaroides</i>	Floración											■	■	■	■
	Fructificación														■

LEYENDA		
Ausencia de evento		0
Intensidad	0-25	■
Intensidad	26-50	■
Intensidad	51-75	■
Intensidad	76-100	■
Recolección de frutos		■



Anexo 6. Calendario fenológico y recolección de semillas de las especies en estudio en el bosque de Mazán

MAZÁN		2015												2016	
		JUL		AGO		SEP			OCT		NOV		DIC		ENE
ESPECIES	FENOMENO	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>Hedyosmum luteynii</i>	Floración														
	Fructificación														RECOLECCIÓN
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Floración														
	Fructificación														RECOLEC
<i>Ocotea heterochroma</i>	Floración														
	Fructificación														RECOLECCIÓN
<i>Oreocallis grandiflora</i>	Floración														
	Fructificación														RECOLEC
<i>Vallea stipularis</i>	Floración														
	Fructificación														
<i>Weinmannia fagaroides</i>	Floración														
	Fructificación														

LEYENDA		
Ausencia de evento		0
Intensidad	0-25	1
Intensidad	26-50	2
Intensidad	51-75	3
Intensidad	76-100	4
Recolección de frutos		



Anexo 7. Resumen Análisis Estadístico

Myrcianthes rhopalooides

Sitio

Pruebas univariadas

Variable dependiente: SUMA GERM

	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Contraste	16,667	1	16,667	1,392	,253
Error	215,500	18	11,972		

F prueba el efecto de SITIO. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Individuo

Pruebas univariadas

Variable dependiente: SUMA GERM

	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Contraste	973,833	5	194,767	16,268	,000
Error	215,500	18	11,972		

F prueba el efecto de INDIVIDUO. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.



Interacción Sitio * Individuo

3. INDIVIDUO * SITIO

Variable dependiente: SUMA GERM

INDIVIDUO	SITIO	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1	Llaviucu	^a	^a	^a	^a
	Mazan	24,500	1,730	20,865	28,135
4	Llaviucu	14,000	1,730	10,365	17,635
	Mazan	^a	^a	^a	^a
5	Llaviucu	^a	^a	^a	^a
	Mazan	9,000	1,730	5,365	12,635
7	Llaviucu	^a	^a	^a	^a
	Mazan	9,500	1,730	5,865	13,135
11	Llaviucu	10,750	1,730	7,115	14,385
	Mazan	^a	^a	^a	^a
55	Llaviucu	23,250	1,730	19,615	26,885
	Mazan	^a	^a	^a	^a

a. Esta combinación de niveles de factores no se observa, por lo tanto, la media marginal de población correspondiente no se puede estimar.

Ocotea heterochroma

SITIO

Pruebas univariadas

Variable dependiente: Suma semillas

	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Contraste	3,333	1	3,333	,282	,603
Error	177,250	15	11,817		

F prueba el efecto de Sitio. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.



Individuo

Pruebas univariadas

Variable dependiente: Suma semillas

	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Contraste	290,500	4	72,625	6,146	,004
Error	177,250	15	11,817		

F prueba el efecto de Individuo. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Interacción Sitio * Individuo

3. Individuo * Sitio

Variable dependiente: Suma semillas

Individuo	Sitio	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1	Llaviucu	21,500	1,719	17,837	25,163
	Mazan	^a	.	.	.
2	Llaviucu	24,000	1,719	20,337	27,663
	Mazan	^a	.	.	.
3	Llaviucu	^a	.	.	.
	Mazan	15,250	1,719	11,587	18,913
4	Llaviucu	16,250	1,719	12,587	19,913
	Mazan	^a	.	.	.
6	Llaviucu	^a	.	.	.
	Mazan	24,250	1,719	20,587	27,913

a. Esta combinación de niveles de factores no se observa, por lo tanto, la media marginal de población correspondiente no se puede estimar.



