



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención
de título de Ingeniero Forestal**

**DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE
Ocotea insularis (Meins.) Mez EN DOS FORMACIONES VEGETALES
UBICADOS EN LA COMUNIDAD IMBIOLA - CANTÓN IBARRA.**

AUTOR

Navarrete Narvárez Patricio Rigoberto

DIRECTOR

Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio, MSc.

IBARRA – ECUADOR

2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE *Ocotea insularis*
(Meins.) Mez EN DOS FORMACIONES VEGETALES UBICADOS EN LA COMUNIDAD
IMBIOLA - CANTÓN IBARRA.

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADO

Ing. Hugo Visiño Vallejos Álvarez MSc
Director de trabajo de titulación

Ing. Jorge Luis Cué García, PhD
Tribunal de trabajo de titulación

Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez MSc
Tribunal de trabajo de titulación

Ibarra - Ecuador

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003436514		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Navarrete Narváez Patricio Rigoberto		
DIRECCIÓN:	Huertos Familiares Av.13 de abril 10-48		
EMAIL:	prnavarreten@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0990184627

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE <i>Ocotea insularis</i> (Meins.) Mez EN DOS FORMACIONES VEGETALES UBICADOS EN LA COMUNIDAD IMBIOLA - CANTÓN IBARRA.
AUTOR/A:	Navarrete Narváez Patricio Rigoberto
FECHA:	18 de noviembre del 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero forestal
DIRECTOR:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc

CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de noviembre de 2021

EI AUTOR



Navarrete Narváez Patricio Rigoberto

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 18 de noviembre del 2021

Navarrete Narváez Patricio Rigoberto: **"DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez EN DOS FORMACIONES VEGETALES UBICADOS EN LA COMUNIDAD IMBIOLA - CANTÓN IBARRA"** /Trabajo de titulación. Ingeniería Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 73 páginas.

DIRECTOR: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar las características fenológicas de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez. en dos formaciones vegetales ubicados en la comunidad Imbiola, parroquia la Carolina. Entre los objetivos específicos se encuentran: Evaluar el comportamiento fenológico de *Ocotea insularis* en un sistema agroforestal (Árboles en lindero) y en bosque secundario. Elaborar un calendario fenológico del *Ocotea insularis* para los ecosistemas estudiados en base a la época de floración, fructificación y foliación. Cuantificar el potencial productivo de *Ocotea insularis* en las formaciones vegetales

Fecha: 18 de noviembre del 2021



Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

Director de trabajo de titulación



Navarrete Narváez Patricio Rigoberto

Autor

DEDICATORIA

A mis padres, Rigoberto y Marcia por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos, Cristian, Fernanda y Danielito por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Quiero agradecer a los docentes que conformamos el equipo de investigación que con su sabiduría y paciencia se puedo lograr cada uno de los objetivos del proyecto, gracias a mi director Ingeniero Hugo Vallejos, asesores el Ingeniero Hugo Paredes e Ingeniero Jorge Cué García, por haberme guiado en esta ardua investigación ustedes fueron pilar fundamental para cumplir esta meta.

Además, extender un agradecimiento al Ingeniero Eduardo Chagna y al Ingeniero Carlos Arcos y mis amigos Yara, Joselyn, Jhon, Janeth y Alex, por estar siempre pendiente de todas las actividades de mi investigación.

Por último y muy importante a la persona que aprecio y quiero mucho, que me empujó cada día a llegar más lejos y estuvo acompañándome en las buenas y malas, mi gran amiga Carlita.

LISTA DE SIGLAS

CODA. Código orgánico del ambiente

CRE. Constitución de la República del Ecuador

SENPLADES. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo

ÍNDICE

RESUMEN	xiv
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Hipótesis o preguntas de investigación.....	3
2 CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Fundamentación Legal.....	4
2.1.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)	4
2.1.2 Código Orgánico del Ambiente	4
2.1.3 Plan nacional de desarrollo (2017-2021).....	5
2.1.4 Línea de Investigación	5
2.1.5 Código de Ética.....	5
2.2 Fundamentación teórica.....	5
2.2.1 Fenología	5
2.2.2 Fenómenos que estudia la fenología.....	7

2.2.3	Parámetros fisiológicos.....	10
2.2.4	Semillas y productividad	12
2.2.5	Observaciones fenológicas.....	14
2.2.6	Aplicaciones de la fenología.....	14
2.2.7	Calendario fenológico.....	14
2.2.8	Características generales del género	14
2.2.9	Características generales de la especie	15
2.2.10	Fenología y cambio climático.....	17
2.2.11	Grupos ecológicos.....	17
2.2.12	Sistemas silviculturales.....	18
CAPITULO III		19
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1	Ubicación del sitio	19
3.1.1	Política	19
3.1.2	Geográfica.....	19
3.1.3	Límites	20
3.2	Caracterización edafoclimática del lugar.....	20
3.2.1	Suelo	20
3.2.2	Clima.....	20
3.2.3	Intensidad lumínica.....	20

3.2.4	Humedad relativa	20
3.2.5	Vegetación	21
3.3	Materiales , equipos y software.	21
3.4	Metodología	22
3.4.1	Universo.....	22
3.4.2	Tamaño y selección de la muestra	22
3.4.3	Metodología de evaluación.....	22
3.4.4	Experimental.....	23
3.4.5	Factores, niveles y tratamientos.....	23
3.4.6	Variables	23
3.4.7	Tipo de diseño experimental.....	24
3.4.8	Prueba de t de student	24
3.4.9	Prueba U DE MANN-WHITNEY	24
3.4.10	Desarrollo.....	25
4	CAPITULO IV	31
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Evaluación fenológica.....	31
4.1.1	Sistema agroforestal – árboles en lindero	31
4.1.2	Bosque secundario	36
4.2	Calendario fenológico.....	40

4.2.1	Calendario fenológico en Sistema Agroforestal	40
4.2.2	Calendario fenológico en Bosque Secundario	42
4.3	Potencial productivo	44
4.3.1	Potencial productivo árboles en lindero.....	44
4.3.2	Potencial productivo Bosque secundario	45
5	CAPITULO V.....	46
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1	Conclusiones.....	46
5.2	Recomendaciones	46
6	CAPITULO VI.....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7	CAPITULO VII.....	52
	ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción taxónomica	16
Tabla 2 Materiales, equipos, y software empleados en la investigación	21
Tabla 3 Escala de valoración porcentual de fenofases	26
Tabla 4 Masividad de la fenofase de acuerdo con el rango IP	27
Tabla 5 Potencial productivo de <i>Ocotea insularis</i>	44
Tabla 6 Características de los frutos	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del sitio de estudio.....	19
Figura 2: Comportamiento del evento fenológico floración de <i>O.insularis</i> en sistema agroforestal.....	31
Figura 3: Comportamiento del evento fenológico fructificación de <i>O.insularis</i> en sistema agroforestal.....	33
Figura 6: Comportamiento del evento fenológico fructificación de <i>O.insularis</i> en bosque secundario	37
Figura 7: Comportamiento del evento fenológico foliación de <i>O.insularis</i> en bosque secundario.....	39
Figura 8. Calendario fenológico de <i>O.insularis</i> en sistema agroforestal de la comunidad de Imbiola	41
Figura 9. Calendario fenológico de <i>O.insularis</i> en bosque secundario de la comunidad de Imbiola.....	43

TÍTULO: “DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE *Ocotea insularis* (Meins.) Mez EN DOS FORMACIONES VEGETALES UBICADOS EN LA COMUNIDAD IMBIOLA - CANTÓN IBARRA”

Autor: Patricio Rigoberto Navarrete Narváez

Director de trabajo de titulación: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

Año: 2021

RESUMEN

La escasa información que se posee, acerca de la fenología, de la especie *Ocotea insularis* se debe a que no se han realizado estudios a profundidad. La investigación se desarrolló en los meses de octubre 2020 – septiembre 2021, con el objetivo de determinar las características fenológicas de la especie en dos formaciones vegetales ubicados en la comunidad Imbiola, parroquia la Carolina. Se caracterizaron y seleccionaron individuos de *Ocotea insularis* en los dos ecosistemas forestales, de acuerdo con análisis multicriterio. Para el seguimiento del comportamiento fenológico vegetativo (brotación de hoja, hoja madura y defoliación y reproductivo (floración y fructificación) de la especie, se empleó el método semi-cualitativo de Fournier (1974), con una frecuencia de observación mensual. El análisis de resultados se realizó mediante el cálculo IP (índice promedio) propuesto por Echavarría (1998), del evento con sus respectivas fenofases. Además, se transformó a porcentaje la manifestación fenológica y se expuso mediante gráficas explicativas. El comportamiento fenológico en los ecosistemas estudiados mostro similitud en cuanto a la fase vegetativa foliación y defoliación, en la etapa reproductiva, el comportamiento se pudo diferenciar en los meses tanto en intensidad y duración, julio y agosto fueron los más intensos.

Palabras clave: Fenología vegetativa, fenología reproductiva, masividad, calendario forestal, *Ocotea*.

TOPIC: "DETERMINATION OF THE PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *Ocotea insularis* (Meins.) Mez IN TWO VEGETABLE FORMATIONS LOCATED IN THE IMBIOLA COMMUNITY - CANTON IBARRA"

Author: Patricio Rigoberto Navarrete Narváez

Director of degree work: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez MSc.

Year: 2021

ABSTRACT

The little information that is available about the phenology of the *Ocotea insularis* species is due to the fact that no in-depth studies have been carried out. In this sense, The research was developed in the month of October 2020 - September 2021, with the aim of determining the phenological characteristics of the species in two plant formations located in the Imbiola community, La Carolina parish. Individuals of *O. insularis* were characterized and selected in the two forest ecosystems, according to multi-criteria analysis. To monitor the vegetative phenological behavior (leaf sprouting, mature leaf and defoliation and reproductive (flowering and fruiting) of the species, the semi-qualitative method of Fournier (1974) was used, with a monthly observation frequency. The analysis of the results was carried out by means of the IP calculation (average index) proposed by Echavarría (1998), of the event with its respective phenophases. In addition, the phenological manifestation was raised to a percentage and it was exposed by means of explanatory graphs. The phenological behavior in the studied ecosystems showed similarity in terms of the vegetative phase, foliation and defoliation, in the reproductive stage, the behavior could be differentiated in the months both in intensity and duration, July and August were the most intense.

Key words: Vegetative phenology, reproductive phenology, massiveness, forest calendar, *Ocotea*.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La extinción de las especies forestales es un asunto cotidiano. En épocas pasadas, este hecho se debió a causas naturales (Suatunce, Díaz, y García, 2009). Los bosques andinos son susceptibles a cambios estructurales, por lo que actividades extractivistas amenazan su diversidad genética. Uno de los géneros comunes en este tipo de ecosistemas es *Ocotea*, por lo que su distribución se ve afectada al reducirse su nicho ecológico.

En el Ecuador algunas especies forestales han sido estudiadas a nivel fenológico y otras están en proceso. La falta de información fenológica de la mayor parte de las especies forestales no permite una planificación técnica para la colección de semillas, reproducción de semillas y la producción de plantas en vivero (Jijón y Torres, 2008).

En la comunidad Imbiola se realizó la investigación, tomando en cuenta que se está explotando indiscriminadamente los árboles de la especie *Ocotea insularis* que aún quedan en los remanentes de bosque y que se encuentran en riesgo de desaparecer por el motivo del aumento de la frontera agrícola, formando así poblaciones aisladas, esto se debe a que existe un desconocimiento generalizado por parte de los pobladores en las formas de propagación de la especie.

La escasa información que se posee, acerca de la fenología, del género *Ocotea insularis* es debido a que no se han realizado estudios a profundidad. En este sentido la investigación contribuyo con información para conocer la fenología de la especie y épocas de recolección de semilla.

Al ser Ecuador uno de los países mega diversos (Utreras, Fierro, y Mejía, 2017). Es de importancia ecológica y económica entender las respuestas de los bosques ante los cambios que ocurran, por ello se está efectuado estudios de fenología de especies forestales como una forma de entender el comportamiento de los bosques ante estos cambios (Meza, 2013). Por lo anterior,

la fenología de especies forestales ha emergido como un importante enfoque de la investigación ecológica. Esto principalmente debido a su probado potencial en la investigación sobre el cambio en los estadios fenológicos de especies forestales. En la comunidad de Imbiola, se identificaron dos poblaciones de *Ocotea insularis*, ubicados en bosque secundario y en un sistema agroforestal, en las cuales se evaluó el comportamiento fenológico.

Ocotea insularis, es la especie conocida de Lauráceas con más amplia distribución en el Ecuador. Para entender las razones de esta situación, es necesario, realizar estudios fenológicos, de comportamiento ecológico, de la dispersión de sus diásporas, e incluso análisis moleculares de las diferentes poblaciones para entender mejor su taxonomía (Palacios, 2017). Además, con la información se contribuye a la toma decisiones dentro de la planificación de un manejo sustentable de la especie en la comunidad de Imbiola y la posibilidad de ser cultivada con fines comerciales, estableciendo plantaciones para su posterior aprovechamiento.

Para facilitar el estudio de la especie en la comunidad de Imbiola, se identificaron dos poblaciones ubicadas en bosque secundario y en un sistema agroforestal, donde se puede preservar, investigar, tomar muestras dendrológicas, obtener información sobre la biología, fenología y los aspectos silviculturales, y para que sirvan como fuente de semilla o material vegetativo para la propagación.

Al conocer las diferentes fenofases se logra de esta manera generar un aporte sobre el conocimiento de las épocas de floración y fructificación, importantes para la conservación de recursos genéticos, planificación y manejo forestal de bosques primarios y secundarios.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Determinar las características fenológicas de *Ocotea insularis* (Meins.) Mez. en dos formaciones vegetales ubicados en la comunidad Imbiola, parroquia la Carolina.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento fenológico de *Ocotea insularis* en un sistema agroforestal (Arboles en lindero) y en bosque secundario.
- Elaborar un calendario fenológico de *Ocotea insularis* para los ecosistemas estudiados en base a la época de floración, fructificación y foliación.
- Cuantificar el potencial productivo de *Ocotea insularis* en las formaciones vegetales.

