



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIA Y
AMBIENTAL**

CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE CINCO
ESPECIES FORESTAL EN CUATRO SITIOS DE LA PROVINCIA DE
IMBABURA”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

Línea de investigación: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

Autores: Janeth Maribel Ipiales Picuasi y Lisbeth Dayana Rocha Quezada

Director: Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.

Ibarra-2024



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. 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:	1004364111		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ipiales Picuasi Janeth Maribel		
DIRECCIÓN:	Pucara- San Roque		
EMAIL:	jmipialesp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	0981632324
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0926677980		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rocha Quezada Lisbeth Dayana		
DIRECCIÓN:	San Alfonso-San Roque		
EMAIL:	ldrochaq@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELF. MOVIL	09964373733
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE CINCO ESPECIES FORESTAL EN CUATRO SITIOS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.		
AUTORES:	Janeth Maribel Ipiales Picuasi y Lisbeth Dayana Rocha Quezada		
FECHA: AAAAMMDD	2024-04-16		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
CARRERA/PROGRAMA:	GRADO <input checked="" type="checkbox"/>	POSGRADO	<input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Forestal		
DIRECTOR:	Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.		

CONSTANCIAS

Los autores manifiestan 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 que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días del mes de abril de 2024

AUTORES



Srta. Lisbeth Dayana Rocha Quezada



Srta. Janeth Maribel Ipiates Picuasi

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, a los 19 días del mes de abril de 2024

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez Msc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez Msc.

C.C.: 1002018941

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS DE CINCO ESPECIES FORESTAL EN CUATRO SITIOS DE LA PROVINCIA DE IMBABURA.” elaborado por Ipiales Picuasi Janeth Maribel y Rocha Quezada Lisbeth Dayana, previo a la obtención del título de Ingeniero forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:


(f).....
Ing. Hugo Viricio Vallejos Alvarez Msc.
C.C.: 1002018941


(f).....
Ing. Jorge Luis Cue Garcia, PHd.
C.C.: 1754608709

DEDICATORIA

Dedico mis esfuerzos realizados en toda mi vida académica y en este estudio a mis padres por ser quienes me impulsaron a seguir siempre mis sueños desde pequeña, a mis hermanos por siempre darme consejos, amor y siempre estar conmigo, aunque sea a la distancia, a mi sobrino por ser la luz y la alegría de mi vida.

Los amo con todo mi corazón, Dayana.

Dedico este trabajo a mis padres José Ipiales y María Picuasi, por el apoyo y su amor incondicional y motivarme a seguir adelante e impulsarme a ser mejor persona. A mi hermano, Néstor quien es una fuente de inspiración para alcanzar mis metas. A mi hermana quien estuvo en mis días más difíciles apoyándome con su carisma.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por brindarme sabiduría en cada paso, por iluminar mi mente con entendimiento y confianza para superar obstáculos académicos.

Agradezco de todo corazón a mis padres, que fueron mi motor de amor y apoyo, cuyo sacrificio y dedicación del día a día fueron el impulso que ha guiado mi camino académico ya que siempre creyeron en mis sueños y me alentaron a perseguirlos con determinación.

A mis hermanos que me dieron palabras de motivación en cada nivel para seguir adelante y nunca rendirme.

A la Universidad Técnica del Norte por haber abierto las puertas de la casona universitaria con paciencia, amor y muchas enseñanzas, ya que han formado de la mejor manera a una excelente profesional en la vida.

A mis profesores, especialmente al Ingeniero Hugo Vallejos, quienes han compartido su sabiduría y me han inspirado a buscar la excelencia en cada paso. Sus enseñanzas perdurarán más allá de esta tesis, guiándome en mi continuo aprendizaje.

A mi grupo de amigos por su comprensión, paciencia, enseñanzas, y motivación en cada día y especialmente a mi amiga Janeth por el trabajo en conjunto que logramos realizar al culminar la tesis. Gracias por estar a mi lado durante este hermoso trayecto, compartiendo risas, lágrimas y locuras juntos.

Finalmente, quiero reconocer mi propia esfuerzo, perseverancia y dedicación constante que he dedicado a lo largo del tiempo. Este logro representa el fruto de años de compromiso y la superación de diversos desafíos. Que esta tesis sirva como evidencia de la capacidad para alcanzar metas cuando se fusiona la pasión y el amor por la carrera de Ingeniería Forestal.

Dayana Rocha

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, a mis padres, cuyo amor incondicional y su constante apoyo me dieron las fuerzas para no rendirme durante este viaje académico. Gracias por creer siempre en mi incluso cuando yo dudaba.

A mis profesores, por su guía experta, paciencia infinita y dedicación a mi crecimiento académico.

A mis amigos, quienes han formado parte de mi vida, me supieron apoyar incondicionalmente y fueron una fuente de inspiración. Gracias por las risas compartidas, el aliento constante y la comprensión en los momentos difíciles.

Un agradecimiento especial a mi compañera y amiga de investigación Dayana Rocha, por compartir conocimientos, ideas y desafíos. Juntas hemos creado un entorno enriquecedor que ha contribuido al éxito de este trabajo.

A aquellos que han contribuido de alguna manera a este proyecto, ya sea con orientación, recursos o estímulo moral.

A mi comunidad académica, cuyo compromiso con la excelencia ha sido una fuente constante de inspiración.

Estoy agradecido por formar parte de este entorno intelectual vibrante.

Janeth Ipiales

Resumen Ejecutivo

En el Ecuador existen especies nativas de gran importancia que no han sido estudiadas fenológicamente y han perdido su interés, sus usos ancestrales, su potencial de producción y aprovechamiento maderable y no maderable, las cuales se reconocen: *Delostoma integrifolium* D. Don, *Saurauia tomentosa sprucei*, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) Wilbur, *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg., *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze. El objetivo principal es determinar el ciclo fenológico y potencial reproductivo de cinco especies forestales en cuatro sitios de la provincia de Imbabura. La metodología aplicada en la investigación, la cual consiste en caracterizar fenotípicamente según Samaniego y fenológicamente aplicada por Fournier. Los sitios de investigación se encuentran en los cantones de Cotacachi, San Miguel de Ibarra y Urcuqui. La fenología de *D. integrifolium* en la fase vegetativa fue intensa en el mes de febrero y la fase reproductiva en el mes de agosto, la especie *S. tomentosa* en la fase vegetativa fue intensa en marzo y la fase reproductiva en julio, *M. pubescens* en la fase vegetativa y reproductiva fue intensa en noviembre, *H. macrocarpa* en la fase vegetativa fue intensa en diciembre y la fase reproductiva en septiembre y *C. spinosa* en la fase vegetativa fue intensa en diciembre y la fase reproductiva en julio. Las especies estudiadas en cuanto a masividad son estadísticamente diferentes en sus fenofases, al ser especies diferentes en su morfología y fisiología vegetal. En la productividad la especie *H. macrocarpa* presento un total de 185.160 frutos, siendo el mayor productor de frutos entre las cinco especies.

Palabras clave: Fenología, productividad, fase reproductiva, fase vegetativa.

ABSTRACT

In Ecuador there are native species of great importance that have not been studied phenologically and have lost their interest, their ancestral uses, their production potential and timber and non-timber use, which are recognized: *Delostoma integrifolium* D. Don, *Saurauia tomentosa sprucei*, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) Wilbur, *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg., *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze. The main objective is to determine the phenological cycle and reproductive potential of five forest species in four sites in the province of Imbabura. The methodology applied in the research, which consists of phenotypical characterization according to Samaniego and phenological characterization applied by Fournier. The research sites are located in the cantons of Cotacachi, San Miguel de Ibarra and Urcuqui. The phenology of *D. integrifolium* in the

vegetative phase was intense in February and the reproductive phase in August, *S. tomentosa* in the vegetative phase was intense in March and the reproductive phase in July, *M. pubescens* in the vegetative and reproductive phase was intense in November, *H. macrocarpa* in the vegetative phase was intense in December and the reproductive phase in September and *C. spinosa* in the vegetative phase was intense in December and the reproductive phase in July. The species studied in terms of massiveness are statistically different in their phenophases, being different species in their morphology and plant physiology. In productivity, the species *H. macrocarpa* presented a total of 185,160 fruits, being the largest producer of fruits among the five species.

Key words: Phenology, productivity, reproductive phase, vegetative phase.

LISTA DE SIGLAS

COA: Código Orgánico ambiental

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

MAATE: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.

INABIO: Institución Nacional de Biodiversidad

GBIF: Global Biodiversity Information Facility (Fondo Mundial de Información sobre Biodiversidad)

PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

GAD: Gobierno autónomo descentralizado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	17
1.1. Problema	18
1.2. Justificación	19
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	19
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	19
1.4. Hipótesis	20
CAPITULO I	21
MARCO TEORICO	21
1.1. Ecología	21
1.2. Bosques de la Sierra Ecuatoriana.....	21
1.2.1. <i>Asociación entre especies con el bosque</i>	22
1.2.2. <i>Regeneración natural en los bosques</i>	22
1.2.3. <i>Bosque Nativo Andino</i>	23
1.2.4. <i>Bosque seco interandino</i>	23
1.3. Fenología.....	24
1.4. Fases fenológicas	24
1.4.1. <i>Fase vegetativa</i>	24
1.4.2. <i>Fase reproductiva</i>	25
1.5. Potencial productivo	25
1.6. Aspectos generales de las especies	25
1.6.1. <i>Especie Delostoma integrifolium D.Don</i>	25
1.6.2. <i>Especie Saurauia tomentosa (Kunth) Spreng.</i>	26
1.6.3. <i>Especie Morella pubescens Humb. & Bonpl. ex Willd.</i>	27
1.6.4. <i>Especie Hieronyma macrcarpa Müll.Arg.</i>	28