Oreocallis grandiflora

SITIO

Pruebas univariadas

Variable dependiente: SUMA GERM

	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Contraste	157,735	1	157,735	2,991	,095
Error	1423,750	27	52,731		

F prueba el efecto de SITIO. Esta prueba se basa en las comparaciones por parejas linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

Interacción Sitio * Individuo

3. INDIVIDUO * SITIO

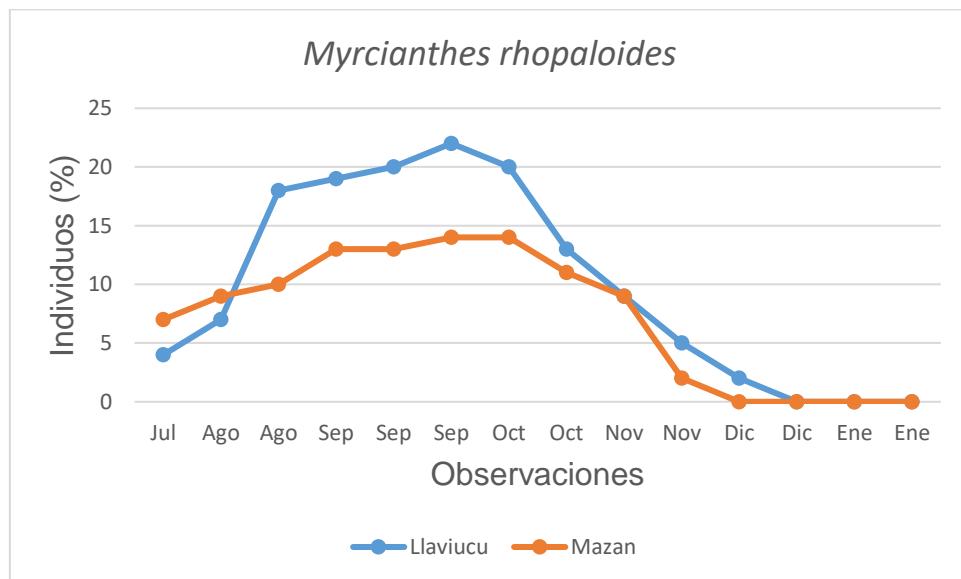
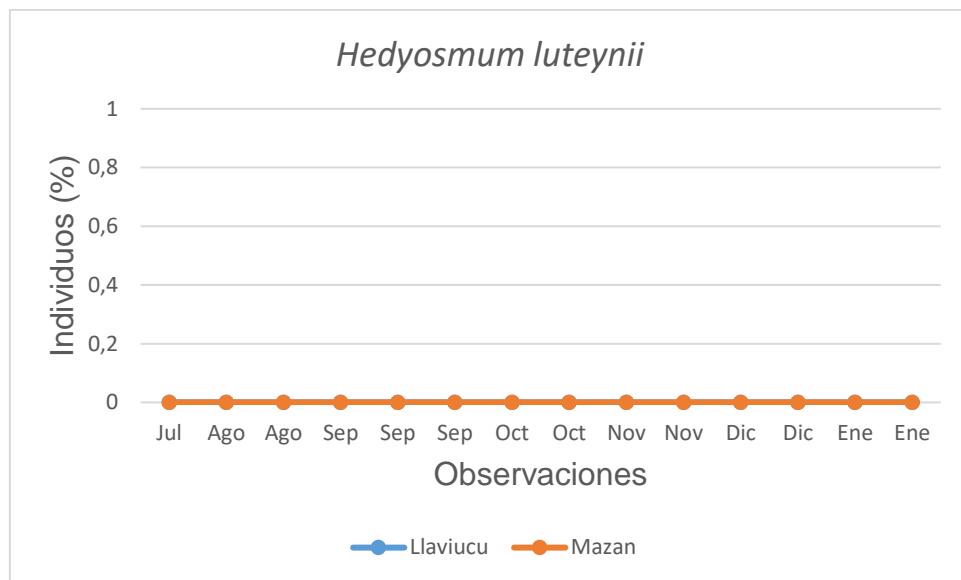
Variable dependiente: SUMA GERM

INDIVIDUO	SITIO	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
				Límite inferior	Límite superior
1	Llaviucu	18,500	3,631	11,050	25,950
	Mazan				
2	Llaviucu	22,750	3,631	15,300	30,200
	Mazan				
4	Llaviucu	17,000	3,631	9,550	24,450
	Mazan				
5	Llaviucu	20,500	3,631	13,050	27,950
	Mazan				
7	Llaviucu	19,000	3,631	11,550	26,450
	Mazan				
8	Llaviucu	16,250	3,631	8,800	23,700
	Mazan				
11	Llaviucu	15,750	3,631	8,300	23,200
	Mazan				
22	Llaviucu	17,250	3,631	9,800	24,700
	Mazan				
55	Llaviucu	10,750	3,631	3,300	18,200
	Mazan				

a. Esta combinación de niveles de factores no se observa, por lo tanto, la media marginal de población correspondiente no se puede estimar.