1.2 Hipótesis o preguntas de investigación.

- Ho: El comportamiento fenológico de *Ocotea insularis* es similar en las formaciones estudiadas.
- Ha: *Ocotea insularis* presenta un comportamiento fenológico diferente en los ecosistemas estudiados.

- Ho: El potencial productivo de *Ocotea insularis* no está influenciado por el tipo de ecosistema donde se desarrolla.
- Ha: El potencial productivo de *Ocotea insularis* está influenciado significativamente por el tipo de ecosistema donde se desarrolla.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación Legal

2.1.1 Constitución de la República del Ecuador (2008)

En el artículo 14 se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Además, se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (Constitución de la República del Ecuador [CRE], 2008).

2.1.2 Código Orgánico del Ambiente

En el Código Orgánico Ambiental en el art. 31 relacionado con la conservación de la biodiversidad, menciona que la conservación de la biodiversidad se realizará *in situ* o *ex situ*, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional (Código Orgánico del Ambiente [CODA], 2018).

Además, el CODA (2018), en función a su fin N° 9 del artículo 3, respalda el desarrollo de la presente investigación, ya que busca establecer mecanismos que promuevan la generación de información ambiental, así como la articulación y coordinación con diferentes entidades públicas y privadas que contribuyan a este fin.

2.1.3 Plan nacional de desarrollo (2017-2021)

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. En donde se menciona la necesidad de estudiar y comprender los recursos biológicos del Ecuador a fin de contribuir a la protección y manejo de los diferentes ecosistemas que posee el país (SENPLADES, 2017).

Política y lineamiento estratégico 3.3. Que plantea establecer e impulsar la generación de bioconocimiento, como una alternativa de producción, así como de bioseguridad que permita precautelar las condiciones ambientales a las que se ven afectados los seres vivos (SENPLADES, 2017).

2.1.4 Línea de Investigación

El estudio se ajusta a la línea de investigación propuesta por la carrera: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.1.5 Código de Ética

Educación superior de grado o de tercer nivel.- Este nivel aporta una formación general orientada al aprendizaje de una carrera académica profesional, en correspondencia con los campos amplios y específicos de la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y al amparo del Reglamento de Armonización de la Nomenclatura de Títulos Profesionales y Grados Académicos que Confieren los Instituciones de Educación Superior del Ecuador.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Fenología

2.2.1.1 Definición

La fenología desde hace mucho tiempo ha sido definida como el arte de observar las diferentes fases del ciclo de vida de las plantas y animales a lo largo del año (Bendezú, 1997).

La fenología es el mostrador de fases del ciclo de vivacidad de las plantas, la brotación de hojas, floración, y la senescencia, con respecto a la longevidad de estos eventos a lo largo del año (Meza, 2013).

La fenología se ha definido como la ciencia que asocia los diferentes factores climáticos principalmente temperatura y precipitación siendo estos los más importantes, con los ritmos periódicos de los fenómenos biológicos. El tiempo de ocurrencia de los fenómenos biológicos se ordena cronológicamente: brotación de hojas nuevas, floración, y maduración de frutos (Ramírez y Alvarez, 2000).

2.2.1.2 Historia

Son pocos los estudios fenológicos realizados en los ecosistemas de América, en especial en el campo forestal. A partir del año 1960, los estudios fenológicos comienzan a destacar gracias a las publicaciones de Fournier y Salas de especies leñosas bosque tropical húmedo en Costa Rica. Se tiene como referentes en este campo a países de Centroamérica, Brasil y Colombia (Wong, 2016).

En Honduras dedicaron cinco años de trabajo evaluando veintiocho especies maderables del bosque tropical, en donde se exponen los periodos reproductivos de las especies, épocas idóneas de colecta y su relación con los factores ambientales (Ramírez y Álvarez, 2000). Información inclinada a la restauración y recuperación de especies maderables que corren peligro por su consumo.

(William y Meave citado por Wong, 2016) destaca lo siguiente “Recientemente los estudios fenológicos neotropicales tienden a concentrarse en una sola especie, aunque hay restricciones para hacer generalizaciones a nivel comunidad. En las últimas décadas, los estudios fenológicos no solo describen patrones de comportamiento vegetal, sino también buscan causas de estos”

Así también Padilla (2002), registra información fenología de *Cedrelinga cateniformis* en el parque nacional Yasuní, con resultados interesantes de comportamiento reproductivo y

vegetativo de la especie en diferentes sectores, en fines de dar pautas primarias del manejo y propagación de la especie.

2.2.1.3 Importancia forestal

El propósito principal del monitoreo fenológico es estudiar la frecuencia de eventos biológicos periódicos relacionados con otros factores biológicos y no biológicos / ambientales; además, permiten el desarrollo de bases de datos para futuras comparaciones e investigaciones; recolectando información sobre el inicio de cada fase. Información de finalización, conclusión y duración, y correlacionarla con factores y elementos ambientales (Meza, 2013).

Vilches, Chazdon y Redondo (2004) mencionan la importancia en la conservación de recursos genéticos, manejo forestal de los bosques secundarios y viveros. El conocimiento de las épocas de floración y fructificación son importantes para la planificación y recolección del material genético necesario, pues marca los meses en los que suceden, cuáles son las zonas, lugares e individuos donde se produce frutos. Además, ayuda en detección de las mejores procedencias para “árboles plus”.

El conocimiento de la fenología es muy importante en los trópicos, ya que, en estos, muchas especies presentan baja densidad natural, la cual se acentúa por actividades de extracción selectiva (Plana, 2013). Por otro lado, trata de establecer posibles conexiones causa-efecto entre factores bióticos y abióticos. Se sabe que las fenofases de los árboles responden a los cambios en el tiempo, por ello, el estudio fenológico es de especial interés por los efectos que causa el calentamiento global sobre la condición del bosque (Ochoa, Pérez, y Bernardus, 2008).

2.2.2 Fenómenos que estudia la fenología

Los eventos fenológicos (llamados períodos fenológicos) recogen los diferentes fenómenos de reproducción, nutrición y crecimiento de las plantas. Estos eventos se obtienen a través de observaciones, que pueden ser generales o detalladas, colectivas o específicas,

cuantitativas o cualitativas, macro o micro, directas o indirectas, y pueden estar relacionadas con un gran número de relaciones causales (Montserrat, Palacio y Milla, 2004).

2.2.2.1 Floración

La floración es el crecimiento de las flores, desde la apertura de los botones hasta el marchitamiento de las mismas, es la expresión general de todo el desarrollo de la flor (Jijón y Torres, 2008).

La floración ocurre después de que la planta madura y se desarrolla para producir la hormona de la floración denominada giberelina, también hay signos de floración por fotoperiodo, humedad, temperatura, nutrientes, etc. La aparición de flores determina que se inhiba el crecimiento y desarrollo de todas las partes de la planta, porque la mayor parte del metabolismo se fortalece en el proceso de producción de flores. En las plantas anuales y bienales, la floración significa el final de la vida de la planta, en las especies perennes la floración es anual y determina la fecundidad anual (Rueda, 2015).

2.2.2.2 Fructificación

La fructificación es el proceso del crecimiento inicial del fruto su retención hasta la madurez. Una planta es fructificante cuando los frutos desarrollan y prosperan. En regiones tropicales hay usualmente algunas especies en fruto en cualquier momento del año y las especies individuales tienden a tener periodos de fructificación largos (Jijón y Torres, 2008). Se inicia desde la caída de los pétalos, crecimiento inicial del fruto hasta que madura o abre (Guevara, 1997).

2.2.2.3 Maduración

Hace referencia a la acción que tiene el ovario de las semillas para poder germinar por efecto de su madurez fisiológica (Bendezu, 1997). Durante la maduración de la semilla se producen cambios que permiten establecer el momento óptimo de cosecha. Por ejemplo, en los frutos carnosos el cambio de coloración del fruto es una buena señal. Sin embargo, hay que tener cuidado, ya que algunos frutos pueden alcanzar el colorido antes de que las semillas estén completamente maduras y por lo tanto el color por sí sólo, puede no ser un muy buen indicador.

Por esto es necesario tomar en cuenta otros factores, como es la consistencia del fruto y observaciones realizadas directamente a las semillas. (Sandoval, Bolados, Rosas, y Gold, 2014)

2.2.2.4 Diseminación

Las semillas desprendidas del cuerpo madre se pueden mantener cerca o lejos; en ambos casos, esto se llama dispersión. Es importante que las semillas alcancen una posición favorable para la germinación y posterior establecimiento de nuevos individuos (García, 1991).

Entre las adaptaciones que tienen las semillas o diversos frutos que las contienen, destacan las que presentan para ser transportadas por diferentes agentes naturales. Las semillas de especies forestales pueden dispersarse simplemente por la acción de la gravedad, es decir, cayendo y rodando, al igual que por el viento y el agua (dulce o salada), pero también a través de seres vivos (insectos, mamíferos, aves, peces, reptiles) y mediante mecanismos del propio fruto que las liberan o expelen (dehiscencia). (Rodríguez, 2021)

2.2.2.5 Foliación

Es el ciclo de vida que comprende la formación de yemas foliares al que da lugar a la aparición y desarrollo de las hojas de la planta y también se lo llama brotación.

Fournier (1974) enuncia que la brotación, es la acción de emitir hojas, iniciándose por un hinchado de las yemas a lo que sigue la separación de las escamas que antes las protegían, y finalmente la aparición de pequeñas hojas iniciales.

2.2.2.6 Defoliación

Es el fenómeno mediante el cual el árbol queda desprovisto de hojas, muy característico en los bosques de clima seco tropical y en algunas especies de otras zonas ecológicas, se pueden distinguir cuatro clases de periodicidad en el brote y caída de las hojas (Jijón y Torres, 2008).

- **Perennifolia:** las especies perennifolias no presentan una periodicidad estacional en la caída de las hojas, sino que este fenómeno depende solo de la edad de ella.

- **Múltiple:** el hábito múltiple caracteriza aquellas especies cuyos ejemplares no pierden las hojas simultáneamente sino rama por rama. El rebrote de las hojas se efectúa de la misma manera de tal forma que nunca se encuentra totalmente defoliado.
- **La fase intermitente:** a aquella que ocurre en las especies en las cuales a la caída del follaje le sigue inmediatamente la pudrición de las hojas nuevas. En algunos casos inclusive la pudrición o brote de hojas ocurre simultáneamente con la caída del follaje viejo.
- **Deciduo:** El hábito deciduo se puede considerar como una modificación externa de la fase intermitente, en la cual los árboles pierden las hojas viejas, antes que broten las hojas nuevas, de tal manera que las plantas permanecen sin hojas por periodo de semanas y hasta de meses.

2.2.3 Parámetros fisiológicos

2.2.3.1 Germinación

La salida de la plántula o embrión y el punto donde se desarrolla para ser autosuficiente se llama germinación (Condoy y Herrera, 2009). La germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas: 1) la absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa, 2) inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimentarias en zonas en desarrollo del embrión y 3) el crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula. (Del Amo, Vergara, Ramos, y Sainz, 2002)

2.2.3.2 Viabilidad

La viabilidad o viabilidad generalmente se determina mediante una prueba de corte, una radiografía de embriones y una prueba de colorímetro. Estas pruebas muestran la estructura interna de las semillas, indicando si están llenas o vacías y si están bien desarrolladas (Condoy y Herrera, 2009).

2.2.3.3 Semilla

Las semillas son embriones maduros e inactivos, rodeados o ausentes por tejidos preservados, presentes en angiospermas y gimnospermas (Freire, 2004).

Típicamente, una semilla consta de testa o capa de tejido más externa, de uno, 2 o raramente 3 cotiledones u hojitas embrionarias y del endospermo (originado a partir de la fertilización y predominante en las angiospermas) o perisperma.

2.2.3.4 Flor

Es un grupo de hojas modificadas altamente especializadas durante la reproducción sexual. Se considera un órgano de reproducción vegetal. También se define como un eje menor con varios ciclos florales o hilos a su alrededor (Rueda, 2015).

Se forman a partir de una yema floral o florífera, la cual tiene un crecimiento terminal o apical limitado debido a que el meristemo apical deja de crecer y sus células se especializan formando varios ciclos florales.

Las inflorescencias se desarrollan en las axilas foliares de los nudos de brotes desarrollados en el año previo a la floración. La forma de la inflorescencia es paniculada. La panícula tiene un eje central de la cual salen ramificaciones que, a su vez, también pueden ser ramificadas. En las ramificaciones de las inflorescencias las flores son aisladas o forman grupos de tres o cinco y abren de forma escalonada (Huarcusi, 2016).

2.2.3.5 Fruto

El fruto también se define como un grupo de elementos vegetales que persisten y se transforman después de la fertilización. Generalmente el fruto se desarrolla después de la fertilización, pero en algunos casos el fruto se forma sin fertilización previa, este fenómeno se denomina partenocarpia y el fruto no tiene semillas. Los frutos de partenocarpia son naturales y frecuentemente inducidos genéticamente por la acción de hormonas de crecimiento (como la giberelina y la auxina) (Rueda, 2015).

2.2.3.6 Hoja

Las hojas son apéndices membranosos que van anexos al tallo. Se forman por expansión de las fibras del tallo y del tejido de la cubierta herbácea (García, 1892).

Las hojas son estructuras especializadas para la fotosíntesis o elaboración de carbohidratos. Los filomas incluyen a todos los tipos de hojas: las hojas propiamente dichas, las escamas o estructuras no fotosintéticas que protegen a las inflorescencias jóvenes y a las yemas nuevas, las brácteas o estructuras dispuestas en las bases de las inflorescencias y flores, los apéndices florales. Las hojas propiamente dichas de las eudicotiledóneas y algunas monocotiledóneas constan de tres elementos: la estípula, el pecíolo y la lámina. Las hojas de las monocotiledóneas son un tanto diferentes ya que presentan generalmente lámina y vaina (Freire, 2004).