1.6.5.	<i>Especie Caesalpinia spinosa (Molina.) Kuntze</i>	29
1.7.	Estudios realizados.....	30
CAPÍTULO II.....		31
MATERIALES Y MÉTODOS.....		31
2.1.	Ubicación del lugar.....	31
2.2.	Caracterización edafoclimática del lugar	33
2.3.	Materiales, equipos y software	34
2.4.	Métodos, técnicas e instrumentos	34
2.4.1	Universo-población.	34
2.4.2.	Tamaño de la muestra.....	35
2.2.3.	Muestreo	35
2.4.4.	Metodología.....	36
2.4.5.	Calendario fenológico.....	39
2.5.	Procedimiento y Análisis de datos.....	41
CAPITULO III		42
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		42
3.1.	Especie <i>Delostoma integrifolium</i> D.Don	42
3.1.1.	<i>Fase vegetativa</i>	42
3.1.2.	<i>Fase reproductiva</i>	43
3.2.	Especie <i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng.	45
3.2.1.	<i>Fase vegetativa</i>	45
3.2.2.	<i>Fase reproductiva</i>	46
3.3.	Especie <i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	48
3.3.1.	<i>Fase vegetativa</i>	48
3.3.2.	<i>Fase reproductiva</i>	49
3.4.	Especie <i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.....	51
3.4.1.	<i>Fase vegetativa</i>	51

3.4.2.	<i>Fase reproductiva</i>	52
3.5.	Especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango)	55
3.5.1.	<i>Fase vegetativa</i>	55
3.5.2.	<i>Fase reproductiva</i>	55
3.6.	Análisis estadístico de masividad de la fenofase de fruto adulto.....	57
3.7.	Análisis estadístico de productividad de fruto adulto.....	63
CAPITULO IV		68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación taxonómica de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> (Yaloman)	26
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de la especie <i>Saurauia tomentosa</i> (Kunth) Spreng. (Moquillo).....	27
Tabla 3.	Clasificación taxonómica de la especie <i>Morella pubescens</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. (Laurel de cera).....	28
Tabla 4.	Clasificación taxonómica de la especie <i>Hieronyma macrcarpa</i> Müll.Arg. (Motilón).....	28
Tabla 5.	Clasificación taxonómica de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango).....	29
Tabla 6.	Ubicación de los sitios de estudio.....	31
Tabla 7.	Coordenadas geográficas de los sitios de estudio.....	31
Tabla 8.	Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.	34
Tabla 9.	Selección por expertos - Escala para ponderación de cada variable	35
Tabla 10.	Escala de valoración del porcentaje fenológica por cuadrante	37
Tabla 11.	Escala de masividad para la clasificación de la fenofase con respecto al índice promedio	39
Tabla 12.	Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Motilón.....	57
Tabla 13.	Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Guarango.....	59

Tabla 14. Prueba paramétrica de LSD Fisher para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Yaloman.....	60
Tabla 15. Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Moquillo.....	61
Tabla 16. Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas de Laurel de cera.....	62
Tabla 17. Productividad de los cinco individuos de Motilón.....	63
Tabla 18. Medidas de resumen de la especie Motilón.....	64
Tabla 19. Productividad de los cinco individuos de Guarango.....	64
Tabla 20. Medidas de resumen de la especie Guarango.....	64
Tabla 21. Productividad de los cinco individuos de Yaloman.....	65
Tabla 22. Medidas de resumen de la especie Yaloman.....	65
Tabla 23. Productividad de los cinco individuos de Moquillo.....	65
Tabla 24. Medidas de resumen de la especie Moquilla.....	66
Tabla 25. Productividad de los cinco individuos de Laurel de cera.....	66
Tabla 26. Medidas de resumen de la especie del Laurel de cera.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación.....	32
Figura 2. Método semicuantitativo para la observación de las fenofases.	37
Figura 3. Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i>	42
Figura 4. Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i>	44
Figura 5. Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie <i>Saurauia tomentosa</i>	45
Figura 6. Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie <i>Saurauia tomentosa</i>	47
Figura 7. Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie <i>Morella pubescens</i>	48
Figura 8. Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie <i>Morella pubescens</i>	50
Figura 9. Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie <i>Hieronyma macrocarpa</i>	51

Figura 10. Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie Hieronyma macrocarpa.....	53
Figura 11. Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie Caesalpinia spinosa.....	55
Figura 12. Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie Caesalpinia spinosa.....	55

Introducción

Ecuador se ubica en tres de las diez regiones con mayor biodiversidad del mundo, gracias a la presencia de los Andes, las corrientes oceánicas en sus costas y su ubicación en el neotrópico. Esto se traduce en una amplia diversidad de flora y fauna, siendo el país con mayor cantidad de especies de plantas por unidad de área en comparación con cualquier otro país de América del Sur (Instituto Nacional de Biodiversidad [INABIO], 2014).

En tiempos antiguos, la fenología era un conocimiento común entre los cazadores y, sobre todo, entre los recolectores. Para ellos, era crucial entender el comportamiento de las plantas, ya que necesitaban saber cuándo y dónde estarían presentes las especies para poder recolectarlas. (Schwartz, 2013). En el siglo XX, la fenología adquirió relevancia científica, especialmente debido a la preocupación por los efectos del cambio climático en los ciclos de vida de los organismos en su entorno. (Vázquez et al., 2011).

El término fenología fue introducida a la ciencia por primera vez por el botánico belga Charles Morren alrededor de 1850 (Demarée & Rutishauser 2011). Cada evento fenológico (fenofase), comprende fenómenos reproductivos y vegetativos, que se registran por observaciones que se pueden asociar con factores bióticos y abióticos. (Gómez, 2011). Los cambios estacionales incluyen variaciones en la duración de los días, la luz del sol, climático, edáfico y geográfico (Cleland et al., 2007). Por tal motivo, el conocimiento en las fases fenológicas en el tiempo ayuda a comprender y explicar los diferentes cambios.

En el contexto fenológico, se define la fase como el período en el que se manifiestan biológicamente los cambios en los órganos de las plantas, ya sea su aparición, transformación o desaparición (Berra et al., 2021). En las fases fenológicas, estos períodos críticos ocurren poco antes o después de las fases principales, durante un lapso de dos o tres semanas. El inicio y fin de estas fases y etapas se utilizan para evaluar la velocidad de desarrollo de las plantas, y entre ellas se incluyen la brotación, la fructificación y la floración. (Jijon et al., 2008).

El estudio fenológico tiene como propósito entender la dinámica, ecología y evolución de la diversidad de las plantas y vegetación en las zonas tanto tropicales como templadas. Finalmente, la fenología es uno de los aspectos ecológicos principales para realizar un manejo silvicultural y agroforestal de una determinada zona. Sin embargo, el

conocimiento fenológico de especies forestales sigue siendo escaso y fragmentado, principalmente en los trópicos (Cue et al., 2023).

1.1. Problema

- Problemática a investigar

La fenología es una ciencia que estudia los eventos periódicos en las etapas de crecimiento y reproducción de las plantas (Van Schaik et al., 1993). Para detectar cambios importantes en la presencia y ausencia de estos eventos, se necesitan datos a largo plazo. El registro fenológico de especies forestales nativas cumple un rol importante en el ecosistema, debido a que el estudio de esta ciencia podría ser útil como un indicador del cambio climático (Cabrera, 2016).

Las especies como Yaloman, Moquillo, Laurel de cera, Motilón y Guarango tienen un valor económico, cultural y social. Estos árboles ofrecen una amplia gama de productos forestales, tanto maderables como no maderables. Por ejemplo, sus frutos son una fuente de alimento y también se pueden utilizar para obtener tintes naturales y harinas, mientras que sus hojas pueden servir como forraje para el ganado (Patiño, 2022). En el caso específico del Laurel de cera, se puede extraer cera natural. Sin embargo, los beneficios que estas especies proporcionan se están perdiendo debido al desinterés de la población, la falta de recursos para desarrollar estudios y la pérdida de conocimientos ancestrales.

- Formulación del problema de investigación.

En la provincia de Imbabura, existe escasa información sobre la fenología de especies forestales ya que no existe registro técnico del comportamiento de las fases vegetativas y reproductivas.

1.2. Justificación

En la región montañosa de Ecuador se encuentran diversos ecosistemas, incluidos los bosques que albergan especies de gran valor como: *Delostoma integrifolium* D. Don (Yaloman), *Saurauia tomentosa sprucei* (Moquillo), *Morella pubescens* (Humb & Bonpl.) Wilbur, 2001 (Laurel de cera), *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. (Motilón), *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Guarango), donde es importante comprender la fenología para integrarlas en iniciativas de reforestación y restauración, programas y proyectos tanto a nivel parroquial como a nivel nacional.

El estudio de la fenología tiene como importancia la conservación de los recursos genéticos y el manejo forestal de bosques primarios y secundarios, pues marca los meses en los que ocurre el desarrollo de las fenofases, ayudando a la planificación de colectas de semilla, la detección de las mejores procedencias de germoplasma, la producción y el rendimiento de los frutos. Por otra parte, se sabe que los ritmos anuales de los árboles responden a los cambios en el tiempo o condiciones climáticas, por ello, el estudio de la fenología es de interés especial, por los efectos de calentamiento climático sobre la condición de los sitios a estudiar.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar el ciclo fenológico y potencial reproductivo de cinco especies forestales en cuatro sitios de la provincia de Imbabura.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Describir las fenofases de las cinco especies forestales seleccionadas, en cuatro sitios de la provincia de Imbabura.
- Determinar el potencial para la producción de frutos de las especies seleccionadas en cuatro sitios de la provincia de Imbabura.

1.4. Hipótesis

Ho1: La masividad de la fenofase fruto adulto es estadísticamente similar en los meses en cada especie estudiada.

Ha1: Al menos uno de los meses presenta masividad estadísticamente diferente en la fenofase fruto adulto de cada especie estudiada.

Ho2: La productividad de fruto adulto es estadísticamente similar en los individuos de cada especie estudiada.

Ha2: Al menos uno de los individuos de cada especie estudiada presenta una productividad de fruto estadísticamente diferente.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. Ecología

La ecología es una ciencia que abarca la relación entre los organismos, su entorno físico, biológico, y la organización en el ecosistema. La palabra "Ecología" fue propuesta por el biólogo alemán Haeckel en 1869. Deriva del griego "oikos" que significa "casa" o "ambiente de vida" o "morada" y logos "tratado". Möbius introduce el nombre de biocenosis en 1877, a la parte viva, integrada por los vegetales y los animales (Ottone, 2010). La Ecología no se limita solo al estudio de la Naturaleza (Ecología natural), sino que también abarca aspectos culturales y sociales (Ecología humana, social). La Ecología es un conjunto de ciencias o un campo multidisciplinario, transformando la concepción inicial que la veía como una simple rama de la Biología, y ampliando su autonomía. A medida que aumenta la contaminación ambiental y la degradación del medio ambiente, la Ecología se relaciona cada vez más con otras ciencias y disciplinas, su objetivo principal es la conservación del entorno en el que se desarrolla la vida, promoviendo la armonía entre los seres humanos, la naturaleza y la sociedad. (Reyes, 2007)

El concepto de ecología hasta la actualidad se mantiene como el estudio de las interacciones de los organismos entre sí con el medio (Sánchez & Pedrajas, 2010). La relación del organismo se basa en conocer de qué forma actúa este con el medio y el beneficio que brinda el entorno al organismo y viceversa.