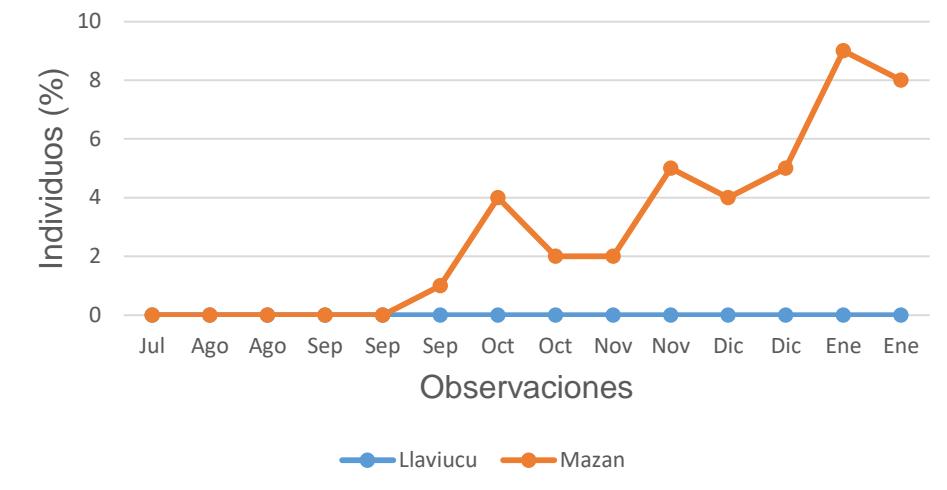


Anexo 8. Gráficos comparativos de floración para las especies nativas en el Bosque de Mazan y Llaviucu, macizo del parque Nacional Cajas.