2.2.4 Semillas y productividad

2.2.4.1 Semilla

Las semillas son embriones maduros e inactivos, rodeados o ausentes por tejidos preservados, presentes en angiospermas y gimnospermas (Freire, 2004).

Típicamente, una semilla consta de testa o capa de tejido más externa, de uno, 2 o raramente 3 cotiledones u hojitas embrionarias y del endospermo (originado a partir de la fertilización y predominante en las angiospermas) o perisperma.

La semilla, es la unidad básica de reproducción de las plantas, es la forma más práctica y eficiente para recolectar, transportar, estudiar y almacenar la diversidad vegetal, pues corresponde a un estado compacto, resistente e independiente dentro del ciclo de vida de una planta. Cada semilla es, potencialmente, un nuevo individuo que contiene parte de la variabilidad genética presente en toda una población (Di Sacco, Way, León, Suárez, y Díaz, 2020).

2.2.4.2 Recolección de semillas

La conservación ex situ fuera del hábitat natural de especies vegetales adquiere cada día más relevancia como parte de una estrategia integrada para conservar la diversidad biológica existente en el mundo.

La recolección de semillas es una actividad central dentro de la conservación ex situ. El objetivo de la recolección de semillas define la forma y los criterios considerados por un programa de recolección. Así semillas forestales recolectadas con altos estándares podrán ser utilizadas para conservación de diversidad genética, como también para mejoramiento genético, propagación clonal, restauración de hábitat, formación de rodales de conservación o simplemente para forestación comercial u ornamental. (Sandoval, Bolados, Rosas, y Gold, 2014).

2.2.4.3 Productividad

El conjunto de semillas producidas en un año determinado contiene toda o gran parte de la diversidad genética constituyente de la población original. Así, las muestras de semillas de alta calidad pueden representar la diversidad genética de una población de plantas del lugar en que fueron recolectadas, también pueden proveer material para la conservación ex situ (Di Sacco, Way, León, Suárez, y Diaz, 2020).

La cantidad de semilla viable es un indicador de la capacidad que tienen los bosques para permanecer en sus sitios de distribución original. Sin embargo, este potencial de semilla es muy variable entre años, poblaciones e individuos y puede poner en riesgo la capacidad de reproducción de una especie. La variación del número de semillas se atribuye, principalmente, a factores ambientales, biológicos (endogamia, plagas y enfermedades) y otros intrínsecos del árbol, esta se agrava más en algunas regiones, debido a los procesos selectivos del manejo forestal (Martínez, Cruz, Gurrola, y Nájera).

2.2.5 Observaciones fenológicas

Las observaciones tienen como objetivo reconocer los fenómenos periódicos de los vegetales y registrar las fechas en las que se producen a lo largo del año, de manera sistemática o global, las manifestaciones serán definidas por un conjunto de términos para determinar el cumplimiento de cada fase. El desarrollo de cada fase es un proceso a veces rápido, a veces más dilatado, las fases pueden clasificarse como: visibles (floración) u ocultas (germinación), y así mismo se las puede clasificar como: vegetativas (brotación) o reproductivas (floración y fructificación) (Hopp, 1974).

2.2.6 Aplicaciones de la fenología

La fenología puede ayudar a resolver ciertos problemas forestales porque ayuda a sentar las bases para comprender la biología de la reproducción de especies, la dinámica de la comunidad, las interacciones planta-animal y la evolución de las plantas, historia de vida de los animales que dependen de las plantas para alimentarse (Silva, 2015).

2.2.7 Calendario fenológico

Ahas, Jaagus, y Aasa, (2000) describe que el calendario es la representación estacional de la estadística de los eventos fenológicos seleccionados que se repiten anualmente, y se define como las fechas de inicios, su duración y los intervalos entre ellas. Lieth, (1973) afirma que el calendario fenológico son eventos fenológicos marcados con fecha, contruidos y superpuestos en el calendario astronómico o civil que describen y explican los aspectos estacionales de los fenómenos ecológicos. Mientras que, Hopp, (1974) señala que es la compilación de la apertura de las hojas, floración, fructificación y caída de hojas, junto a las observaciones climatológicas para mostrar como difieren las áreas.

2.2.8 Características generales del género

Ocotea

Árboles desde pequeños a grandes, a menudo con ramitas fistulosas. Hojas a menudo con la base recurvada, con nervación pinnada, nervios secundarios poco ascendentes. Flores unisexuales, plantas dioicas, 9 estambres fértiles, cada uno con cuatro tecas, dos tecas arriba y

dos abajo (Palacios, 2011). Se lo puede encontrar en bosques húmedos, Pluviestacionales, que van desde los 0—3300 msnm.

2.2.8.1 Historia

El nombre del género tiene su origen en el nombre vernáculo de *Ocotea Aubl.*, en La Guayana Francesa (Zamora, 2006).

2.2.8.2 Importancia

Las especies nativas del género *Ocotea* tienen un potencial económico y son principalmente utilizadas en la construcción y ebanistería debido a la dureza de la madera (Freire, 2004).

Su madera es de buena calidad, por lo que se la usa en la elaboración de tablas, pilares y vigas para la construcción de viviendas (Pinto, Pérez , Ulloa, y Cuesta, 2018).

2.2.8.3 Distribución

El género *Ocotea* se encuentra distribuido en los trópicos de África y en América desde México hasta Argentina, se caracteriza por ser uno de los más diversos géneros de la familia Lauraceae con 350 especies aproximadamente (Ortiz, Lorea, Pérez y Monro, 2012).

2.2.9 Características generales de la especie

2.2.9.1 Descripción de la especie

Encontrar referencias de descripción específica de la especie *Ocotea insularis* resulta complicado debido a su género extremadamente variado, que en muchas ocasiones los individuos representan cruces o híbridos. La descripción taxonómica de la especie se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1*Descripción Taxonómica*

Nominación taxonómica	Descripción
Reino:	Plantae
Filo:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lurales
Familia:	Lauraceae
Genero:	<i>Ocotea Aubl</i>
Nombre científico:	<i>Ocotea insularis</i> (Meins.) Mez
Nombre común:	Naranjuelo

Fuente (Trópicos, 2020)

2.2.9.2 Descripción Botánica

Árbol hasta 25 m de altura y 60 cm de DAP; con o sin raíces tablares, si presentes a menudo ramificadas. Ramificación seudo verticilada, muy notorio en árboles jóvenes. Corteza variable, lenticelada cuando joven, hasta ligeramente rugosa o desprendible en láminas irregulares (poblaciones de Muisne), en edad adulta. Ramitas terminales cilíndricas, ligeramente anguladas, o menos frecuente, 4-acostilladas (en la zona de Muisne), fistulosas o no. Yemas glabras o pubérulas (Palacios, 2017).

Hojas alternas, helicoidales, típicamente obovadas, lustrosas, cartáceas, glabras y a menudo con mechones de pelos en axilas de los nervios por el envés (procedencias de Muisne, parte baja del noroccidente y suroriente del país) o glabras (procedencia zonas de Maldonado en Carchi e Intag en Imbabura), (10-)15–28 cm x (6-)8–12 cm; ápice redondeado, menos frecuente agudo; base decurrente y a menudo ligeramente recurvada; nervación pinnada; nervios secundarios 8–12 pares, ascendentes; nervios terciarios perpendiculares a los secundarios, sinuosos, ramificados (Palacios, 2017).

Inflorescencia una panícula axilar, 12–22 cm de largo, ramificaciones laterales, 4–7 cm de largo. Flores bisexuales, 2–3 mm de largo, verdes o cremas. Fruto una drupa oblongo-elíptica, menos frecuente oblonga, 1.7–2.3 cm de largo.

2.2.9.3 Distribución geográfica

En Ecuador *Ocotea* tiene una distribución muy amplia, residiendo en una amplia gama de hábitats como: zonas agrícolas, bosques naturales, bosques secundarios, pastizales, áreas perturbadas.

En Ecuador, se encuentra en bosques húmedos, muy húmedos y pluviales, en rangos altitudinales que van desde 50 hasta 2800 m en el noroccidente del país, en tanto, en la provincia de Napo ha sido registrada entre 400 y 2000 m, y en la cuenca de río Pastaza y el valle del río Upano entre 900 y 1800 m (Palacios, 2017).

2.2.10 Fenología y cambio climático

En los últimos años, debido al calentamiento global, la investigación fenológica se ha vuelto cada vez más importante, según las observaciones, los procesos biológicos de supervivencia y reproducción son exitosos, van expresados en función al nivel de sensibilidad a los indicadores del clima, de tal manera que al observar las variaciones en los periodos reproductivos de las especies ya sea retrasando o adelantando, no estarán dependiendo en gran medida del nivel de precipitación (Márquez, 2010).

2.2.11 Grupos ecológicos

El comportamiento de los individuos en la naturaleza responde a la interacción de características genéticas y factores ambientales; esta combinación permite la expresión continua de diferentes comportamientos. Por eso es difícil para los expertos unificar estándares para llegar a una clasificación reconocida. Tradicionalmente, los grupos ecológicos se clasificaban según su tolerancia a la sombra, y los autores reconocidos inicialmente se dividían en dos categorías: pioneros (o nómadas) y tolerancia a la sombra (especies climáticas).

- **Bosque secundario**

El bosque secundario es vegetación leñosa que crece en el terreno, abandonado después de que se destruye la vegetación original para su posterior uso como agricultura y ganadería. (Heno, Ordóñez, De Camino, Villalobos, y Carrera, 2015).

“Los bosques secundarios son bosques que se regeneran en gran parte a través de procesos naturales después de una perturbación significativa [o incluso total] humana y / o natural de la vegetación forestal original en un solo punto en el tiempo o en período más extenso de tiempo y que muestran una diferencia importante en la estructura de los bosques y / o composición de las especies del dosel con respecto a los bosques primarios cercanos en sitios similares” (Chokkalingam y De Jong, 2001).

(Ford y Robertson, 1971, citados por Wadsworth, 2000). Indican que el crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica al bosque como lo es una tala rasa, incendios graves o ataque de insectos, es un crecimiento secundario. Por lo cual el bosque secundario aparece después de aclareos.

2.2.12 Sistemas silviculturales.

2.2.12.1 Sistemas agroforestales

Se trata de un grupo de asociaciones o arreglos agrícolas y forestales en el que existen especies compuestas por plantas leñosas y plantas no leñosas, o especies compuestas por plantas y animales leñosos y no leñosos. En términos de clasificación, los sistemas agroforestales incluyen sistemas agroforestales (leñosos y no leñosos) y apatita de sílice agrícola (leñosa, no leñosa y animales). Cada grupo agrupará tecnologías agrícolas y forestales (Ospina, 2006).

2.2.12.2 Árboles en lindero

“Son especies leñosas que demarcan límites internos o externos entre lotes y fincas. Pueden estar asociadas con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas y animales” (Ospina, 2006).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio

3.1.1 Política

El estudio se realizó en la Comunidad de Imbiola, parroquia La Carolina, Cantón Ibarra, provincia de Imbabura, como muestra la figura 1.

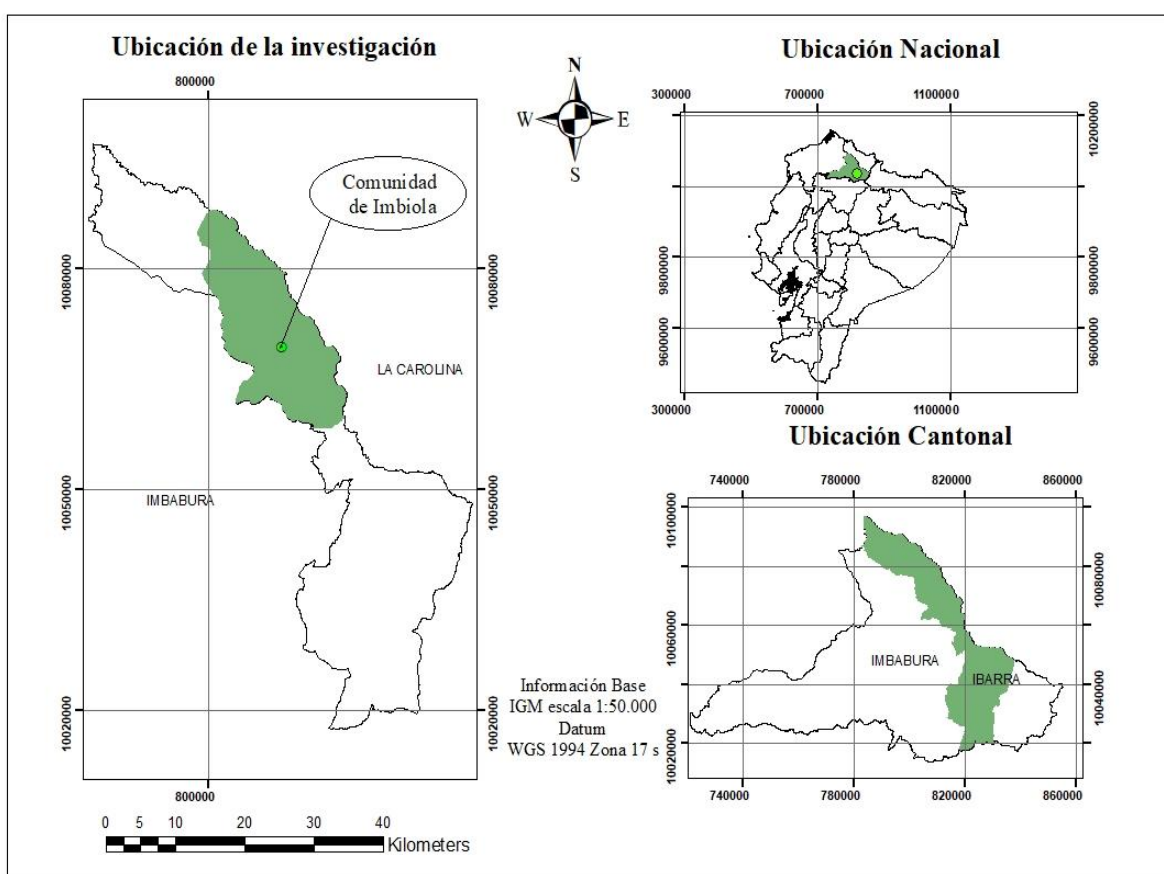


Figura 1: Mapa de ubicación del sitio de estudio

3.1.2 Geográfica

La comunidad de Imbiola se encuentra en la parroquia La Carolina, cantón Ibarra, provincia de Imbabura en la zona 17 sur del mapa terráqueo a una altitud de 1854 msnm, en un área de 4.699.61 ha. A una Latitud: 812513,939; una Longitud: 10070231,2 (Ochoa, 2010).