1.2. Bosques de la Sierra Ecuatoriana

Ecuador se ubica entre los 13 de los países más diversos del mundo en términos de número de especies de plantas por unidad de área, debido a su alta biodiversidad vegetal. (Aguinda et al, 2020). "Esta inmensa diversidad está dada por condiciones geográficas, al estar ubicado en la línea ecuatorial, tiene influencia de corrientes submarinas como la de El Niño y la de Humboldt, creando el ambiente perfecto para una gran cantidad de especies" (Barragán, 2019).

La sierra ecuatoriana es una región que tiene una amplia biodiversidad, con una topografía variada y un amplio rango altitudinal que permite la presencia de diversos tipos de ecosistemas. Esta área es la más densamente poblada del país, lo que genera presión para conservar sus ecosistemas naturales (Hofstede et al., 1998). Los bosques de la Sierra ecuatoriana se extienden a lo largo de la Cordillera de los Andes de norte a sur y

desempeñan un papel crucial en la regulación del clima, la protección de los recursos hídricos y la conservación de flora y fauna (Lozano, 2002).

1.2.1. Asociación entre especies con el bosque

El asocio que tienen los árboles, entre diferentes especies forestales y cultivos tiene beneficios tanto económicos y ambientales (Alonso, 2011). La asociación de un sistema agroforestal que involucra árboles, aporta en la recuperación del suelo y manejo de cultivos, este a su vez brinda productos para el consumo humano (Quijije, 2015). La asociatividad también es beneficioso para la conservación de la flora y fauna.

La asociación de especies en el bosque implica las interacciones y la coexistencia de varias especies de plantas y animales dentro de un ecosistema forestal. Estas interacciones son influenciadas por diversos factores como el clima, la geografía, la disponibilidad de recursos y las características propias de las especies involucradas. El estudio de estas relaciones entre la flora y la fauna es esencial para entender la dinámica de los ecosistemas forestales y puede contribuir al desarrollo de estrategias de conservación y gestión (Graciano et al, 2020). Por ejemplo, la ONG ECOAN se dedica a la conservación de especies amenazadas y ecosistemas andinos en peligro, trabajando en conjunto con las comunidades locales para proteger el hábitat de estas especies, optimizar el uso de los recursos naturales y restaurar áreas que han sido degradadas (Asociación ecosistemas andinos [ECOAN], 2020)

1.2.2. Regeneración natural en los bosques

Es un proceso que consiste en dar un espacio para que aparezca nuevos pies de especies forestales distintas, pero sin la intervención del hombre (Serrada, 2003). La regeneración natural se produce solo si el hombre no interviene en el proceso, para la regeneración es importante que exista la distribución natural de las semillas una vez distribuidas por los factores ambientales como es el viento y suelo este pueda germinar y mejorar la viabilidad de las plántulas.

La regeneración natural es el proceso ecológico clave para la renovación de las especies vegetales a lo largo del tiempo y promueve la sucesión vegetal, permitiendo que un área transformada pueda, al menos en parte, recuperar su estructura y composición florística. La capacidad de los bosques para resistir las perturbaciones causadas por el hombre depende principalmente de la regeneración natural. Por lo tanto, es fundamental evaluar cómo los patrones de distribución y abundancia de las plántulas responden a diferentes

factores ambientales para evaluar la capacidad de recuperación de las coberturas. Este conocimiento es extremadamente útil para informar sobre temas de conservación y gestión, ya que permite identificar la vulnerabilidad de las especies ante los factores de cambio, así como su potencial para la restauración (Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Van Humboldt 2020)

1.2.3. Bosque Nativo Andino

Un bosque Andino es aquel que tiene una vegetación que se encuentra por encima de los 900 msnm entre la cordillera occidental y arriba de los 1.300 msnm en la cordillera oriental (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE], 2008). El bosque nativo andino se caracteriza por proveer leña, madera y algunos productos necesarios como alimento para el consumo de los campesinos.

Los bosques Andinos son ecosistemas de montañas que tienen un rango elevado de altitud que se encuentran entre los 2.400 msnm y 3.500 msnm (Cortés et al., 2020). La región interandina tiene un clima templado que varía de semi-húmedo a húmedo. Los valles interandinos son cálidos y secos, y los páramos, situados a más de 3.000 metros de altitud, tienen un clima frío de montaña. La precipitación anual promedio oscila entre 800 y 1.500 mm, excepto en el valle del Chota (300 mm) y el valle Jubones (400 mm). Las temperaturas más altas se registran entre diciembre y enero, y las más bajas entre abril y junio. La temperatura está relacionada con la altitud; entre los 1.500 y 3.000 m, los valores promedio varían entre 8 y 20 °C, con un gradiente de temperatura de aproximadamente 5 °C por cada 1.000 m de altitud (Varela & Ron, 2022).

1.2.4. Bosque seco interandino

Los bosques secos interandinos del norte del país constituyen ecosistemas importantes para la población, desde tiempos ancestrales ofrecen productor forestales maderables y no maderables y contribuyen a conservar el recurso hídrico, la belleza escénica y protegen al suelo de la erosión (Manchego et al., 2017). A nivel nacional, el bosque seco es uno de los ecosistemas más vulnerables y está en peligro de extinción, principalmente debido a que sus zonas boscosas han sido reemplazadas para llevar a cabo actividades de agricultura y ganadería. (Chimarro et al., 2023)

Los bosques secos se desarrollan en condiciones climáticas extremas, con una precipitación anual que oscila entre 400 y 600 mm, concentrada en un periodo de 3 a 4 meses, típicamente en los meses de febrero, marzo y abril. La temperatura media anual

en esta región es de 24,9°C (Herbario LOJA et al. 2001). La evapotranspiración potencial se estima en 1.783 mm/año (Contento 2000). Según Cañadas (1983), se pueden distinguir varias formaciones ecológicas en el área, como el bosque seco tropical, el bosque muy seco tropical y el matorral espinoso tropical. Por otro lado, Cerón et al. (1999) identifican formaciones vegetales como el bosque deciduo de tierras bajas y el bosque semideciduo piemontano. Además, el Proyecto de Evaluación Nacional Forestal clasifica esta región como bosque seco pluvioestacional y bosque seco andino (Aguirre, 2012).

1.3. Fenología

La fenología es una ciencia que se encarga del estudio de los fenómenos biológicos de las plantas, estudia los cambios que tienen en el desarrollo de una especie. Este campo fue introducido por primera vez por el botánico belga Charles Morren en 1850 y se centra en los eventos recurrentes que experimentan los organismos en relación con factores bióticos y abióticos (Demarée & Rutishauser, 2011).

En términos fenológicos, una fase se refiere al período en el que se manifiestan biológicamente la aparición, transformación o desaparición de los órganos de las plantas (Berra et al., 2021). El inicio y finalización de estas fases y etapas se utilizan como indicadores de la velocidad de desarrollo de las plantas, e incluyen procesos como la foliación, fructificación y floración (Jijón et al., 2008).

El objetivo del estudio fenológico es comprender la dinámica entre especies, su ecología y evolución de la diversidad de plantas. Además, la fenología desempeña un papel crucial en la gestión forestal y agroforestal de una región específica. A pesar de su importancia, el conocimiento fenológico de las especies forestales sigue siendo limitado, especialmente en las regiones tropicales (Vallejos et al., 2023).

Para la observación de la fenológica se debe tomar en cuenta la hoja joven; aparecen en las puntas de las ramas con un color más claro y brillante, la floración; aparición del estambre, pétalos, y puede presentar colores y olores distintivos, fructificación; sabor, color y textura (Johnson et al., 2020).

1.4. Fases fenológicas

1.4.1. Fase vegetativa

Es la etapa en la que se define las diferentes fases de desarrollo foliar de una especie. Estas se dividen en caducifolios, que pierden sus hojas, y perennifolios o siempre verdes, que nunca las pierden (Xiaoyan et al., 2022). Las hojas son clave para analizar el

crecimiento vegetativo, ya que son fáciles de identificar. En los estudios fenológicos, se registra el cambio de hojas, es decir, se determina si están presentes o ausentes, y se las categoriza como "jóvenes", "adultas" o "maduras" (Ferrera et al., 2017).

1.4.2. Fase reproductiva

Se entiende como el estudio y seguimiento del ciclo reproductivo de los árboles, que incluye la floración, la fructificación y la producción de semillas. En los bosques con un patrón estacional de lluvias, el período fértil suele ocurrir al inicio de la estación seca. Sin embargo, en áreas con lluvias constantes, esta fase puede no depender de la cantidad de precipitación (Ferrera et al., 2017).

1.5. Potencial productivo

La productividad del fruto en las plantas se define como la habilidad de una planta para generar frutos en un período de tiempo específico. Durante la producción de fruto intervienen diversos factores, incluyendo las características genéticas de la planta, las condiciones ambientales, los factores biológicos y la intervención humana. (Di Benedetto & Tognetti, 2016).

El fruto es un componente crucial en la reproducción de las plantas que producen semillas. Los frutos pueden variar en tamaño, forma, color y composición, dependiendo de la especie de planta a la que pertenecen. Su función principal es proteger la semilla del entorno exterior y con la ayuda del viento y los animales, las semillas pueden ser dispersadas, lo que aumenta su supervivencia y permite la colonización de nuevos sitios (Acosta, 2021).

1.6. Aspectos generales de las especies

1.6.1. Especie *Delostoma integrifolium* D.Don

Se caracteriza por tener hojas simples de forma oblongo elíptica u obovada, con base redondeada a obtusa y margen entero, con nervios que se extienden desde la base. Su inflorescencia es una panícula o racimo terminal que contiene unas pocas flores vellosas y poco comunes, a menudo bracteadas, con flores tubulares de color rojo o rojizo. El fruto es una cápsula de forma elíptica a ovado elíptica, que adquiere un tono negro en estado seco. Las semillas son aladas y de color café, con una longitud de 1,5 a 2 cm (Alwyn, 2009).