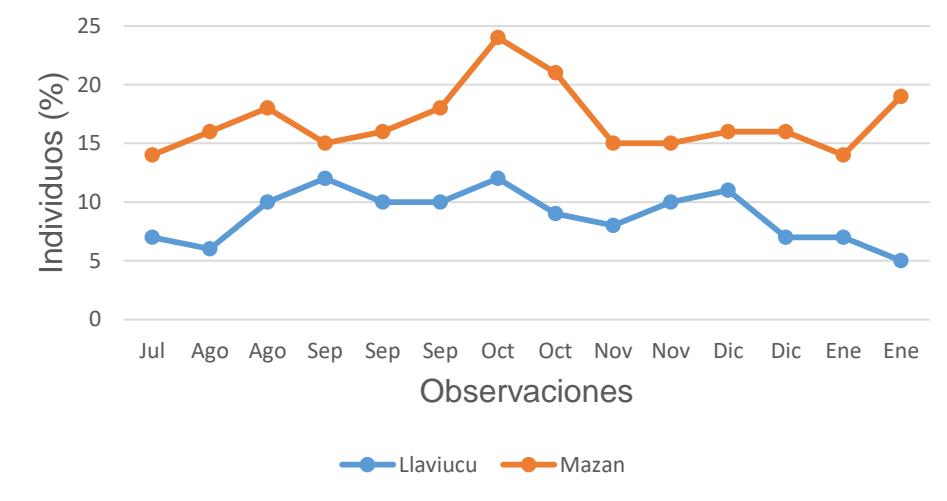


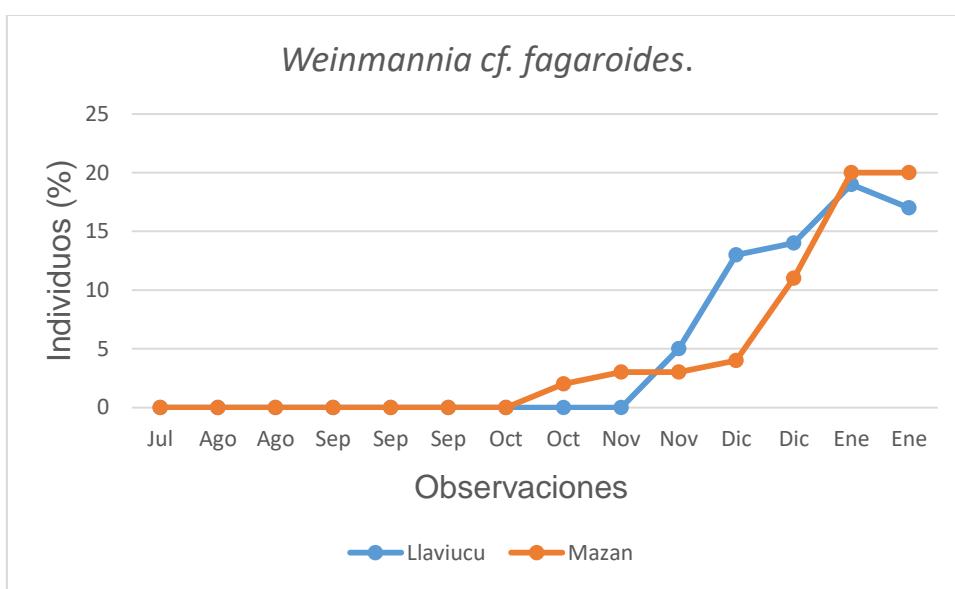
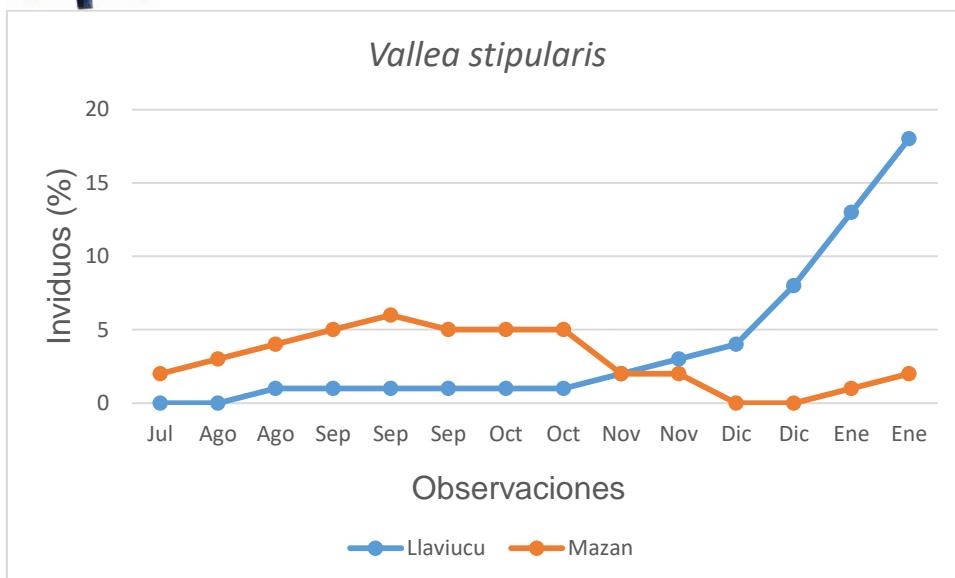