3.1.3 Límites

El sitio de estudio en donde se realizó la investigación limita, al norte con la carretera principal de la comunidad, al sur con la hacienda Imbiola, al este con la carretera principal y entrada a la propiedad y al oeste con el cerro negro.

3.2 Caracterización edafoclimática del lugar

3.2.1 Suelo

El tipo de suelo del lugar posee un suelo de orden mollisol, son suelos superficiales que abarcan en el horizonte A, son suelos desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios.

3.2.2 Clima

El Clima de la zona de estudio es subtropical meso térmico húmedo y se caracteriza por la estabilidad de precipitaciones durante todo el año, con bastante homogeneidad entre ellos. La temperatura media anual es de 18,5 °C a 20 °C (Ochoa, 2010).

3.2.3 Intensidad lumínica

Existen altas variaciones de intensidad lumínica tanto en bosque secundario como en sistema agroforestal, teniendo en cuenta que hay meses que presentan mayores unidades de lux, con una media de 953 unidades, en la parte del sistema agroforestal, es debido a que no hay presencia de sotobosque y el espacio es más abierto y esto contribuye a mayor separación de los árboles.

La intensidad lumínica presente en el bosque secundario siempre es menor, con una media de 698 unidades de lux, debido a la mayor cantidad de vegetación y presencia de sotobosque hay menor penetración de luminosidad.

3.2.4 Humedad relativa

La humedad relativa de los ecosistemas estudiados se encuentra en porcentajes de 60% para el sistema agroforestal y para el bosque secundario 80%.

3.2.5 Vegetación

En la zona podemos encontrar un páramo pluvial andino, bosque húmedo premontano, bosque seco tropical. El bosque secundario contiene un conjunto de especies, la misma que depende de varios factores climáticos y ambientales para desarrollarse, este tipo de ecosistema la flora es abundante, como algarrobo (*Calliandra sp*), Tachuelo (*Zanthoxylum sp*), Arrayan (*Myrcia sp*), Mata palo (*Ficus sp*), *Delostoma integrifolium*, Sangre de drago (*Croton lechleri*), Naranjuelo (*Ocotea insularis*), Pendo blanco (*Citharexylum sp*), Uña de gato, Chilacuan, Quijuar.

En el sistema agroforestal las especies que se encuentran asociadas con *Ocotea insularis* son similares a las del bosque secundario, como algarrobo (*Calliandra sp*), Tachuelo (*Zanthoxylum sp*), Arrayan (*Myrcia sp*), Mata palo (*Ficus sp*), *Delostoma integrifolium*, Sangre de drago (*Croton lechleri*), Pendo blanco (*Citharexylum sp*), Uña de gato, Chilacuan, Quijuar. Además, se pudo encontrar especies tales como: *Zanthoxylum fagara*, y *Ochroma pyramidale*.

3.3 Materiales , equipos y software.

Tabla 2

Materiales, equipos y software empleados en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Software
Cinta diamétrica	GPS	Microsoft Word
Hoja de campo	Hipsómetro de Suunto	Microsoft Excel
Machete	Computadora	ArcGIS 10.4
Fundas plásticas	Binoculares (10x25)	
Cinta métrica	Cámara fotográfica.	
Martillo y clavos	Luxómetro	
Estacas	Termómetro	
Podadora aérea		
Piola color rojo		

3.4 Metodología

3.4.1 Universo

Se estimaron poblaciones tanto en sistema agroforestal: árboles en linderos; que a partir de aquí solo se mencionará al sistema como tal, y bosque secundario. En los cuales el universo del sistema agroforestal lo conformaron los árboles existentes en el lindero de 150 m aproximadamente y para el bosque secundario el universo lo conformaron los árboles existentes en el área de cuatro has aproximadamente.

Se realizó la recolecta botánica de la especie, según los lineamientos mencionados por Palacios (2016), siendo depositados los ejemplares en el herbario de la Universidad Técnica del Norte. Para la validación taxonómica de los individuos a muestrearse.

3.4.2 Tamaño y selección de la muestra

Para la evaluación fenológica de la especie *Ocotea insularis*, se tomaron muestras de 15 individuos en sistema agroforestal (árboles en lindero) y siete individuos en Bosque secundario de acuerdo con Fournier y Champartier (1978) y Hechavarría (1998), quienes mencionan la selección mínima de cinco individuos en orden de aparición.

3.4.3 Metodología de evaluación

Para evaluar el comportamiento fenológico se destacan dos etapas, de muestreo y otra de observación de individuos. La primera etapa fue en función a la cobertura vegetal de los sitios de evaluación, y la segunda etapa se la realizó aplicando una metodología igual para ambos sitios; para ambos casos se usará una metodología de estudio fenológico ajustada que es realizada por Fournier (1974).

3.4.3.1 Bosque secundario

Método de muestro

Para esta formación vegetal, al no tener un conocimiento claro de la distribución de la especie dentro del mismo, la selección de los individuos se la realizó trazando transectos de 20 m de ancho en sentido Norte – Sur, procurando tener una separación de 20 m entre los mismos.

La longitud de los transectos dependerá de la aparición de los individuos a lo largo del mismo. Se seleccionaron siete individuos; en orden de aparición como refiere Fournier y Charpantier (1975); se procuró identificar los árboles fenotípicamente sanos y con plena capacidad reproductiva.

3.4.3.2 Practica agroforestales árboles en lindero

Método de muestro

Para esta formación vegetal, al tener un conocimiento claro de la distribución de la especie dentro del mismo se seleccionaron los 15 mejores individuos a lo largo del lindero.

3.4.4 Experimental

Prueba de hipótesis para la comparación de dos muestras independientes.

3.4.5 Factores, niveles y tratamientos

Tratamientos: Ecosistemas:

- 1 sistema agroforestal
- 2 bosque secundario

3.4.6 Variables

Las variables para evaluar se analizarán respecto a los objetivos las cuales son las siguientes:

Objetivo 1:

- Foliación
- Defoliación
- Floración
- Fructificación.

Objetivo 2:

- Índice promedio mensual

Objetivo 3:

- # de ramas con frutos.

- # de panículas promedio por rama.
- # promedio de frutos por panícula.
- # de frutos por árbol

3.4.7 *Tipo de diseño experimental*

Dado el tamaño de la muestra menor a 30 y que se desconoce la media y varianza poblacional se aplicó una prueba de t de student para realizar la evaluación del comportamiento fenológico de *Ocotea insularis* en un sistema agroforestal (Árboles en lindero) y en un bosque secundario.

3.4.8 *Prueba de t de student*

La prueba "t" de Student es un tipo de estadística deductiva. Se utiliza para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos. Con toda la estadística deductiva, asumimos que las variables dependientes tienen una distribución normal. Especificamos el nivel de la probabilidad (nivel de la alfa, nivel de la significación, p) que estamos dispuestos a aceptar antes de que cerco datos ($p < .05$ es un valor común que se utiliza). Ecuación para determinar el valor de T:

$$t = \frac{x - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

\bar{x} =Es la media muestral,

s = Es la desviación estándar muestral y

n =Es el tamaño de la muestra.

Los grados de libertad utilizados en esta prueba se corresponden al valor $n - 1$.

3.4.9 *Prueba U DE MANN-WHITNEY*

En caso de no cumplir con el supuesto paramétrico se aplicará una prueba de Prueba U DE MANN-WHITNEY.

Para calcular el estadístico U se asigna a cada uno de los valores de las dos muestras su rango para construir, como lo detalla la ecuación Ec. 2 y Ec. 3

$$U1 = n1n2 + \frac{n1(n1 + 1)}{2} - R1 \quad \text{Ec. 2}$$

$$U2 = n1n2 + \frac{n2(n2 + 1)}{2} - R2 \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

U1 y U2= Valores estadísticos de U Mann-Whitney.

n1= Tamaño de la muestra del grupo 1.

n2=Tamaño de la muestra del grupo 2.

R1= Sumatoria de los rangos del grupo 1.

R2= Sumatoria de los rangos del grupo 2

3.4.10 Desarrollo

3.4.10.1 Delimitación del área de estudio

Como primera etapa del trabajo se realizó dos exploraciones de campo y un ejercicio práctico de observación, donde la exploración determino la existencia de las formaciones vegetales (bosque secundario y un sistema agroforestal con árboles en lindero) y sus posibles áreas potenciales para la evaluación, con un destacado número de individuos-muestra.

La fase práctica se realizó con base a la utilización de GPS y la toma de puntos de georeferenciación, tanto del área total de estudio como para el área de evaluación fenológica, seguidamente son ejecutados en el software ArcMap 10.5, determinando así una proyección real de las áreas y los individuos de estudio en un mapa.

3.4.10.2 *Marcaje de individuos*

Para las dos formaciones vegetales, los individuos seleccionados se etiquetaron con placas de madera atadas con una piola plástica alrededor del árbol. La etiqueta contó con: el código de la formación vegetal, número de transecto y árbol. Además, se registró las coordenadas; con ayuda de GPS; y se determinó el punto de observación para la evaluación de las variables fenológicas.

3.4.10.3 *Técnica y seguimiento*

Las fenofases se evaluaron con el método semicuantitativo propuesto por Fournier (1974), el cual establece una escala de valores de 0 a 4 que expresa los rangos de porcentaje de cada fenofases. Las observaciones de cada uno de los ejemplares se registraron en una hoja de campo, dividiendo la copa equitativamente en cuatro cuadrantes, en donde se evaluó las diferentes fenofases. El método que consistió en la aplicación de la siguiente escala:

Tabla 3

Escala de valoración porcentual de fenofases

ESTADO	ESCALA	PORCENTAJE
Ausencia de la fenofase	0	0%
Inicio de la fenofase	1	1-25%
Manifestación baja de la fenofase	2	26-50%
Manifestación media de la fenofase	3	51-75%
Manifestación alta de la fenofase	4	76-100%

Fuente: (Fournier & Charpantier, 1975)

3.4.10.4 *Metodología de evaluación de la fenofase*

Los datos colectados se someterán a un análisis por medio de la herramienta Excel, a partir de la elaboración de gráficos de dispersión, donde se interpretan los resultados de las épocas donde hubo un máximo y mínimo cambio de cada fenofase, partir de los cuales se tomarán las distintas conclusiones y/o determinaciones de los estadios fenológicos.

3.4.10.5 *Análisis de resultados*

Con los valores que se identificaron con la escala Fournier (1974), se determina el Índice Promedios mensual, individual (IPi) y total (IP) por cada fenofase mediante las ecuaciones 4 y 5, que expresan la masividad de la fenofase en la tabla 4.

$$IP_i = \frac{\sum \text{valor de escala } x \text{ individuo}}{n \times 4} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

IPi= Índice promedio quincenal individual

Σ = Sumatoria valores Fournier de cada individuo

n= Número de cuadrantes

$$IP = \frac{(IPi1 + IPi2 + \dots n)}{n} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

IP= Índice promedio quincenal total

IPi= Índice promedio quincenal individual

n= Número total de individuos evaluados

Tabla 4

Masividad de la fenofase de acuerdo con el rango IP

Nivel IP	Significancia
<1	Masividad débil
1 y < 2	Masividad media
≥ 2	Masividad intensa

Con la asignación de aquellos valores se calculó el porcentaje de manifestación mensual correspondiente a cada muestra de la especie, empleando la siguiente ecuación:

$$P = \left(\frac{\sum a_{ij}}{n \times 16} \right) \times 100 \quad \text{Ec. 6}$$

Donde:

P= Porcentaje ponderado mensual de la fenofase (%)

$\sum a_{ij}$ = Sumatoria de todos los valores reales de la escala de cada individuo

i= Individuos

j= Fenofases

n= Número Muestral

16= Valor máximo que puede alcanzar un individuo en una fenofase

3.4.10.6 *Diseño del calendario fenológico*

El calendario fenológico se realizó con la información resultante del comportamiento fenológico vegetativo y reproductivo de los doce meses de investigación, la información se ordenó y sistematizó en matrices individuales para la especie. La representación de cada evento se realizó con escala Fournier (1974) con base en el porcentaje de manifestación.

3.4.10.7 *Cuantificación del potencial productivo de *Ocotea insularis**

En el potencial productivo de los frutos se consideró la madurez fisiológica del fruto. Se tomó cuatro individuos por sitio de estudio tanto para el sistema agroforestal: árboles en lindero como en bosque secundario. Se muestreó de cada individuo un total de 6 ramas, dos en la base del árbol, dos en el centro y dos en la copa, y se determinó el grado de ramificación (secundaria, terciaria, cuaternaria, quinquenaria).

Posteriormente se procedió a contabilizar el número de panículas contenidas en cada rama, el total de panículas se promediará para las seis ramas evaluadas, obteniendo el número de panículas promedio por rama por árbol (Aponte y San Martín, 2009). Para obtener estos datos se utilizó la siguiente ecuación:

$$Pfp = \frac{(p1 + p2 + \dots + pn)}{n} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

Pfp= Promedio de panículas por rama

pn= Numero de panículas por rama

n= Numero de ramas

Una vez determinado el número de panículas se evaluó los siguientes aspectos:

- **Número de ramas con fruto (Nrf)**

Para obtener el número de ramas con fruto (Nrf) se utilizó binoculares y desde el punto más visible se contabilizará las ramas que contendrán frutos.