El Yaloman es valorado como especie forestal por su uso en construcciones rurales y en el campo ornamental debido a sus llamativas flores. También se ha utilizado para cercas

vivas y en proyectos de reforestación en áreas erosionadas debido a su potencial agroforestal (Abanoto, 2017).

Tabla 1.

Clasificación taxonómica de la especie Delostoma integrifolium

Reino:	Plantea
División:	Fanerogamae
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Scrophulariales
Familia:	Bignoniaceae
Género:	Elostoma
Especie:	<i>Delostoma integrifolium</i>
Nombre Común:	Yaloman

(Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. 2021)

1.6.2. Especie *Saurauia tomentosa* (Kunth) Spreng.

El Moquillo es un árbol que alcanza entre 7 y 15 m de altura, con una corteza ligeramente agrietada. Sus hojas son simples y alternas, con pubescencia, de forma elíptico-oblonga a obovada, con ápice agudo a muy cortamente acuminado, base cuneada a delgadamente cuneada, márgenes serrulados, subcoriáceas, de color verde a verde pálido, y generalmente ásperas al tacto. Sus flores están dispuestas en racimos de 10 a 18 mm de ancho, de color blanco, y su fruto es una baya con una sustancia blanca-verdosa (Universidad EIA, 2014).

Esta especie se encuentra en los bosques montanos de las provincias de la sierra y las estribaciones orientales y occidentales de Ecuador (Imbabura, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Zamora), a una altitud superior a los 1.450 msnm. El fruto del Moquillo es una fuente de alimento para aves y también se menciona que es comestible. Su madera, que es blanda y poco deseada, se utiliza en la fabricación de carbón vegetal (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015)

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de la especie Saurauia tomentosa (Kunth) Spreng. (Moquillo)

Reino:	Plantea
División:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Ericales
Familia:	Actinidiaceae
Género:	Saurauia
Especie:	<i>Saurauia tomentosa</i> Kunth
Nombre	Moco, Moquillo
Común:	

(Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. 2021)

1.6.3. Especie Morella pubescens Humb. & Bonpl. ex Willd.

El laurel de cera es un árbol pequeño que alcanza los 5 m de altura, con una copa redondeada, ramas pubescentes y un denso follaje verde. Es una especie heliófila, lo que significa que prefiere la luz solar directa. Sus hojas son simples, alternas y decusadas, de forma elíptica, con glándulas amarillentas en ambas caras, margen aserrado, rugosas y pecíolo pubescente. Su inflorescencia se presenta en forma de amentos axilares, y las flores son muy pequeñas, de color rojizo y agrupadas. El fruto es una drupa globosa de color café blanquecino cuando está maduro, cubierto por una capa de cera. Esta especie tiene una amplia distribución geográfica en Sudamérica y se encuentra en bosques secundarios, bordes de bosques o en áreas perturbadas.

En Ecuador, se encuentra a altitudes superiores a los 2.100 msnm, principalmente en las provincias de la Sierra. El laurel de cera es conocido por la cera que recubre su fruto, que se extrae y se utiliza para fabricar velas, jabones, barnices y betunes. Su madera se utiliza como leña y para postes de cercas. En términos ambientales, es adecuado para la restauración de zonas con erosión y para plantar en taludes de carreteras y pendientes pronunciadas (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015).

Tabla 3.

Clasificación taxonómica de la especie Morella pubescens Humb. & Bonpl. ex Willd.

Reino:	Plantea
División:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia:	Myricaceae
Género:	Morella Lour.
Especie:	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur
Nombre	Laurel de cera, Olivo de cera, aroma
Común:	

(Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. 2021)

1.6.4. Especie *Hieronyma macrcarpa* Müll.Arg.

El Motilón es un árbol que puede alcanzar hasta los 12 metros de altura, con hojas simples y coriáceas. Su inflorescencia se presenta en panículas axilares, con una bractéola que sostiene cada flor. Las flores masculinas tienen un cáliz campanulado con 5 lóbulos, mientras que las flores femeninas tienen un cáliz similar al de las masculinas. Su fruto es drupáceo. Esta especie se encuentra distribuida en las provincias de Chimborazo, Bolívar, Imbabura, Pichincha y Napo.

El Motilón tiene varios usos, entre ellos la madera, que se utiliza en la construcción, para fabricar instrumentos de labranza, en entablado de pisos y muebles. También se utiliza para proporcionar sombra, como límites y en cercas vivas. Además, se considera una especie tintórea, ya que sus frutos contienen tintes, que además son comestibles (Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE] & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015)

Tabla 4.

Clasificación taxonómica de la especie Hieronyma macrcarpa Müll. Arg.

Reino:	Plantea
División:	Tracheophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malpighiales

Familia:	Phyllanthaceae
Género:	Hieronyma Allemão
Especie:	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.
Nombre Común:	Motilón, Uva de árbol, Candelo

(Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. 2021)

1.6.5. Especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze

El árbol puede alcanzar una altura de hasta 5 metros, con un tronco que tiene una corteza leñosa que contiene espinas, al igual que sus ramas, que tienen una longitud de aproximadamente 4 mm. Sus hojas son compuestas y alternas, con 6 a 8 pares de folíolos oblongos o elípticos, con ápices obtusos o emarginados, de color verde oscuro en el haz y más claros en el envés. Las flores, de color amarillo, se presentan en racimos o espigas de aproximadamente 8 a 12 cm de largo, generalmente son hermafroditas y zigomorfas. El fruto es una vaina indehisciente de color naranja rojizo cuando está maduro, y contiene de 4 a 7 semillas ovoides. Esta especie se distribuye desde Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, hasta Bolivia y el norte de Chile. Es conocida por sus diversos usos, como la producción de taninos e hidrocoloides, alimento para el ganado y su uso como planta ornamental debido a sus vistosas flores durante la floración (Pacheco, 2010).

Tabla 5.

*Clasificación taxonómica de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze*

Reino:	Plantea
División:	Fanerógamae
Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Rosales
Familia:	Fabaceae
Género:	Caesalpinia
Especie:	Caesalpinia spinosa
Nombre Común:	Guarango, Tara, Tanino

(Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. 2021)

1.7. Estudios realizados

En Ecuador, la etapa inicial de emergencia foliar de *Hieronyma Macrocarpa* ocurre de marzo a julio, según Prado y Vadebenito (2000), donde todo el proceso de desarrollo foliar ocurre de marzo a mayo, pero la defoliación se registra entre agosto y noviembre cuando disminuyen las precipitaciones. La floración suele producirse entre marzo y mayo. La maduración del fruto se observa de febrero a mayo en las partes bajas y de junio a octubre en las partes altas. Según este estudio, la cosecha de fruta es más abundante en junio y julio.

Existe poca investigación de la fenología sobre la biología reproductiva de *Caesarpinia spinosa*, en Perú se realizó un estudio donde en el mes de septiembre comienza con el período de floración, que coincide con el aumento de temperatura y el inicio de las lluvias continúan, en la floración comienza en julio-agosto (Prado & Valdebenito, 2000).

En cuanto a la fenología de *Saurauia bullosa*, el estudio se realizó en Colombia, específicamente en Cauca en el periodo de octubre de 2009 a octubre de 2010, el resultado de la investigación dio que el follaje de otoño fue visible allí durante todo el año, pero la intensidad fue baja, desde el 10 de junio y el 10 de octubre. La floración es 100% observable entre junio y septiembre. Para la fructificación se observaron dos períodos, en el mes de febrero y en el mes de mayo. Abanto (2017) sostiene que en su investigación realizada en diferentes partes de Perú la especie *Delastoma integrifolium*, en el sitio uno florece en diciembre y abril y da frutos en mayo. En el sitio dos florece entre febrero y agosto y en el sitio tres a partir de mayo.

En la investigación de fuentes semilleras y conservación ex situ de semillas de árboles y arbustos en el sector de Piñapi, el cual habla de diversas especies y una de ellas es la especie *Morella pubescens* (Humb. & Bompl. es Willd) y menciona que la época de cosecha es desde el mes de junio y septiembre, pero en zonas que están ubicadas a los 1.600 msnm la producción de semillas en el mes de mayo en zonas que están entre los 3.900 msnm en el mes de octubre (Carrasco & Alfonso 2015).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del lugar

Política

El estudio se llevó a cabo en cuatro sitios de la provincia de Imbabura.

Tabla 6.

Ubicación de los sitios de estudio

Sitio	Comunidad	Parroquia	Cantón	Especie
I	Pucara	Apuela	Cotacachi	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don
II	Santa Rosa	Plaza Gutiérrez		<i>Saurauia tomentosa</i>
III	Catzoloma	Caranqui	Ibarra	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur
				<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg
IV	Pisangacho	Tumbabiro	Urququi	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze

Geografía del sitio de investigación

Las coordenadas de ubicación geográficas de los cuatro sitios de estudio se describen a continuación.

Tabla 7.