Ocotea heterochroma



Oreocallis grandiflora

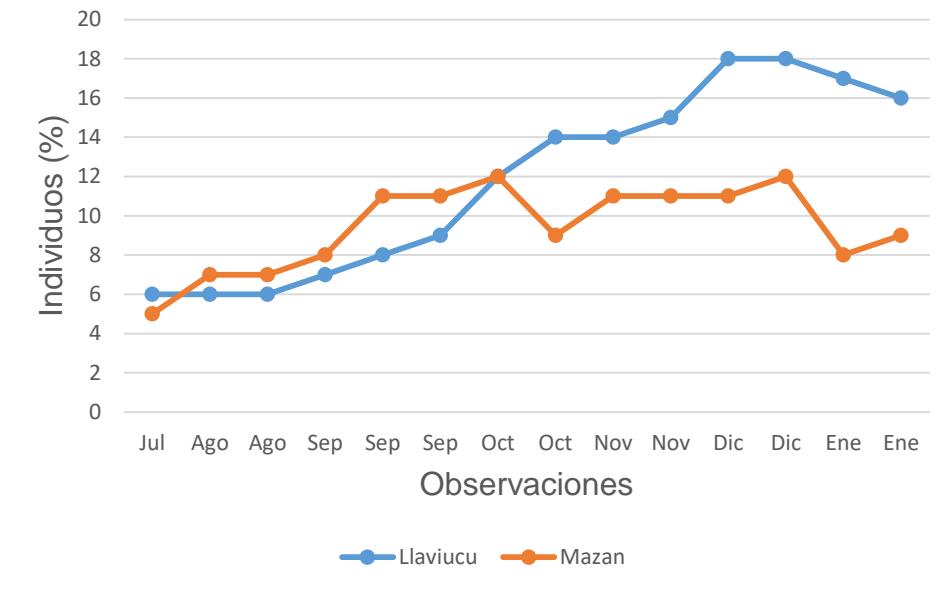




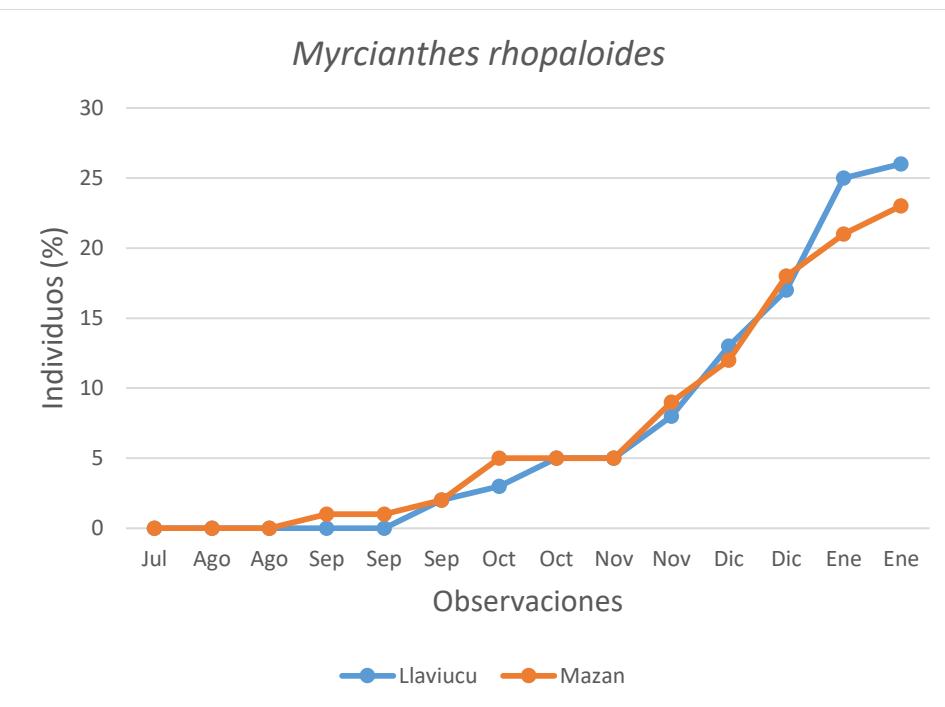
Anexo 9. Gráficos comparativos de fructificación para las especies nativas en el Bosque de Mazan y Llaviucu, macizo del parque Nacional Cajas.