- **Número de frutos promedio por rama (Nfp)**

De cada árbol se muestreó seis ramas, dos por cada parte de la copa de cada copa luego se procedió a contabilizar las panículas contenidas en cada rama, el total de panículas se promedió para el número de ramas evaluadas y se multiplicó para el Pfp, obteniendo así el número de frutos por rama. Siendo la Ec. 8 la más utilizada:

$$Nfp = \frac{(p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6)}{6} * Pfp \quad \text{Ec. 8}$$

Donde:

Nfp = Numero de frutos promedio por rama

r = Sumatoria de panículas de cada rama

6= Ramas muestreadas

Pfp = Promedio de frutos por panícula

- **Número de frutos totales por árbol (Nfa)**

El número de frutos totales por árbol se obtendrá mediante el software Excel 2013, y se determinará mediante la ecuación:

$$Nfa = Nfp * Npr$$

Ec. 8

Donde:

Nfa= Número de frutos totales de cada árbol

Nfp= Número de frutos promedio por rama

Nrf= Número de ramas con fruto

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación fenológica de la especie *Ocotea insularis* de la Comunidad de Imbiola, por un año, mostró los siguientes resultados:

4.1 Evaluación fenológica

4.1.1 Sistema agroforestal – árboles en lindero

4.1.1.1 Floración

La especie refleja este comportamiento con la aparición de flores en botón, en los meses de enero y abril, con una masividad baja de siete a 10%, después de haber iniciado los botones florales su manifestación; se pudo evidenciar los primeros indicios de flor adulta para los meses de febrero y mayo, la masividad de este fenómeno fue media respectivamente. El pico máximo registrado corresponde al 32% en el mes de mayo, en adelante se observó el declive del fenómeno hasta perderse por completo para finales de mayo como se indica en la figura 1.

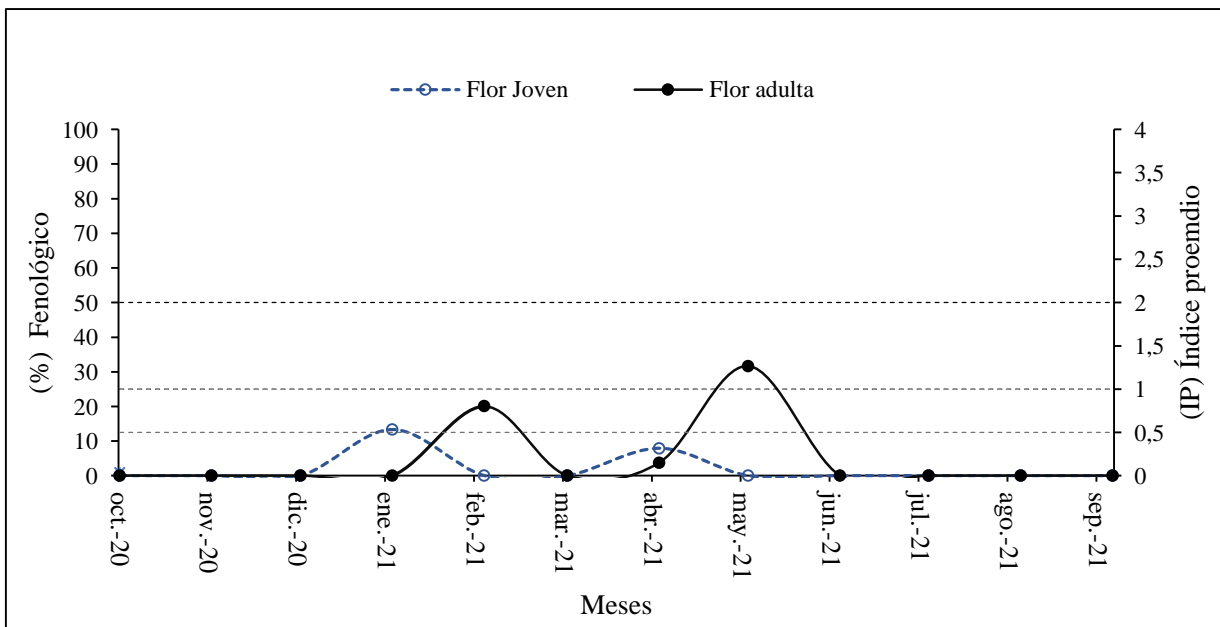


Figura 2: Comportamiento del evento fenológico floración de *O.insularis* en sistema agroforestal

Los porcentajes obtenidos son bajos por el motivo de que la floración ocurrió en cinco de los 15 árboles en estudio. Además, se pudo evidenciar la caída de flores tanto jóvenes como adultas, por tal motivo se procedió a analizar la causa de esta pérdida, notándose así la presencia de un hongo *Colletotrichum gloesporoides*, el cual causa la enfermedad llamada antracnosis, y ataca a los brotes jóvenes, ramas, flores y frutos, causando principalmente pudrición. Siendo así la principal causa de la caída de las flores en la especie.

En la investigación realizada por Palacios (2017) menciona que la floración de *Ocotea insularis* ocurre todo el año, aunque con más predominancia entre febrero y mayo en el noroccidente, analizando así que la especie en estudio presenta la floración en los meses de febrero y mayo de igual manera, siendo este último mes el que registra mayor masividad.

Suatunce, Díaz, y García (2009) indican que en la fenología de las especies arbóreas tropicales de la colección de la UTEQ la periodicidad de floración y fructificación de los árboles varió entre las especies observadas. Como es el caso de *Ocotea floribunda* la cual manifiesta el evento en los meses de septiembre a noviembre, no así en la especie estudiada la cual presenta una manifestación del evento en los meses de febrero y mayo.

En un relicto de bosque ribereño situado en la región central de Argentina se estudió la fenología reproductiva, la producción y dispersión de diásporas de cinco especies arbóreas nativas y de dos malezas exóticas, dentro de estas especies se encuentra *Ocotea acutifolia* la cual, según la investigación realizada la floración ocurre los meses de noviembre y diciembre (Montaldo, 2000). Evidenciando que no tienen similitud con la especie estudiada.

4.1.1.2 Fructificación

El proceso de desarrollo de frutos jóvenes en la especie se hizo visible con manifestación media en los meses de mayo y junio alcanzando valores entre el 20 y 39 %. El periodo que manifiesta mayor presencia de frutos maduros se concentra en agosto y septiembre con una masividad baja del 19.16 %. La fructificación se pudo observar en cinco de los 15 árboles seleccionados.

Los individuos son atacados por una enfermedad fúngica llamada *botrytis cinerea*, la cual el hongo provoca una coloración café en el pedúnculo del fruto y posteriormente la muerte de este, por tal razón cada mes existen menor cantidad de frutos en los árboles y al mismo tiempo evidenciando una disminución del evento fenológico en los meses de julio, agosto y septiembre.

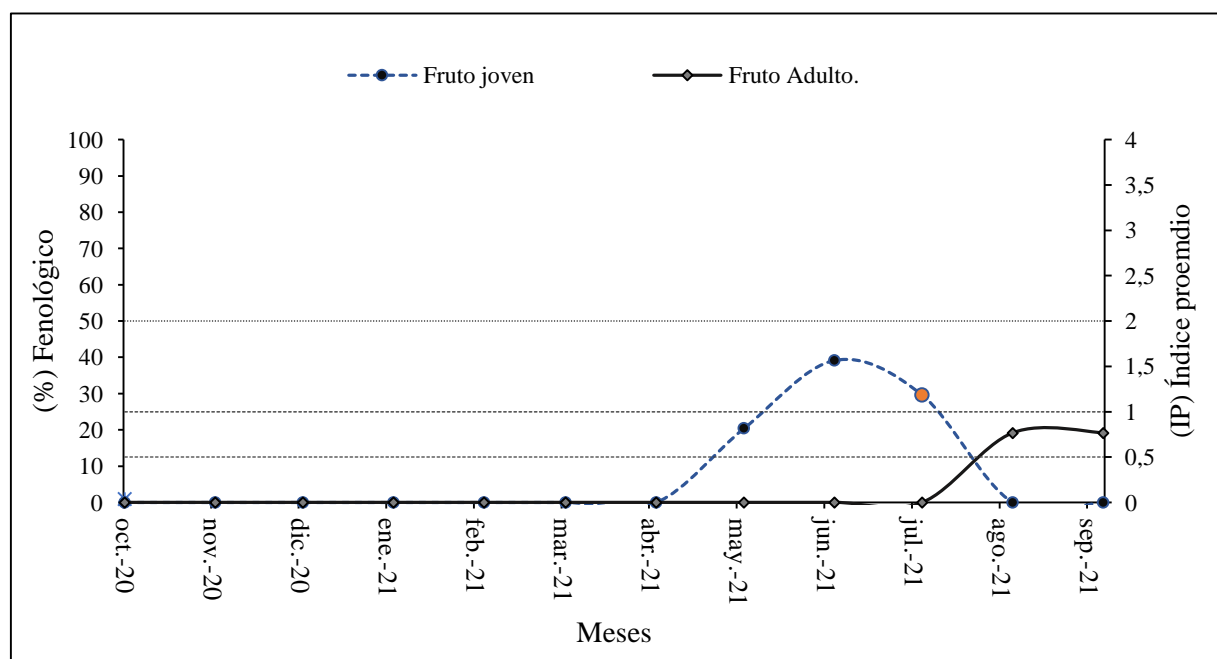


Figura 3: Comportamiento del evento fenológico fructificación de *O.insularis* en sistema agroforestal

Los frutos al momento de alcanzar su madures fisiológica permanecen por un corto periodo de tiempo, antes de iniciar su dehiscencia, caída natural de los mismos y también son consumidos por aves de la localidad como chiguacos (*Turdus chiguanco*) y torcazas (*Zenaida auriculata*). Por lo cual este es el periodo de tiempo más idóneo para la recolección de frutos maduros.

En la investigación realizada por Palacios (2017) menciona que los frutos de *Ocotea insularis* maduran cuatro a cinco meses después de floración, de igual manera que se observa en el sistema agroforestal, la maduración de los frutos en los individuos se presenta en los meses de agosto y septiembre.

Los datos obtenidos en la investigación realizada por (Lozada, 2007, citado por Suatunce, Díaz, y García, 2009) que indican que la periodicidad de fructificación de los árboles de *Ocotea floribunda* una especie arbórea tropical tiene su periodo de fructificación en los meses de enero - abril y noviembre - diciembre. Estos datos son muy distintos a los analizados en *Ocotea insularis*, al ser pertenecientes del mismo género presentan gran variabilidad en el evento fenológico.

4.1.1.3 Foliación

La fenofase brotadura como indica la figura 4, la masividad se mantuvo intensa en los meses de enero a marzo, se observó la presencia de yemas foliares durante este periodo de tiempo con un rango entre 70 – 100%, en los meses de abril a diciembre la manifestación de la brotadura muestra una masividad baja con un rango de 10 al 20%. Este descenso se relaciona a la producción de botones, flores adultas y posteriormente la presencia de frutos.

Los árboles al momento de emitir sus hojas nuevas muestran un color amarillento en los primeros brotes y posteriormente presentan un color rojo intenso. La brotación aparece después de la pérdida de las anteriores hojas, se pueden identificar por la diferencia de color.

Esta acción de emitir hojas, normalmente se da en las épocas lluviosas y con mayor luminosidad; se inicia con un hinchado de las yemas a lo que sigue la separación de las escamas que antes las protegían y aparecen unas pequeñas hojas iniciales (Martínez y Torres, 2014).

La relación entre el descenso en la producción de hojas nuevas y la producción de flores ha sido evidenciada y registrada en varios estudios realizados en el trópico. Fournier (1969), estudió fenología en las diferentes localidades de Costa Rica donde encontró una correlación

negativa entre la presencia de follaje y la floración. Esto debido a la propia fisiología del individuo, de forma que al entrar en periodo de floración los objetivos de los tejidos y funciones de la planta se alteran, en respuesta una menor producción de hojas para poder desarrollar, proteger y reservar energía para la futura producción de flores y frutos, conocida como fenología reproductiva.

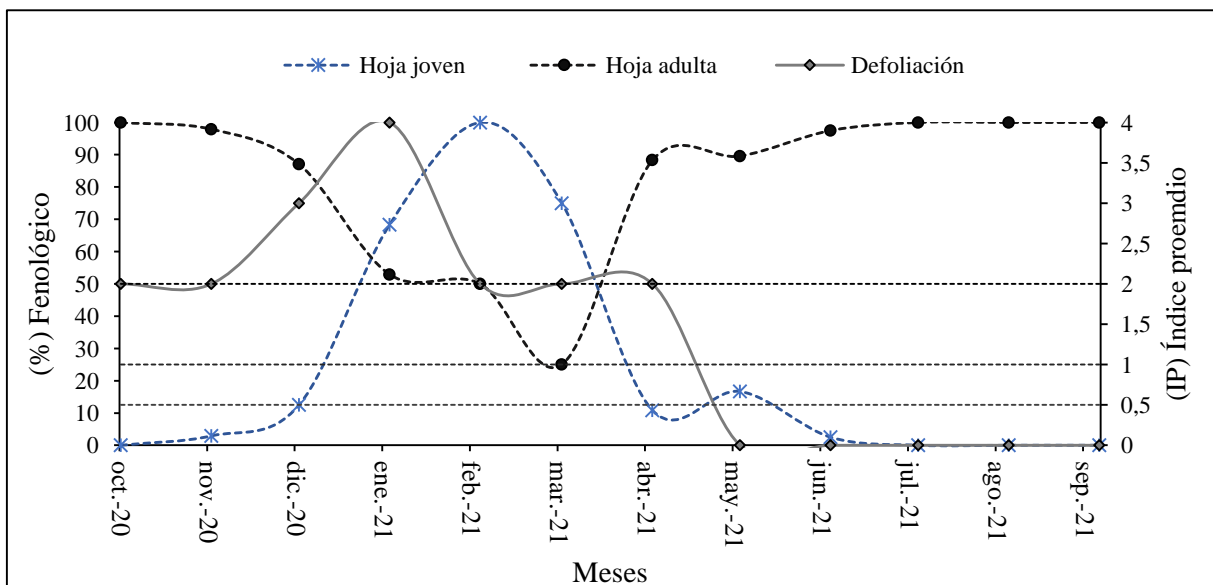


Figura 4: Comportamiento del evento fenológico foliación de *O.insularis* en sistema agroforestal

La actividad de hoja madura se mantuvo intensa en un promedio de 90 a 100 %, con un pico alto en los meses de marzo a junio y de octubre a diciembre, el pico más bajo registrado en el mes de marzo fue de 25 %, por lo cual esta actividad se registró en la mayoría del año de manera abundante.