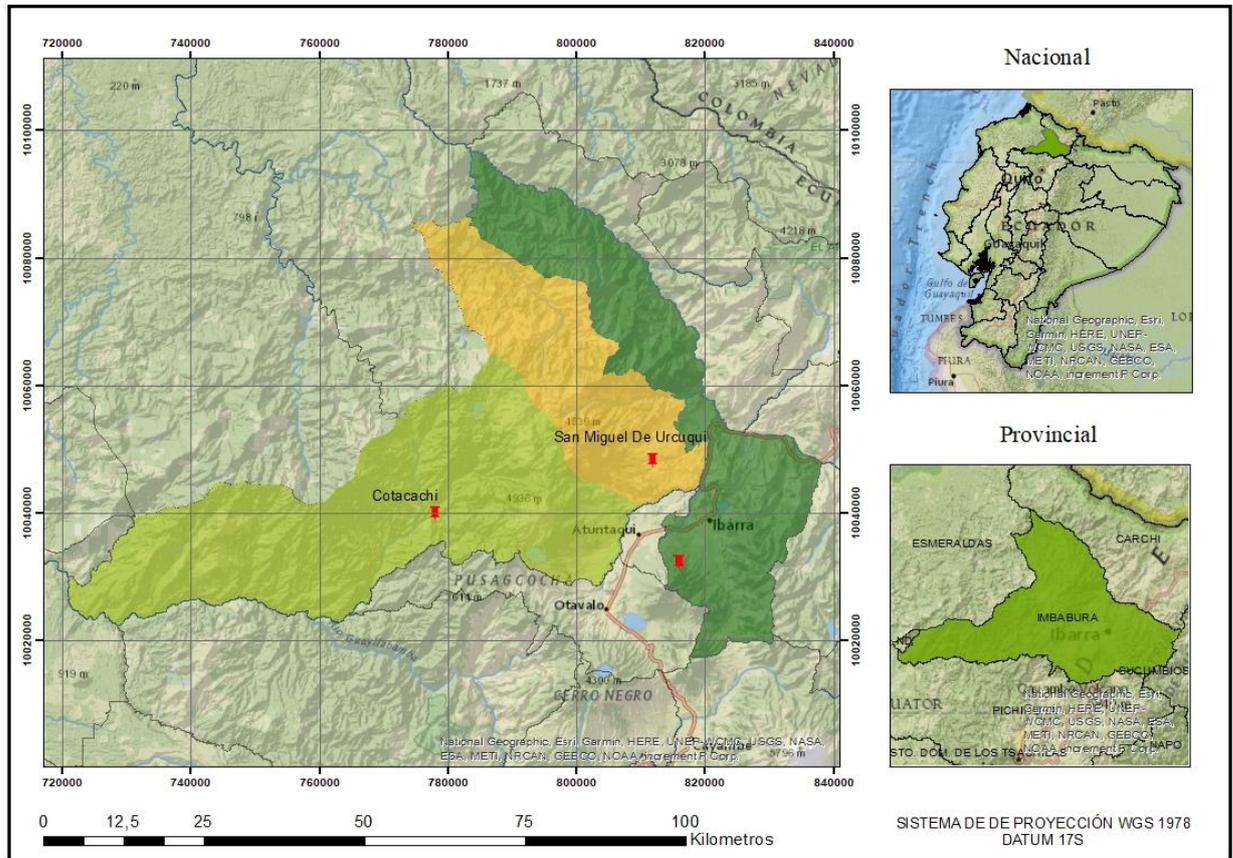
Coordenadas geográficas de los sitios de estudio

Lugar	Longitud	Latitud	Altitud
Sitio I	17 N 0778056	0039744	1900 msnm
Sitio II	17 N 07482480	0041443	2100 msnm

Sitio III	17 N 08116145	0032331	2800 msnm
Sitio IV	17 N 0811729	0048199	2200 msnm

Figura 1

Mapa de ubicación de la investigación.



Elaborado por: Dayana Rocha, Janeth Ipiales

Limites

Los límites del área de estudio son los siguientes:

Sitio I.

Está delimitada por la comunidad de Puranquí al norte, la cabecera parroquial de Apuela al sur, el río Toabunchi al este y el río Apuela al oeste (Andrango et al., 2023).

Sitio II

Está limitada por el páramo de Piñan al norte, la cabecera parroquial de Plaza Gutierrez al sur, la comunidad de La Delicia al este y el río Toabunchi al oeste (Andrango et al., 2023).

Sitio III

Está ubicada en las laderas del cerro Imbabura, con la ciudad de Ibarra al norte, el cerro Imbabura al sur, la parroquia de Caranqui al este y la parroquia de San Antonio al oeste (Andrango et al., 2023).

Sitio IV.

Está delimitada por la cabecera parroquial de Tumbabiro al norte, la comunidad de Chalguayacu al sur, la parroquia de Salinas al este y la comunidad de Chachimbiro al oeste (Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbabiro [GAD], 2023).

2.2. Caracterización edafoclimática del lugar

Suelos

En las cuatro ubicaciones de estudio, los suelos se clasifican como Entisol e Inceptisoles, que son suelos típicos de regiones subhúmedas y húmedas. Se descubrieron horizontes modificados que han experimentado la pérdida de bases, hierro y aluminio, pero aún mantienen significativas reservas de minerales susceptibles de meteorización. Este tipo de suelo se encontró en los cantones de Urcuquí, Cotacachi e Ibarra. (Andrango et al., 2023)

Clima

Sitio I.

La parroquia exhibe temperaturas que oscilan entre 8 °C y 26 °C, con un clima tropical mega térmico húmedo en la parte más baja, un clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo en la zona central, y un clima ecuatorial de alta montaña en la parte más alta. (Andrango et al., 2023)

Sitio II.

La parroquia presenta Clima Subtropical mesotérmico húmedo: en la Comuna Santa Rosa y la Cabecera Parroquial y de clima Ecuatorial mesotérmico húmedo: en San Fernando, Palo Seco, San Vicente. Temperaturas promedio entre los 8 °C y 26 °C (PARROQUIAL PLAZA GUTIÉRREZ, [GAD] 2020)

Sitio III.

Presenta un clima templado-seco, con siete meses húmedos y con dos meses semihúmedos en Junio (Portilla, 2013) con una temperatura que oscilan entre los 12° y 26°C, Además, es templado seco-mediterráneo (Ayala, 2014)

Sitio IV.

Con un clima meso térmico semi húmedo, ecuatorial meso térmico seco y tropical mega térmico húmedo (Alarcón, 2017) y una temperatura promedio de 12°C y 24 °C.

2.3. Materiales, equipos y software

En la investigación se utilizó los materiales de campo, equipos y softwares necesarios para su desarrollo, los cuales se mencionan en la tabla 8.

Tabla 8

Materiales, equipos y software a emplear en la investigación

Materiales de campo	Equipos	Software
Hoja de campo	Binoculares	Microsoft Word
Cuaderno	GPS	Microsoft Excel
Tasos	Celular móvil	Infostat
Clavos	Computadora	
Tijera aérea		
Machete		

2.4. Métodos, técnicas e instrumentos

2.4.1 Universo-población.

Las poblaciones que fueron seleccionadas se encontraron en dos formaciones vegetales las cuales son: árboles en regeneración natural y árboles en lindero, la población que se considero fue los siguientes, considerando las mejores características fenotípicas.

- *Hieronyma macrocarpa* (Motilón): 10 individuos.
- *Caesalpinia spinosa* (Guarango): 48 individuos.
- *Delostoma integrifolium* (Yaloman): 28 individuos.
- *Saurauia tomentosa* (Moquillo): 10 individuos.
- *Morella pubescens* (Laurel de cera): 10 individuos.

2.4.2. Tamaño de la muestra

Para la evaluación fenológica de las cinco especies forestales; *Hieronyma macrocarpa* (Motilón), *Caesalpinia spinosa* (Guarango), *Delostoma integrifolium* (Yaloman), *Saurauia tomentosa* (Moquillo) y *Morella pubescens* (Laurel de cera) se tomaron como muestra 10 individuos de cada sitio, según lo que menciona Founnier y Champartier (1978). El número mínimo de selección son cinco ejemplares para bosques, pero para mayor número de datos y tipo de sistema en el que se encuentra una formación vegetal para el estudio se seleccionaron 10 individuos para el estudio.

2.2.3. Muestreo

En la selección de la muestra se utilizó el método no probabilístico, al definir los criterios de evaluación. La evaluación se realizó por un grupo de expertos conformado por docentes de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte para lo cual se utilizó la escala de ponderación de la tabla 9. (Samaniego et al., 2015)

Tabla 9.

Selección por expertos - Escala para la selección del muestreo de los mejores individuos

Variables	Características fenotípicas	Puntaje
Diámetro de la copa	Copa vigorosa > 10 m	7
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3
	Copa pequeña < 5 m	1
Estado fitosanitario	Totalmente sano	6
	Presencia de plantas parasito	4
	Ataque de insectos en hojas o tallo	2
	Enfermo	1

Forma del fuste	Recto	6
	Ligeramente torcido (1 o 2 planos)	4
	Torcido (curva extrema en un plano)	2
	Muy torcido (curva extrema en más de un plano)	1
Forma de la copa	Circular	6
	Circular irregular	5
	Medio círculo	4
	Menos de medio círculo	3
	Pocas ramas	2
	Rebrotos	1
Angulo de inserción de las ramas	60-90 °	3
	30-60°	2
	0-30°	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	6
	Bifurcado en 1/3 superior	4
	Bifurcado en 1/3 medio	2
	Bifurcado en 1/3 inferior	1

Fuente: adaptado de Samaniego, Ordóñez, Prado & Morocho, 2015).

2.4.4. Metodología

Objetivo 1. Describir las fenofases de las cinco especies forestales seleccionadas, en cuatro sitios de la provincia de Imbabura.

- Para el registro fenológico se consideró dos fases: Fase vegetativa; describe el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta mediante las siguientes fenofases: Hoja joven (HJ), hoja adulta (HA).
- Fase reproductiva; describe el crecimiento y desarrollo reproductivo de la planta mediante las siguientes fenofases: flor joven y adulto (FLJ, FLA), fruto joven (FJ) y fruto adulto (FA).

La evaluación de las fenofases se realizó con el método semicuantitativo formulado por Fournier (1974), el cual establece porcentajes a la presencia de las fases fenológicas. El procedimiento fue dividir a la copa del árbol en cuatro cuadrantes (figura 2), la observación de los cuadrantes consistió en ver la presencia de la fase vegetativa y registrar las etapas de hojas jóvenes, hojas adultas, la presencia de la fase reproductiva con fenofases de flores jóvenes, flores adultas, fruto joven y fruto adulto. La toma de datos se realizó desde un sitio establecido donde se pueda observar a todo el árbol sin interrupciones. Al procesar los datos al Excel se transforman los porcentajes a escala porcentual del 0 a 4 a cada cuadrante, observando el estado que el individuo presentó como muestra en la tabla 10. El tiempo que se registró fue de 1 año.

Figura 2.

Método semicuantitativo para la observación de las fenofases.

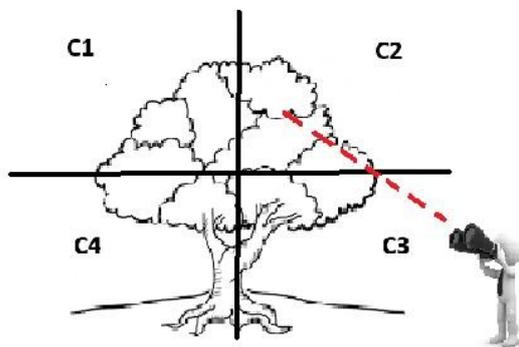


Tabla 10.