Hedyosmum luteynii

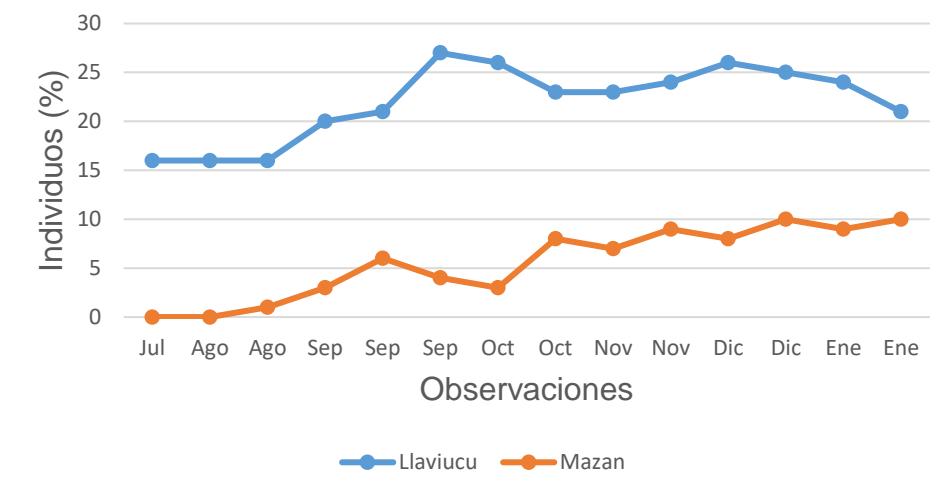


Myrcianthes rhopaloidea

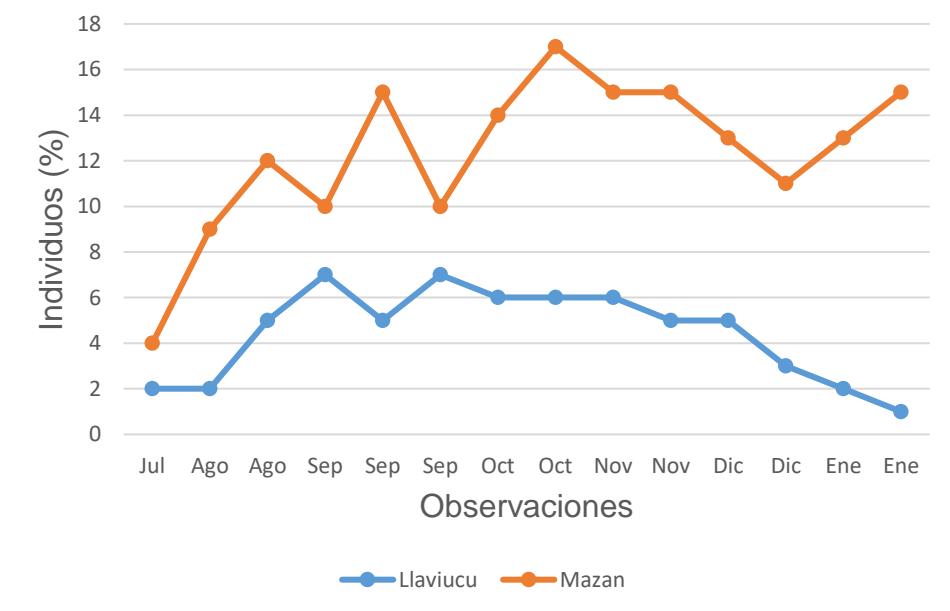




Ocotea heterochroma

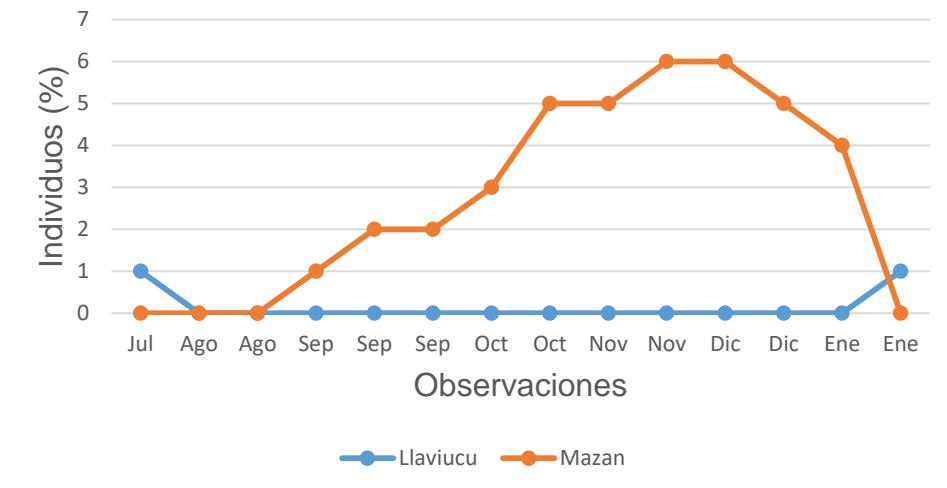


Oreocallis grandiflora





Vallea stipularis



Weinmannia cf. fagaroides.