Meave del Castillo (1987) menciona que principalmente el crecimiento de los árboles se ve afectado por múltiples factores entre los que se encuentran características de sus hojas como la longevidad, tasa de fotosíntesis, masa foliar por unidad de área y concentración de nitrógeno. Reemplazar una hoja o producir hojas nuevas es costoso, por lo que la retención de hojas es adaptativa.

En la fenofase de defoliación, la pérdida de follaje se desarrolló de manera decreciente la cual de una masividad alta alcanzó una masividad baja, la intensidad alta se dio en los meses de octubre a mayo donde la caída de hojas fue del 50 al 100 %, pero a partir de mayo no se observó defoliación.

Troiani (2017) afirma según estudios que la competencia por los nutrientes por parte de varias partes de la planta controla el curso de senescencia de hojas individuales además la duración de las hojas es muy variable y depende de numerosos factores, entre ellos, la regulación hormonal es la más importante; también influye la posición de las hojas y sus posibilidades de recibir luz.

4.1.2 Bosque secundario

4.1.2.1 Floración

Se puede evidenciar en la figura 5, la fenofase de floración una masividad baja en el mes de mayo, las inflorescencias se produjeron en dos individuos con una expresión del 5.36%. Sin embargo, en los meses posteriores no se pudo evidenciar la presencia del evento en ninguno de los árboles.

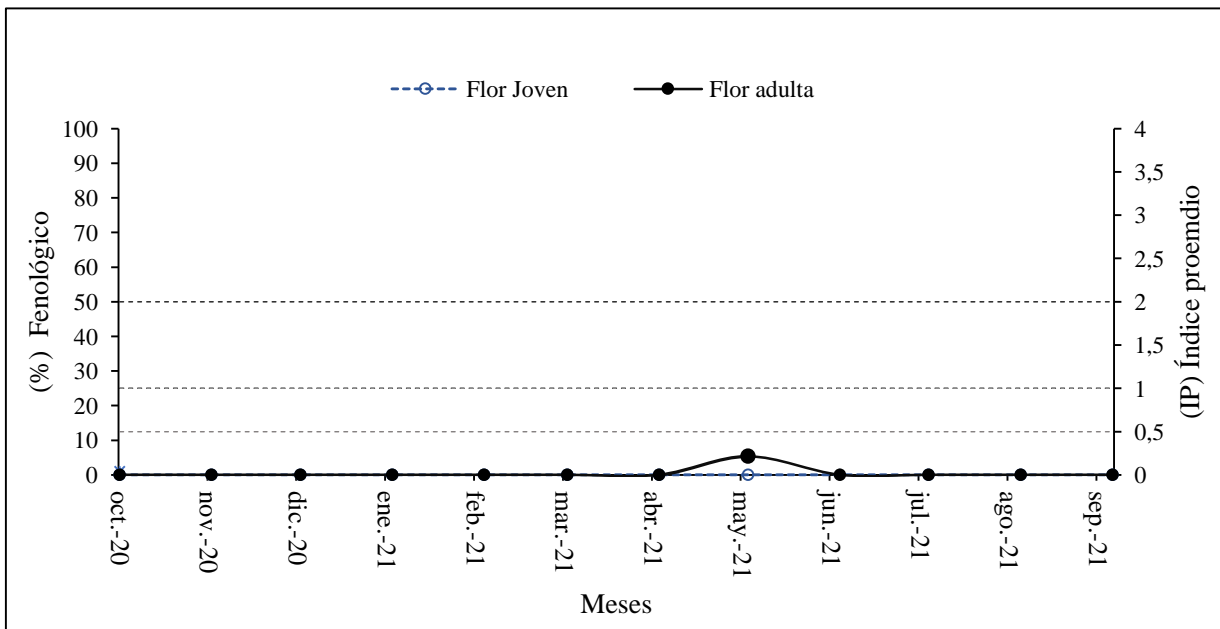


Figura 5: Comportamiento del evento fenológico floración de *O.insularis* en bosque secundario

En los individuos se pudo notar la presencia de trips (*frankliniella occidentalis*). El principal daño lo causan en brotes vegetativos tiernos e inflorescencias además inhiben la fecundación, lo cual se considera que es la causa para que los individuos no florezcan.

Según (Díaz y Loján 2004 citado por Condo y Herrera 2011) la floración puede variar sustancialmente de un lugar a otro a veces no todos los árboles de un rodal se encuentran en el mismo momento del ciclo por lo que unos pueden florecer con abundancia en un año y otros hacerlo el siguiente. Además, es posible que estos árboles no alcanzan el crecimiento reproductivo o que necesitan algún cambio fisiológico antes de alcanzar el potencial productivo.

4.1.2.2 Fructificación

Los resultados de fructificación de *Ocotea insularis*, durante el tiempo de observación muestran que todos los árboles presentaron ausencia del evento.

(Aguirre y otros, 2013, citado por Changoluisa, 2020) indica que los porcentajes pueden verse disminuidos por factores como: disponibilidad de luz, posición del individuo en el dosel, competencia, humedad relativa.

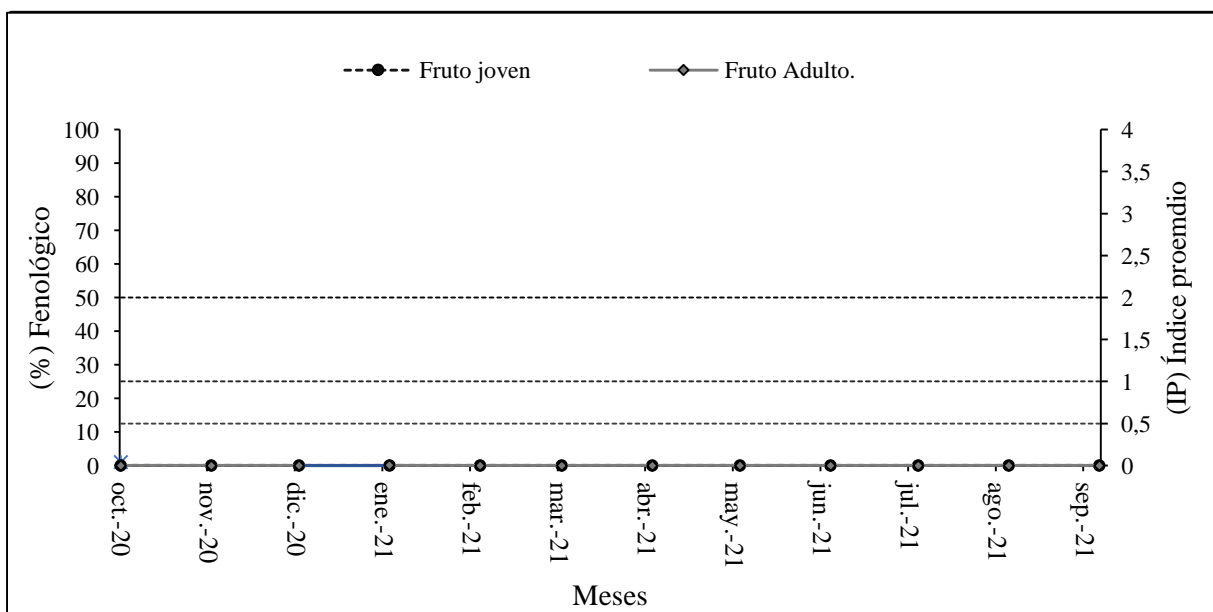


Figura 6: Comportamiento del evento fenológico fructificación de *O.insularis* en bosque secundario

Dentro del sitio de estudio tres de los siete individuos de *Ocotea insularis* se encuentran bajo el dosel del bosque, lo cual la cantidad de luz necesaria para florecer y fructificar que llega a los árboles es baja, por lo que se considera una de las razones para la falta de productividad.

La posición de los árboles de cada especie dentro del bosque siendo estos dominantes, co-dominantes y suprimidos; podrían afectar en la productividad de las especies e individuos dentro de la formación vegetal, (Ortega y Guanuche, 2016). En este sentido (Binkley et al., 2013, Coonen y Sillett, 2015 citados por Ortega y Guanuche, 2016) 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.

(Morandini, 1962 citado por Willan, 2020) menciona que en muchos árboles forestales la fructificación es bastante irregular de un año a otro. Es posible que un año de producción abundante (“año de semilla”) le sigan uno o varios años en los que la cantidad de semilla es escasa o incluso nula.

4.1.2.3 Foliación

En la figura 7 se observa que la fenofase brotación la masividad se mantuvo intensa en los meses de enero a marzo, se observó la presencia de yemas foliares durante este periodo de tiempo con un rango entre 80 – 100%, en los meses de abril y diciembre la manifestación de la brotación muestra una masividad media con porcentajes de 30 y 48 % respectivamente, en los meses junio a noviembre no se evidencia el evento en ninguno de los árboles.

La emisión de hojas nuevas o follaje en *Ocotea porosa* mostró picos en enero y febrero, en época de lluvias, simultáneamente con el comienzo de la fructificación, La emisión de hojas nuevas ocurrió en un período regular de observación. Alencar y col. (1979) observaron que en los bosques siempre verdes la emisión de hojas nuevas se produce con frecuencia en la estación seca y la brotación ocurre antes del período de lluvias.

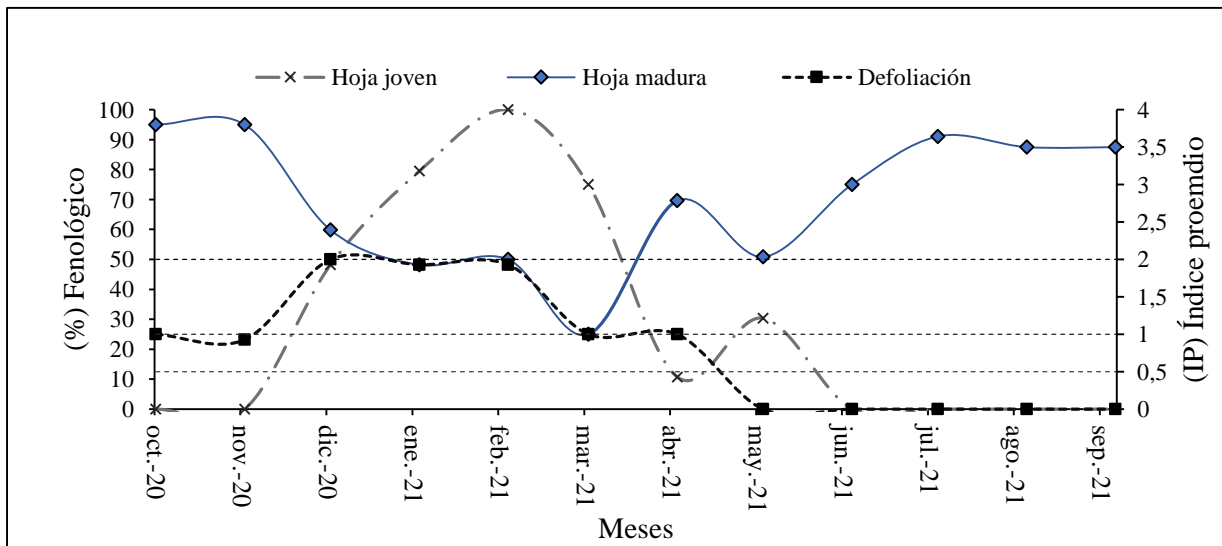


Figura 7: Comportamiento del evento fenológico foliación de *O. insularis* en bosque secundario

La manifestación de las hojas maduras fue observada durante todo el periodo, se evidenció una masividad alta del evento en los meses de octubre-noviembre y abril-septiembre con un rango que oscila entre 50 y 100 %, en los meses de marzo se evidenció una intensidad media con un 25 %.

Rego y Lavaronti (2006) mencionan que el mayor porcentaje de hojas maduras en *Ocotea porosa* se observaron de marzo a junio, decayendo considerablemente en los meses de julio y agosto, volviendo a presentar valores elevados entre los meses de septiembre a diciembre, en el período de floración y comienzo de fructificación. *Ocotea insularis* presenta porcentajes similares en los meses de marzo a junio y de igual manera en los meses de septiembre a diciembre, difiriendo en la caída de la masividad la cual se evidenció en el mes de marzo.

4.2 Calendario fenológico

Con la información obtenida, se elaboró el calendario fenológico de la especie en dos formaciones vegetales de la comunidad de Imbiola. Pudiendo servir como herramienta guía en la planificación de actividades de colecta o propagación vegetativa para el correcto manejo silvicultural de la especie.

4.2.1 Calendario fenológico en Sistema Agroforestal

En la figura 8 se muestra la ocurrencia de las fenofases estudiadas de *Ocotea insularis* en los meses comprendidos entre octubre 2020 y septiembre 2021, de la práctica agroforestal denominada árboles en linderos. Se aprecia la presencia de foliación continua y permanente en sus fenofases analizadas, sin embargo, se observa una defoliación que ocurre entre octubre 2020 -mayo 2021, la floración ocurrió con una intensidad media en el mes de mayo. El periodo de fructificación comienza desde junio con la fenofase fruto joven, en medida de su desarrollo se determinó el periodo de recolección de semilla en septiembre del 2021.

FENOFASES	2020			2021								
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sept
Brotadura												
Hoja adulta												
Defoliación												
Flor botón												
Flor adulta												
Fruto joven												
Fruto adulto												
Recolección de semilla												
Leyenda												
Brotadura	Hoja adulta		Defoliación		Flor botón		Flor adulta		Fruto joven		Fruto adulto	
1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %
26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %
51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %
76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %

Figura 8. Calendario fenológico de *O.insularis* en sistema agroforestal de la comunidad de Imbiola.