Escala de valoración del porcentaje fenológica por cuadrante

Estado	Porcentaje	Escala
Ausencia de la fenofase	0%	0
Inicio de la fenofase	1 – 25%	1
Manifestación baja de la fenofase	26 – 50%	2
Manifestación media de la fenofase	51 – 75%	3
Manifestación alta de la fenofase	76 – 100%	4

(Fournier, 1974)

Con los valores que se obtendrá con la ayuda de la escala (Fournier 1974), se establecerá el Índice Promedio mensual, individual (IPi) por cada fenofase de cada especie con la ayuda de las ecuaciones 1 y 2, que expresan la masividad de la fenofase.

Ecuación 1

- Índice promedio individual

$$IPi = \frac{\sum \text{valor de escala en cuatrates}}{n} \quad (1)$$

Donde:

IPi= Índice promedio individual
 \sum = Sumatoria valores de escala en cuadrantes
n= Número de cuadrantes

Ecuación 2.

- Índice promedio mensual

$$IPM = \frac{(Ipi1+Ipi2+\dots+n)}{n} \quad (2)$$

Donde:

IPM= Índice promedio mensual total
IPi= Índice promedio individual
n= Número total de individuos evaluados

Cuando ya se obtuvo la masividad de la fenofase de acuerdo con el porcentaje fenológico, se le clasifica dependiendo a su significancia con la ayuda de la tabla 11 (Fournier, 1974).

Tabla 11.

Escala de masividad para la clasificación de la fenofase con respecto al índice promedio.

NIVELES	CALIFICACIÓN
Masividad débil	<0.5
Masividad Baja	0.5 - <1
Masividad media	1 - <2
Masividad intensa	>2

(Founier 1974)

2.4.5. Calendario fenológico

El calendario fenológico se elaboró a partir de los datos obtenidos del comportamiento fenológico vegetativo y reproductivo observado durante un año de investigación. Cada fenofase en la elaboración del calendario se representó con un color específico correspondiente a los porcentajes fenológicos obtenidos a través de la escala de Fournier.

Objetivo 2. Determinación del potencial de producción de frutos en las formaciones de estudio.

Se trabajó con 5 individuos de la muestra de cada especie y se tomó un total de 6 ramas por cada individuo, dos en la base del árbol, dos en el centro y dos en la copa. Después, se contabilizó el número de frutos contenidos en cada rama, el total se promedió para las seis ramas evaluadas, obteniendo el número de frutos promedio por rama por árbol (Aponte & San Martin, 2011). Para obtener los datos se utilizó la siguiente ecuación:

- Promedio de frutos por rama

Ecuación 3.

$$pfp = \frac{p1 + p2 \dots \dots pnm}{n}$$

Dónde:

Pfp= Promedio de frutos por rama

pn= Numero de frutos por rama
n= Numero de ramas

Después se contabilizó el número de frutos contenidos en cada rama, el total se promedió para las seis ramas evaluadas, obteniendo el número promedio por rama por árbol (Aponte & San Martin, 2011). Para obtener estos datos se utilizó la siguiente ecuación.

- 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 tomaron seis ramas, dos por cada parte de la copa, luego se contabilizó los frutos contenidos en cada rama, el total de frutos se promedió para el número de ramas evaluadas y se multiplicó para el Pfp, obteniendo así el número de frutos por rama.

Ecuación 4.

$$Nfp = \frac{(p1 + p2 + p3 + p4 + p5 + p6)}{6} * Pfp$$

Donde:

Nfp = Numero de frutos promedio por rama

p = Sumatoria de frutos de cada rama

6= Ramas muestreadas

Pfp = Promedio de frutos por rama

- Número de frutos totales por árbol (Nfa)

El número de frutos totales por árbol se obtuvo mediante el software Excel, y se determinó mediante la ecuación.

Ecuación 5.

$$Nfa = Nfp * Nrf$$

Donde:

Nfa= Número de frutos totales de cada árbol

Nfp= Número de frutos promedio por rama

Nrf= Número de ramas con fruto

2.5. Procedimiento y Análisis de datos

Con la información de los datos obtenidos de masividad y productividad de cada árbol y de cada especie, se aplicó el análisis de varianza, para esto se tuvo que cumplir con los supuestos paramétricos de normalidad, donde se realizó la prueba de Shapiro Wilks y para la comprobación de homocedasticidad fue la prueba de Levene. La importancia de las pruebas estadísticas fue del 0.05 y, si hay diferencias en ADEVA, se debe usar la prueba de LSD de FISHER, ya que su finalidad es obtener diferencias mínimas significativas entre los datos. En caso de no cumplirse con los supuestos paramétricos se usará una prueba de Kruskal Wallis.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Especie *Delostoma integrifolium* D. Don

3.1.1. Fase vegetativa

- Hoja joven

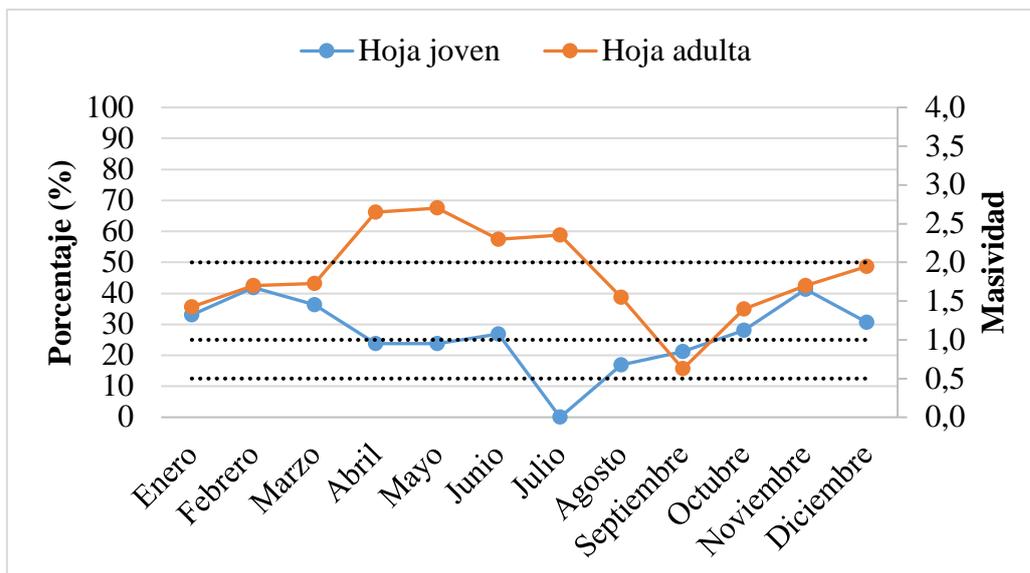
La manifestación de la fenofase, hoja joven, estuvo presente durante todos los meses, sin embargo, en los meses de febrero de hoja joven presento una mayor incidencia con un porcentaje del 41.88% y noviembre con el 41.25% respetivamente, alcanzando una masividad media (figura 3). En los meses de abril, mayo, agosto, septiembre y diciembre disminuyo su porcentaje al 0.95- 0.68% obteniendo así una masividad débil.

- Hoja adulta

La fenofase de hoja adulta se manifestó cada mes, en el mes de abril presenta un aumento de su fenofase con un porcentaje del 66.65% en el mes de abril y con el 67.50% en el mes de mayo alcanzando una masividad intensa. La incidencia de la hoja adulta disminuyó en los meses de marzo con 43.13% y octubre presentando un 35% alcanzando una masividad media. Finalmente, en el mes de septiembre su disminución fue significativa con el 15.63% que alcanzo a una masividad débil (figura 3).

Figura 3

*Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie *Delostoma integrifolium**



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

3.1.2. Fase reproductiva

- Flor joven

La manifestación de la fenofase flor joven se presentó en los meses de enero con el 0.33%, abril con el 0.83% y el mes de mayo con un 0.25% alcanzando una masividad débil (figura 4).

- Flor adulta

La manifestación de la fenofase flor adulta presentó un incremento en los meses de febrero con el 31.25% y julio con el 33.75% alcanzando a una masividad media, el mes de enero con un 0.50% y los meses de marzo con 0.20% y junio con 0.83% respecto a una masividad débil (figura 4).

- Fruto joven

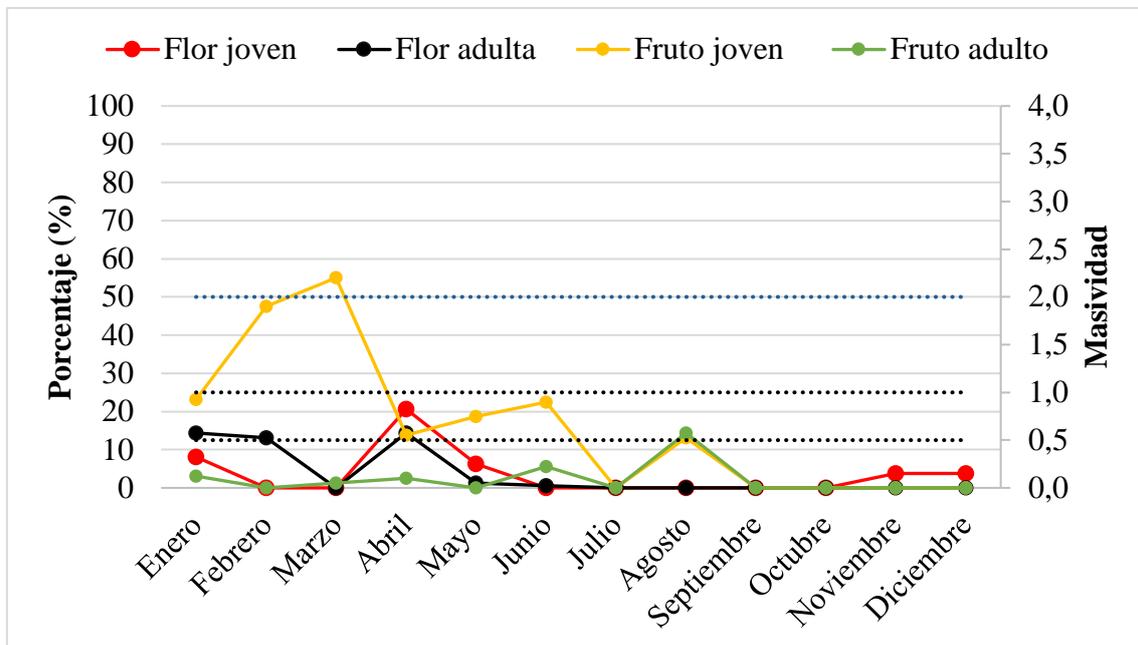
El fruto joven se manifestó durante los nueve meses, en el mes de marzo presentó un porcentaje del 55% mismo que alcanza una masividad intensa. En efecto, el mes de febrero presentó un 47.50% y una masividad media, durante los meses de enero, abril hasta agosto con valores inferiores al 1% con una masividad débil (figura 4).

- Fruto adulto

El fruto adulto se manifestó en los meses de enero, marzo, abril, junio y agosto con porcentaje inferior al 13% con una masividad débil. Durante los meses de febrero, mayo, septiembre hasta diciembre no presentó ninguna manifestación (figura 4).

Figura 4

Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie *Delostoma integrifolium*



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

Abanoto (2017) sostiene que, la floración de *D. integrifolium* varía en diferentes sitios, en Ancash, floreció entre los meses de diciembre y abril. En Baños del Inca esta especie florece a partir de mayo. Con respecto al dato obtenido por Abanoto, no existe similitud con la presente investigación en la fenofase de floración, ya que los resultados obtenidos la floración se dio en los meses de enero, febrero y abril.

Según, Minga y Verdugo (2016) la recolección de frutos se da durante los meses de noviembre y diciembre, lo cual no existe similitud ya que en la investigación la recolección de frutos se puede hacer en el mes de agosto, donde existe mayor intensidad.

3.1.3. Calenario del Yaloman

Fenofases	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hoja joven	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hoja adulta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flor joven	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flor adulta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fruto joven	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Fruto adulto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Leyenda												
Hoja joven	Hoja adulta	Flor Joven	Flor adulta	Fruto joven	Fruto adulto							
1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%							
26-50%	26-50%	26-50%	26-50%	26-50%	26-50%							
51-75%	51-75%	51-75%	51-75%	51-75%	51-75%							
76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%							

interpretación:

3.2. Especie *Saurauia tomentosa* (Kunth) Spreng.

3.2.1. Fase vegetativa

- Hoja joven

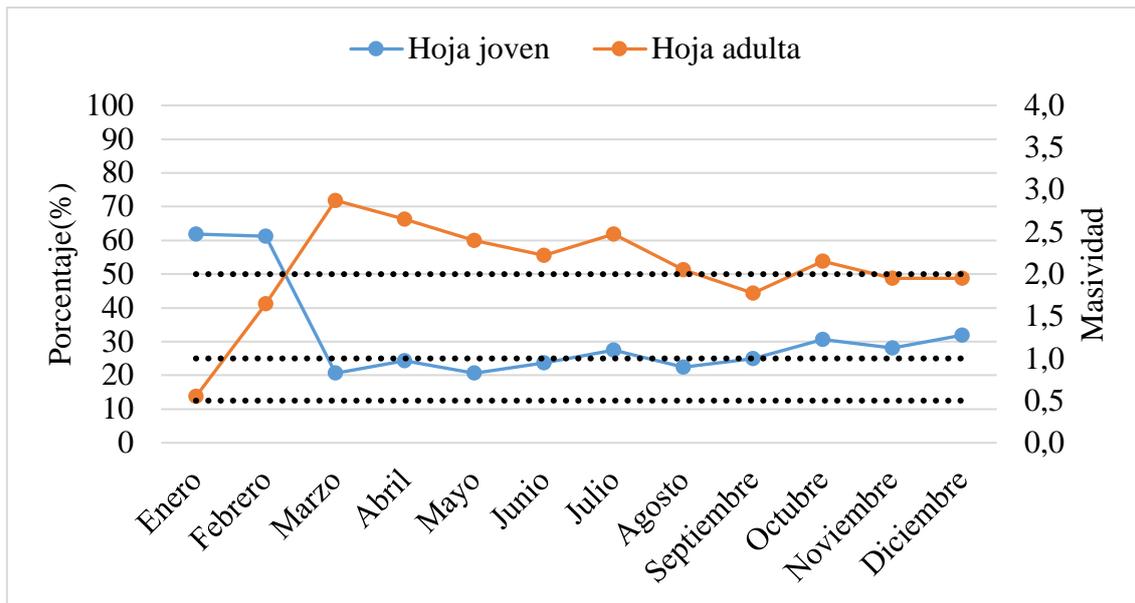
La presencia de la fenofase de hoja joven se presentó en todos los meses, pero destacándose con mayor porcentaje en los meses de enero 61.88% y febrero 61.25% teniendo una masividad intensa y en los meses de marzo y mayo con 20.63% dando una masividad media en el tiempo de la investigación (figura 5).

- Hoja adulta

La fenofase de hoja adulta se destacó en los meses de marzo 71.88%, abril con 66.25% teniendo una masividad intensa, en el mes de septiembre con 44.38% fue el mes donde tuvo el menor porcentaje de presencia de hoja madura y alcanzo una masividad media (figura 5).

Figura 5

Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie *Saurauia tomentosa*



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

El brote de las hojas se da con mayor intensidad en el mes de junio y el mínimo en septiembre, pero todo el año tuvo presencia de hojas de acuerdo a Ochoa et al. (2008) donde el género *Saurauia* en su fase vegetativa se clasifica como perenne, lo cual presenta similitud con los datos obtenidos en la investigación.

3.2.2. Fase reproductiva

- Flor joven

La manifestación esta fenofase cuyo porcentaje fue el más alto entre todos los meses, se presentó en enero 26.88% y julio 27.50% con una masividad media, los meses donde hubo menos presencia de la fenofase fue en los meses de marzo 6.88%, mayo 9.38% y agosto 0% dando así una masividad baja (figura 6).

- Flor adulta

La fenofase de flor adulta se destacó por tener mayor porcentaje en los meses de febrero con 28.13% y julio 28.13%, donde alanzo una masividad media, en los meses de marzo, abril, mayo, agosto y septiembre donde tuvo una masividad baja (figura 6).

- Fruto joven

En la fenofase de fruto joven con mayor porcentaje se pudo ver en los meses de marzo 46.25% y julio 36.88% teniendo una masividad media, con respecto a los

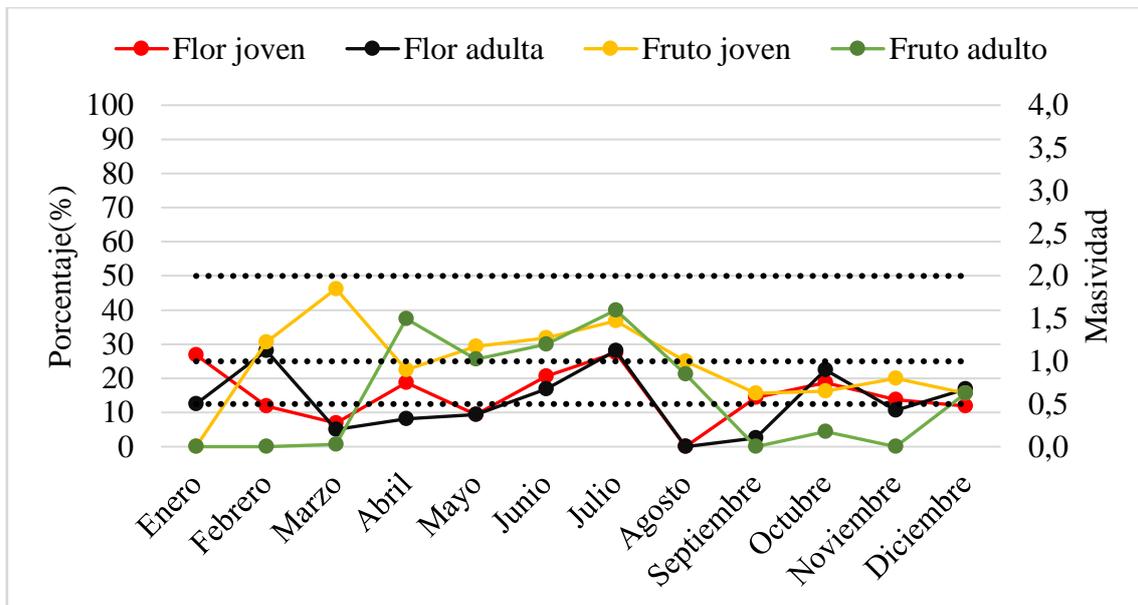
meses donde hubo una baja presencia de fruto joven que fue en el mes de enero 0% con una masividad baja (figura 6).

- Fruto adulto

En la fenofase de fruto adulto se pudo observar mayor incremento en los meses de abril con 37.50%, mayo 25.63% y julio 40% con una masividad media, en los meses donde se pudo ver menor presencia de la fenofase fueron en los meses de enero, febrero y septiembre con el 0% y llegó a la masividad baja en el tiempo de la investigación (figura 6).

Figura 6

Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie Saurauia tomentosa



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

Muños (2011), indica que la fenofase de flor adulta se presentó con mayor intensidad en el mes de noviembre, lo cual no coinciden con la información obtenida en la comunidad de Sana Rosa ya que presenta diferentes condiciones edafoclimáticas.

Rowe (1964) sostiene que, más allá de las condiciones ambientales específicas de la zona estudiada, es esencial reconocer que en ciertas áreas existe una considerable evidencia que sugiere que los ciclos fenológicos de los árboles y otras plantas no se limitan únicamente a responder al clima., sino también algunos factores como la ubicación del

órgano en la planta, la edad, el género y aspectos hereditarios pueden influir en el tiempo de floración y fructificación.