4.2.2 *Calendario fenológico en Bosque Secundario*

En esta formación vegetal las fenofases se registraron en el periodo entre octubre 2020 y septiembre 2021. En la figura 9 se observa, la presencia continua de las fenofases relacionadas con la foliación con una mayor intensidad en los meses de octubre y noviembre del 2020 y desde el mes de junio a septiembre de 2021, la defoliación que ocurre en los meses de diciembre a febrero con una intensidad media; se pudo evidenciar que los árboles no florecieron en los meses de recolección de datos. Al no presentarse el evento de floración, el periodo de recolección de semillas no se pudo determinar.

FENOFASES	2020			2021								
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sept
Brotadura												
Hoja adulta												
Defoliacion												
Flor botón												
Flor adulta												
Fruto joven												
Fruto adulto												
Recolección de semilla												
Leyenda												
Brotadura	Hoja adulta		Defoliacion		Flor botón		Flor adulta		Fruto joven		Fruto adulto	
1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %		1-25 %
26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %		26-50 %
51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %		51-75 %
76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %		76-100 %

Figura 9. Calendario fenológico de *O.insularis* en bosque secundario de la comunidad de Imbiola.

4.3 Potencial productivo

4.3.1 Potencial productivo árboles en lindero

El potencial productivo de *O. insularis* se realizó en mes de agosto periodo donde los frutos alcanzaron su madurez fisiológica, obteniendo un promedio de 21419.65 frutos por árbol, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5

Potencial productivo de Ocotea insularis

Formación vegetal	Promedio de frutos por rama	Número de frutos por árbol
Árboles en lindero	1686.49 ± 1461.98	21419.65 ± 17637.18

(Garcia, 2017) menciona que en el estudio realizado de diferentes especies arbóreas encontró a *Ocotea sp* con una producción de 32260 unidades frutales, esta cantidad de unidades frutales es superior a los encontrados en *Ocotea insularis*, esto se debe a las diferentes plagas y enfermedades que atacaron los árboles y así no pudieron llegar a su madurez fisiológica los frutos.

Una vez determinado el potencial productivo, se realizó la determinación de las características de los frutos como: color, diámetro, peso, tipo de pulpa, como indica la tabla 6.

Tabla 6

Características de los frutos

Forma de fruto	Color del fruto	Diámetro del fruto (cm)	Largo del fruto (cm)	Peso (gr)	Tipo de pulpa
Drupa	Verde	1	2.15	1.81	Firme

(Montaldo, 2000) menciona que el tamaño de los frutos de *Ocotea acutifolia* fue de 1.36 cm de largo, 0.7 cm de diámetro, color verde y con un tipo de pulpa firme, obteniendo resultados diferentes a los encontrados en la investigación en cuanto al tamaño de los frutos, no así en cuanto a la forma y color, debido a que son del mismo género no se observa diferencias.

4.3.2 Potencial productivo Bosque secundario

El diagnóstico del potencial productivo de *Ocotea insularis* en bosque secundario, los resultados esperados no fueron muy satisfactorios dado el hecho que no se presentó el evento en ninguno de los individuos, impidiendo así la cuantificación de frutos.

Las diferentes plagas, enfermedades, fenómenos atmosféricos desfavorables son las principales causas para que los individuos no florezcan y fructifiquen dentro del bosque secundario, evidenciando el potencial productivo de los individuos nulo.

Generalmente, la mayoría de las comunidades de plantas encontradas en bosques, sincronizan la floración antes de que inicie el periodo de lluvias y cuando entra en marcha el periodo de lluvias, estas alcanzan los picos de producción frutal más elevados (Frankie et al., 1974; van Schaik et al., 1993; Morelato y Leitao, 1996; Stevenson et al., 1998; Haugaasen y Pérez, 2005; Wright y Calderón, 2006; Stevenson et al., 2008, citado por García, 2017).

(Sun et al., 1996; Morelato et al., 2000 citado por Garcia, 2017) menciona que dentro de los bosques se encuentra un amplio espectro con respecto a los patrones de floración y fructificación. Dicha gama de patrones sugiere el gran potencial que los estudios fenológicos tiene para explorar las presiones selectivas sobre la fenología de las plantas.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La fenología de *Ocotea insularis* en los sistemas estudiados mostró similitud en cuanto a la fase vegetativa foliación y defoliación, en la etapa reproductiva el comportamiento se pudo diferenciar en los meses tanto en intensidad y duración, julio y agosto fueron los más intensos, incrementado el interés de la comunidad para la conservación y protección de la especie.

Los calendarios fenológicos para cada ecosistema se presenta una gran diferenciación para las fenofases reproductivas, analizando que el sistema agroforestal si manifiestan las fases reproductivas, por el contrario del bosque secundario las cuales no se las pudo observar, permitiendo así a los pobladores planificar las épocas de recolección de semillas.

El potencial productivo de *Ocotea insularis* en sistema agroforestal muestra un porcentaje bajo, el bosque secundario no presenta fenofases reproductivas, por tal motivo el potencial productivo no se lo pudo determinar.

5.2 Recomendaciones

Continuar con el estudio de la fenología de *Ocotea insularis* en el sitio investigado para conocer de esta manera si existe cambios en cuanto a producción de frutos, semilla o temas de interés.

Tomar en cuenta factores como el fotoperiodo, características estructurales del ecosistema, y sus inmediatas asociaciones; ya que podrían influenciar la iniciación, mantenimiento y declinación de los eventos fenológicos de la especie.

Realizar estudios de ecología de la especie, para conocer las diferentes plagas y enfermedades, tipos de dispersión de semillas, importantes para la supervivencia de los individuos.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahas, R., Jaagus, J., y Aasa, A. (2000). The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. *Int J Biometeorol* 44, 159–166. <https://doi.org/10.1007/s004840000069>.
- Aponte, R., y SanMartin. (2009). “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 Vilcambamba, Loja.” *Area de Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables Carrera de Ingeniería Forestal*, 62. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/arellanowashington-jimenezgalo.pdf?sequence=1>
- Bendezu, F. (1997). Comportamiento Fenológico de 88 Especies Forestales de la Amazonia Peruana. *Researchgate*, 93, (1), 120. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/276951352_Comportamiento_fenologico_de_88_especies_forestal.
- Changoluisa, C. (2020). Estudio fenológico de *Cinchona pubescens* Vahl, (cascarilla), en dos ecosistemas ubicados en la comunidad Pucara alto (zona de Intag), parroquia Apuela, canton Cotacachi-Imbabura. *Tesis de grado*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Código Orgánico del Ambiente [CODA]. (2018). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito
- Condoy, C., y Herrera, M. (2009). *Fenología Y Germinación De Especies Nativas Del Bosque Andino En La Comuna Collana-Catacocha, Provincia De Loja*. 62. Retrieved from <http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/arellanowashington-jimenezgalo.pdf?sequence=1>
- Chokkalingam, U., y De Jong, W. (2001). Secondary forest: a working definition and typology. *International Forestry*. From. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/secondaryforests.pdf.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Montecristi.

- Del Amo, S., Vergara, M., Ramos, J., & Sainz, C. (2002). *Germínacion y manejo de especies forestales tropicales*. Veracruz.
- Di Sacco, A., Way, M., León, P., Suárez, C., y Díaz, J. (2020). *Conservación de semillas de plantas silvestres*. Puntoaparte.
- Fournier, L., y Charpantier, C. (1975). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales*. Turrialba .
- Freire, A. (2004). Botánica Sistemática Ecuatoriana. *Researchgate*.https://www.researchgate.net/publication/290435567_Botanica_Sistematica_Ecuatoriana.
- GAD La Carolina. (2015). *Plan de desarrollo territorial* .
- Garcia, A. (1991). La dispersion de las semillas. *Ciencias*, 24, 3-6. from [https:// www . revistacienciasunam.com/es/172-revistas/revista-ciencias-24/1569-la-dispersi% C3%B3n-de-las-semillas.html](https://www.revistacienciasunam.com/es/172-revistas/revista-ciencias-24/1569-la-dispersi%C3%B3n-de-las-semillas.html).
- Garcia, J. (1892). *Libro primero de botánica (Reino Vegetal)*. New York:copyright.
- Garcia, H. (2017). Estudio preliminar de la fenologia de fructificacion en la vegetacion con frutos carnosos en un relicto de bosque subtropical premontano en la vereda Marroquín, corregimiento el Morro, Casanare. *Licenciatura en Biología*. Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Bogota.
- Garwood, N. (1983). Seed Germination in a Seasonal Tropical Forest in Panama: A Community Study. *Ecological Monographs*, 53, 159-181. doi:doi.org/10.2307/1942493
- Guevara, M. (1997). Boletín mejoramiento genético y semillas forestales. CATIE
- Henaó, E., Ordóñez, y., De Camino, R., Villalobos, R., y Carrera, F. (2015). El bosque secundario en Centroamérica. Un recurso potencial de uso limitado por procedimientos y normativas inadecuadas. *Researchgate*. https://www.researchgate.net/publication/282253327_El_Bosque_secundario_en_Centroamerica_Un_recurso_potencial_de_uso_limitado_por_procedimientos_y_normativas_inadecuadas.
- Hopp, J. (1974). Plant Phenology Observation Networks. *Phenology and Seasonality Modeling*, 1.
- Huarcusi, A. (2016). Fenologia Del Olivo (*Olea europea* L.) VAR. Sevillana en una campaña productiva en la Yarada-Tacna. *Tesis de Ingenieria*. Universidad Agraria la Molina, Lima.

- Jijon, W., y Torres, K. (2008). Fenología de cinco especies forestales en el bosque natural del cantón Mocache y parcelas establecidas en la rerepresa Daule-Peripa. *Biomédica*, 31(sup3.2), 425. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.529>
- Lieth, H. (1973). Phenology in Productivity Studies . *Analysis of Temperate Forest Ecosystems*, 4-5.
- MAE. (2018). *Ecosistemas del Ecuador continental*. 2.
- MAE. (2012). *Línea base de desforestacion del Ecuador continental*. Quito-Ecuador.
- Márquez, J. (2010). La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. *Foresta Veracruzana*, 12(2), 35–38. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49719770006.pdf>
- Martínez, D., y Torres, J. (2014). *Manual Teórico: Fisiología Vegetal*. Puebla, México.
- Martínez, J., Cruz, F., Gurrola, J., & Nájera, J. (s.f.). Potencial productivo de conos y semillas de dos especies del género Pinus. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. doi:<https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.592>
- Meave del Castillo, J. (1987). Longevidad de las hojas de tres especies de árboles perennifolios de la selva tropical húmeda. *Tesis de Maestría*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Meza, M. (2013). Protocolo para el establecimiento de un monitoreo fenológico para especies forestales nativas del Bosque Seco Tropical. *Monitoreo Fenológico de Árboles Semilleros de Diez Especies Forestales Nativas Del Bosque Seco Tropical, Estación Experimental Forestal Horizontes, Área de Conservación Guancaste, Costa Rica*, 61. From <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3111>.
- Montaldo, N. (2000). Éxito reproductivo de plantas ornitorcoras en un relicto de selva subtropical de Argentina . *Revista Chilena de Historia Natural*.
- Montserrat, G., Palacio, S., y Milla, R. (2004). Fenología y características funcionales de las plantas leñosas mediterráneas. researchgate. https://www.researchgate.net/publication/294689285_Fenologia_y_caracteristicas_funcionales_de_las_plantas_lenosas_mediterraneas
- Ochoa, C. (2010). *Universidad técnica del norte*.
- Ochoa, S., Pérez, I., y de Jong, B. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbúreas del bosque tropical de Tenosique, Tabasco, México. *Biología Tropical* vol. 56, 657-673.
- Olfor, Mostacedo, y Fredericks. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en*

Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia

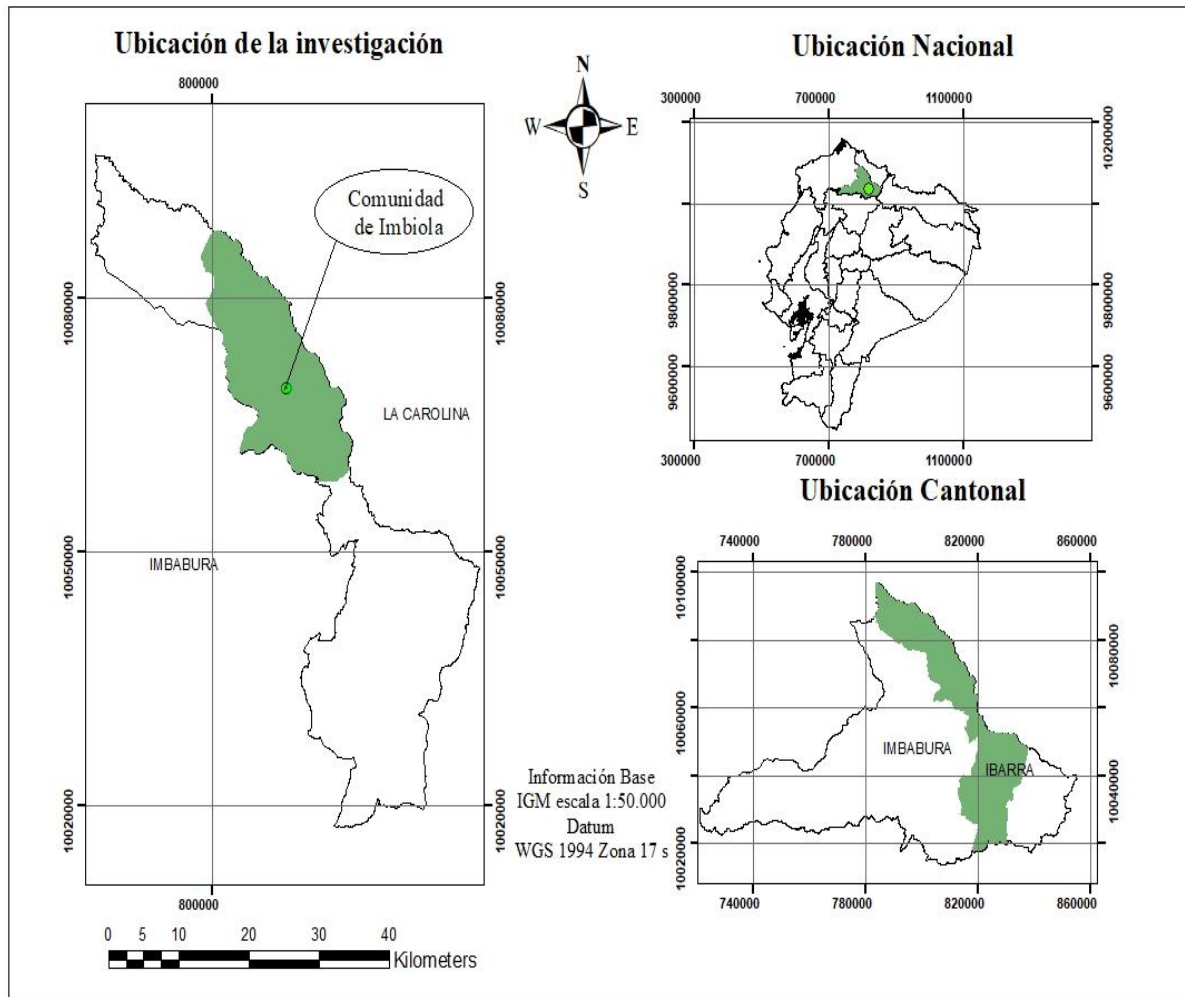
- Ortega, C., y Guanuche, S. (2016). Fenología de seis especies forestales y calidad de semillas en dos bosques alto andinos de Macizo del Cajas, provincia del Azuay. *Tesis de grado*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Ortiz, E., Lorea, F., Pérez, A., y Monro, A. (2012). “Primer registro de *Pilea pteridophylla* A.K.Monro (Urticaceae) y *Ocotea heribertoii* T.Wendt (Lauraceae) para la flora de Chiapas.” *Botanical Sciences*, 90(2), 203. <https://doi.org/10.17129/botsci.485>.
- Ospina, A. (2006). *Agroforesteria. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*. Santiago de Cali: ACASOC.
- Padilla, R. (2002). *Fenología de *Cedrelinga Cateniformis* (Duke) en el parque nacional Yasuní y su difusión mediante un folleto informativo*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Palacios, W. (2017). *Ocotea insularis* (Meisn.) Mez, especie forestal con gran potencial. 158–163.
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador. Especies representativas del Ecuador*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra Ecuador .
- Palacios, W. (2011). *Árboles Del Ecuador*. 924.
- Pinto, E., Pérez, J., Ulloa, C., y Cuesta, F. (2018). *Árboles representativos de los bosques montanos del noroccidente de Pichincha, Ecuador*.
- Ramirez, J., y Alvarez, R. (2000). Estudio fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical de Honduras. 8/92 Rev. 2 (F) *Estudio de Especies ...*, 40. Retrieved from <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BFHIA.Xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=009444>
- Rodríguez, D. (2021). *Semillas de especies forestales*. Chapingo: Edo de Mex.
- Rueda, D. (n.d.). *Botánica sistémica.pdf*.
- Sandoval, A., Bolados, G., Rosas, M., y Gold, K. (2014). *Manual de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales*. La Serena.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito: Senplades.
- Silva, D. (2015). Identificación de los estadios fenológicos de las especies forestales aprovechables del área de manejo de las comunidades nativas esperanza y la florida, río putumayo Peru. (*Tesis de Ingeniería*). Escuela De Formacion Profesional de Ingeniería en Ecología, Iquitos.

- Suatunce, P., Díaz, G., y García, L. (2009). Crecimiento de especies arbóreas tropicales en la colección de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. *Ciencia y Tecnología*, 21-27.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 22 Aug 2020
- Utreras, R., Fierro, G, y Mejía, C. (2017). Sostenibilidad Fiscal y Biodiversidad del Ecuador. *Polémika*, 5(12), 93–115. Retrieved from <http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/polemika/article/view/957/1137>
- Vílches, B., Chazdon, R., y Redondo, A. (2004). Fenología reproductiva de cinco especies forestales del Bosque Secundario Tropical. *Kurú*, 1-9.
- Wadsworth, F. (2000). *Producción forestal para America Tropical*. Washinton D.C: USDA.
- Willan, R. (2020). *Guía para la manipulación de semillas forestales*. Roma.
- Wong, E. (2016). *Estudio fenológico de Tabebuia chrysanta (Jacq.) G. Nicholson y Tabebuia billbergii (Bureau & K. Schum.) Standl. En la Reserva Ecológica Arenillas*. Loja: Centro Universitario Machala.
- Zamora, N. (2006). *Flora digital de la selva (Anacardiaceae)*. 1–7.

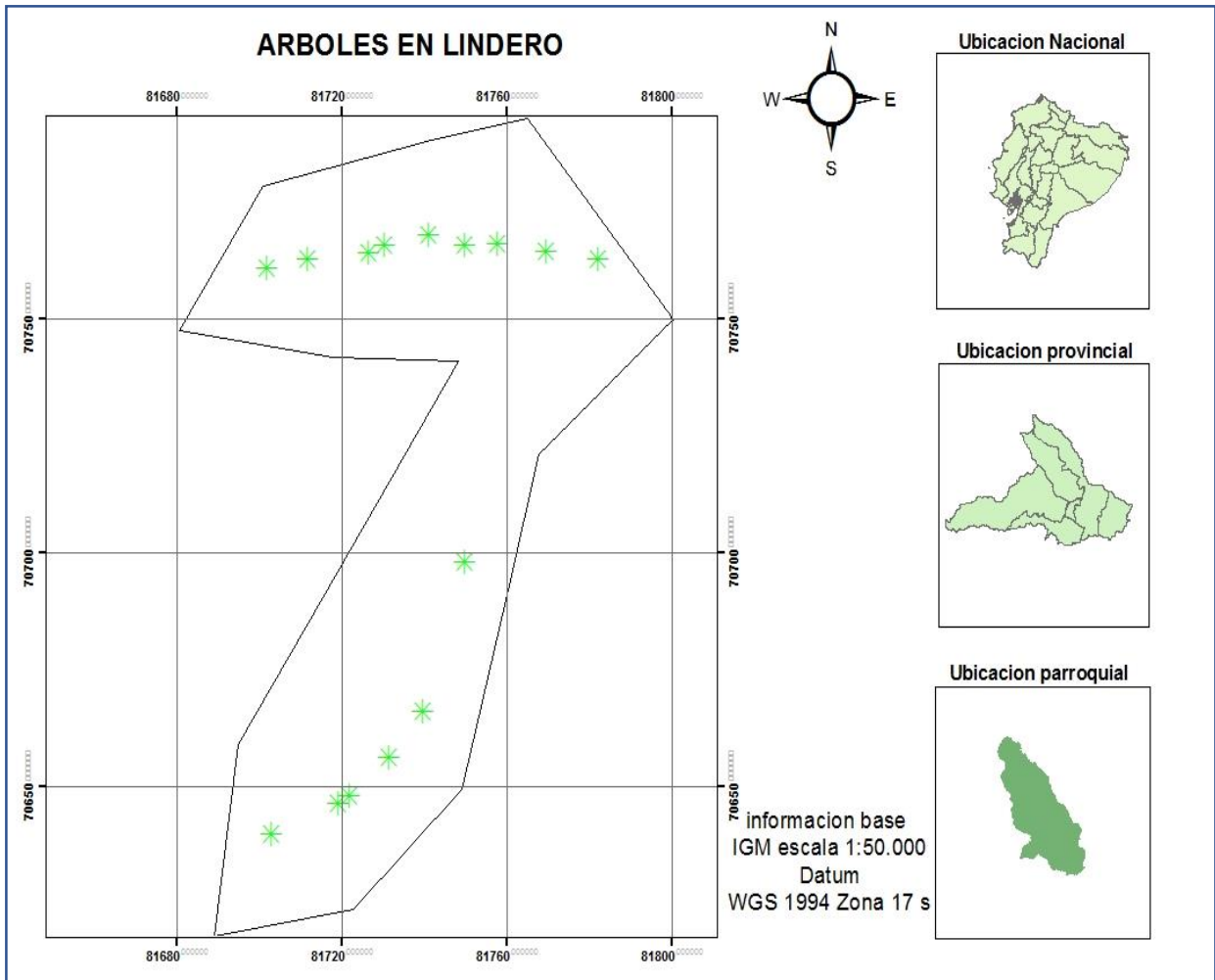
CAPITULO VII

ANEXOS

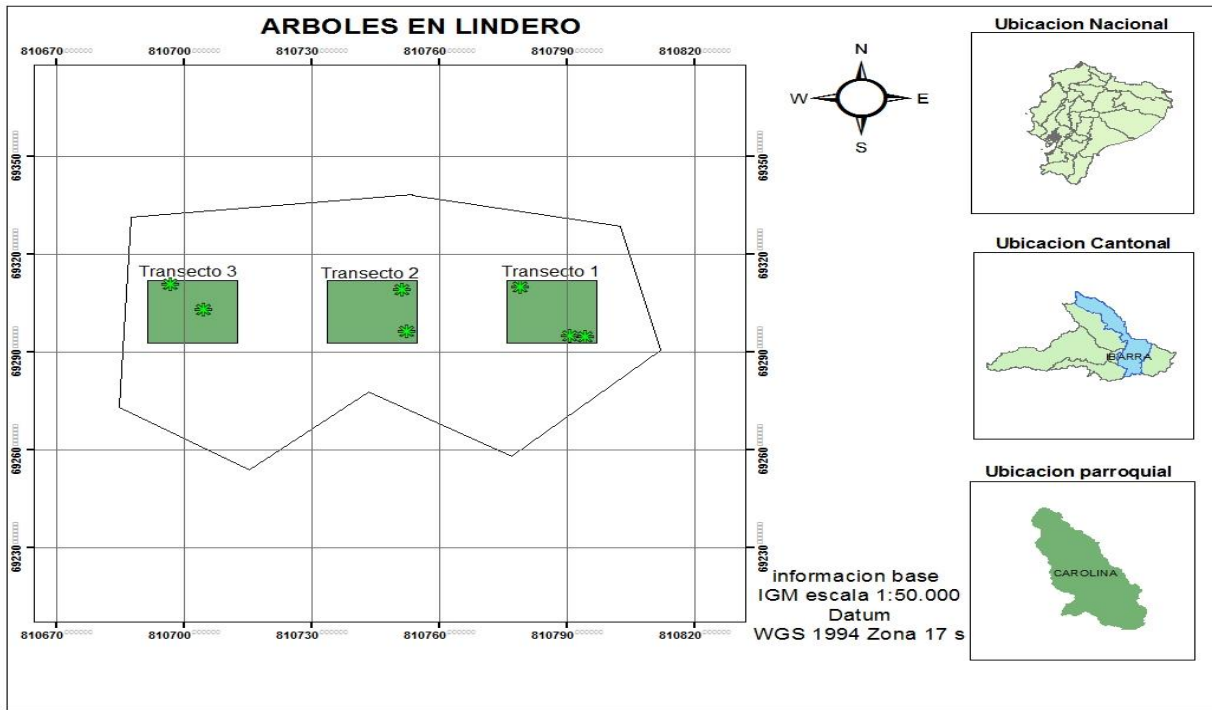
Anexo 1. Mapa de ubicación



Anexo 2. Ubicación de los individuos en sistema agroforestal.



Anexo 3. Ubicación de los individuos en bosque secundario.



Anexo 4. Matriz de registro de campo de estados fenológicos de los individuos

Registro individual de estados fenológicos																												
OBSERVADOR:																PENDIENTE:												
FECHA Inicio:																ECOSISTEMA:												
ESPECIE:																ALTITUD:												
DAP(cm):						CAP(cm):											TIPO DE SUELO:											
SECTOR:																CLIMA:												
PARROQUIA																COORDENADAS: X:						Y:						
Individuo N°:	Flor botón		Flor Adulta				Fruto joven				Fruto adulto				Fruto abierto				Brotadura				Hoja adulta				Fecha	
Código:																												
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Observaciones																												

Anexo 5. Fotografías



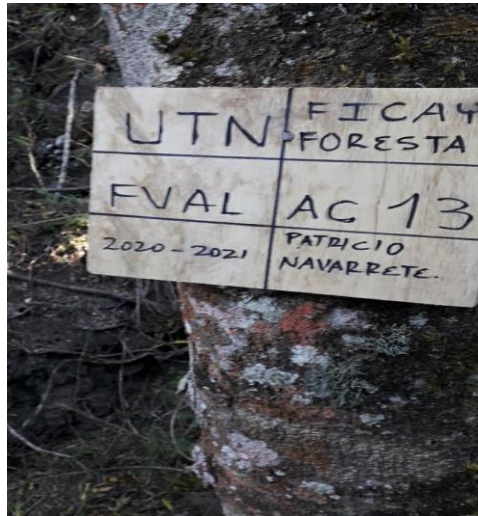
Recolección de muestras en campo



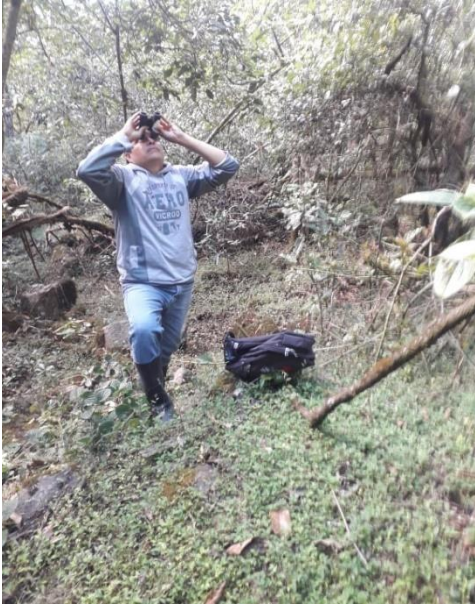
Prensado de la muestra botánica



Selección de individuos



Ubicación del código



Observación del comportamiento fenológico



Foliación



Floración



Fructificación



Cortado de ramas



Cuantificación de frutos



Medición