3.2.3. Calendario fenológico del Moquillo

Fenofases	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hoja joven												
Hoja adulta												
Flor joven												
Flor adulta												
Fruto joven												
fruto adulto												
Leyenda												
Hoja joven	Hoja adulta	Flor Joven	Flor adulta	Fruto joven	Fruto adulto							
1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%							
26-50%	26-50%	26-50%	26-50%	26-50%	26-50%							
51-75%	51-75%	51-75%	51-75%	51-75%	51-75%							
76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%							

3.3. Especie *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) Wilbur

3.3.1. Fase vegetativa

- Hoja joven

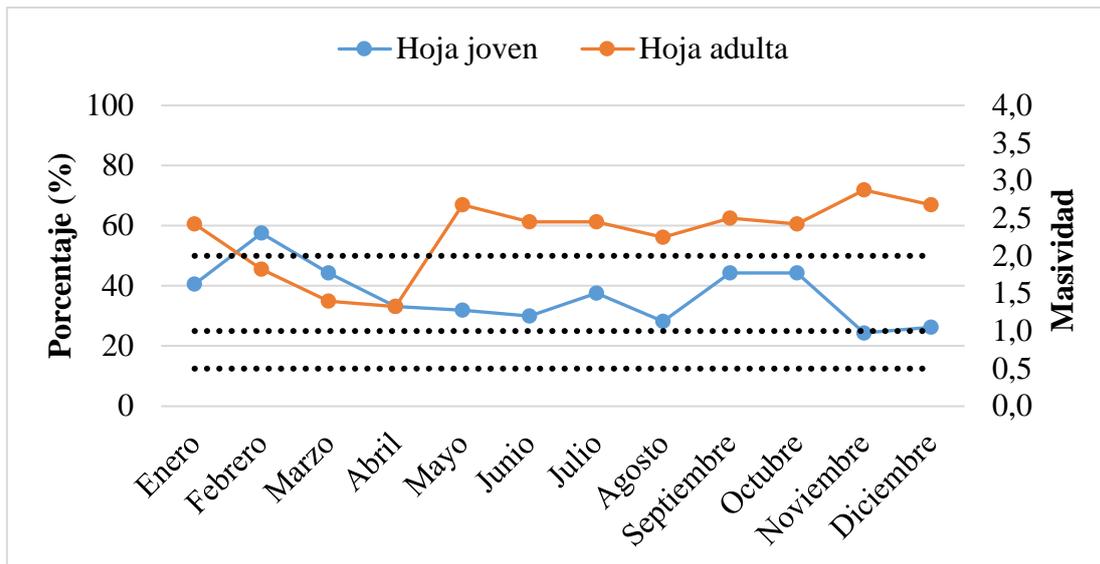
La manifestación de la fenofase hoja joven surgió en el mes de febrero con el 57.50% con masividad intensa. El mes de noviembre con el 24.38% y una masividad media (figura 7).

- Hoja adulta

La fenofase de hoja adulta se manifestó en el mes de mayo 66.88% y noviembre con un 71.88% con una masividad intensa (figura 7)

Figura 7.

Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie Morella pubescens



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

Según Gómez (2010), esta especie es semi-caducifolia, lo que significa que pierde parte de sus hojas, con pérdidas superiores al 50% en algunos árboles, especialmente durante las temporadas de coincide con la producción de frutos. menor precipitación. Este cambio en el follaje

3.3.2. Fase reproductiva

- Flor joven

La manifestación de la fenofase flor joven se presentó en el mes de enero 51.88% y julio 55 % con una masividad intensa. El mes de agosto y noviembre con 0.63% con masividad débil (figura 8).

- Flor adulta

La manifestación de la fenofase flor adulto se presentó en el mes de febrero con el 60.63 % y julio 38.75% con una masividad intensa. En el mes de noviembre con 1.88% y diciembre con 5% con masividad débil (figura 8).

- Fruto joven

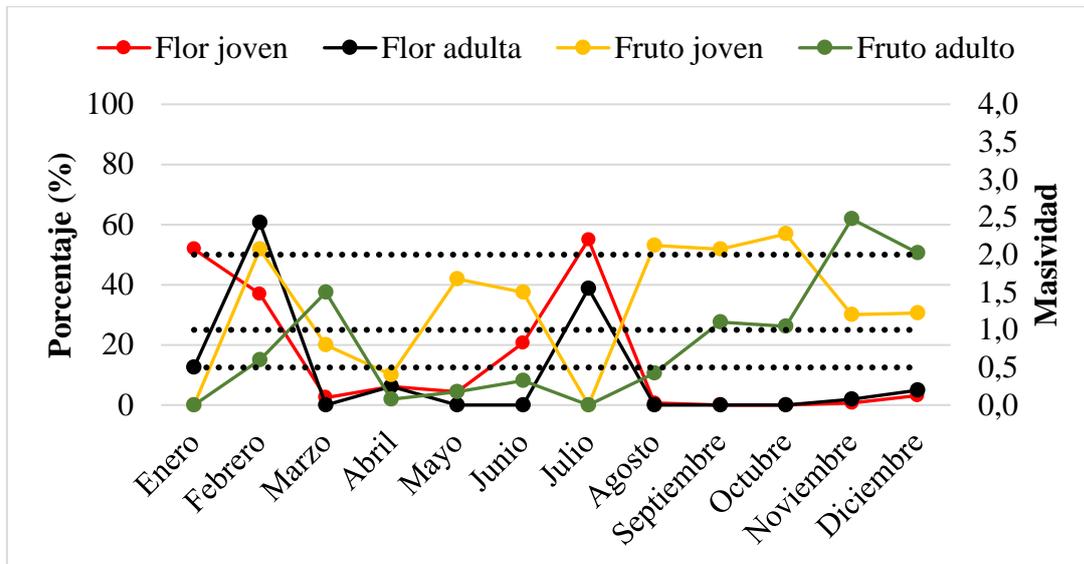
El fruto joven se manifestó en el mes de agosto con 53.13% y octubre 56.88% respectivamente, con una masividad intensa. En el mes de abril presento un 10% con una masividad débil (figura 8).

- Fruto adulto

El fruto adulto se manifestó en los meses de noviembre 61.88% y diciembre con el 50.63 % con masividad intensa. El mes de abril presento un 1.88% y mayo con el 4.38% con una masiviada débil (figura 8).

Figura 8

Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie *Morella pubescens*



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y <1); media (IP =1 y < 2); intensa (IP = > 2)

Según Gómez (2010), la floración de esta especie ocurre en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre, coincidiendo con un aumento en las lluvias. Sin embargo, los resultados de la presente investigación muestran una floración en enero y julio, indicando que la especie se adapta a un clima templado frío y húmedo, con un período de floración más temprano. Además, la planta tarda en desarrollar flores.

En cuanto a la fructificación, Gómez (2010) menciona que los frutos maduros se presentan en dos periodos: de febrero a mayo y de agosto a septiembre. En contraste, en la investigación actual, la madurez fisiológica de los frutos se observó en noviembre, coincidiendo con una mayor productividad debido a las condiciones climáticas favorables durante la época lluviosa.

3.3.3. Calendario del Laurel de cera

Fenofases	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hoja joven												
Hoja adulta												
Flor joven												
Flor adulta												
Fruto joven												
Fruto adulto												
Leyenda												
Hoja joven	Hoja adulta	Flor Joven	Flor adulta	Fruto joven	Fruto adulto							
1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	1-25%	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%	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%	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%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%	76-100%

3.4. Especie *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg.

3.4.1. Fase vegetativa

- Hoja joven

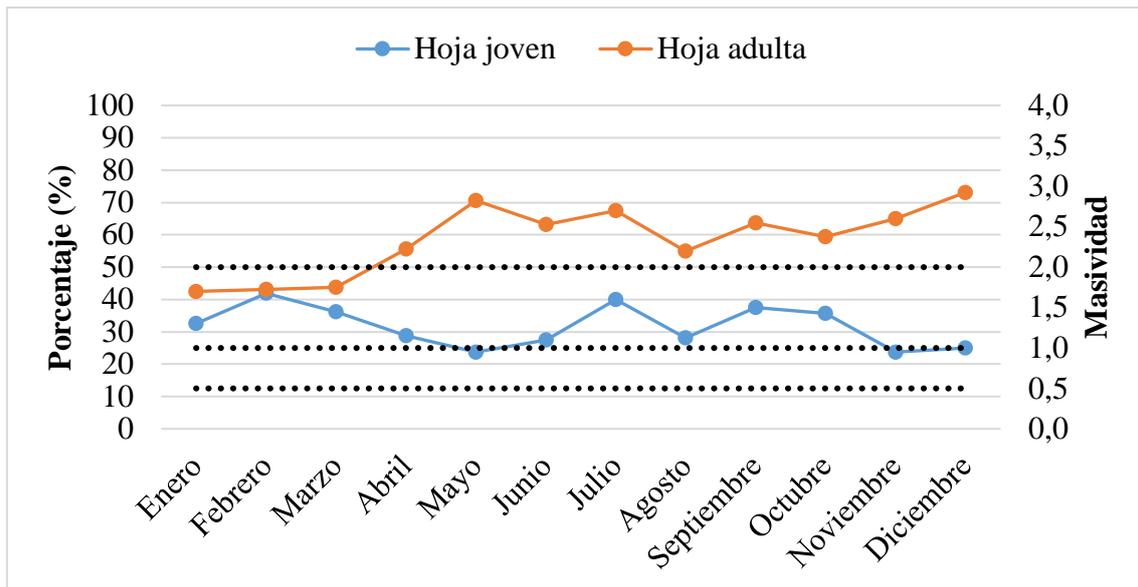
Las manifestaciones de la fenofase hoja joven se presentó en los meses de febrero 41.88% y julio 40% con una masividad intensa. El mes de mayo con un 23.75 % y diciembre 25% con una masividad media (figura 9).

- Hoja adulta

La fenofase de hoja adulta se presentó durante todos los meses, en el mes de mayo 70.63% y diciembre 73.13%, con una masividad intensa. (figura 9).

Figura 9

Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie *Hieronyma macrocarpa*



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y <1); media (IP =1 y < 2); intensa (IP = > 2)

La presencia de hojas se manifestó durante todo el año al ser una especie perennifolia, en el mes de mayo y diciembre se observó una elevación en cuanto a su porcentaje de masividad. Esto se debe a que en diciembre fue la época lluviosa el cual afecto de forma favorable a la producción de hojas.

Según (Prado & Valdebenito, 2000) menciona una que la formación de hojas se da entre marzo a mayo, cuando los árboles alcanzan su mayor foliación. Desde el mes de agosto hasta noviembre donde los árboles pierden las hojas, debido a que precipitación disminuye.

3.4.2. Fase reproductiva

- Flor joven

La manifestación de la fenofase flor joven se presentó en el mes de julio 19.38%, con una masividad media. En el mes de enero con 0.63% con masividad débil (figura 10).

- Flor adulta

La manifestación de la fenofase flor adulta se presentó en el mes de febrero 13.73% con una intensidad media. En el mes de septiembre 2.50% y noviembre 1.25% con una masividad débil (figura 10).

- Fruto joven

El fruto joven se manifestó en el mes de marzo 57.50% y junio 60.63% con una masividad intensa. En el mes de diciembre con el 6.88% con masividad débil (figura 10).

- Fruto adulto

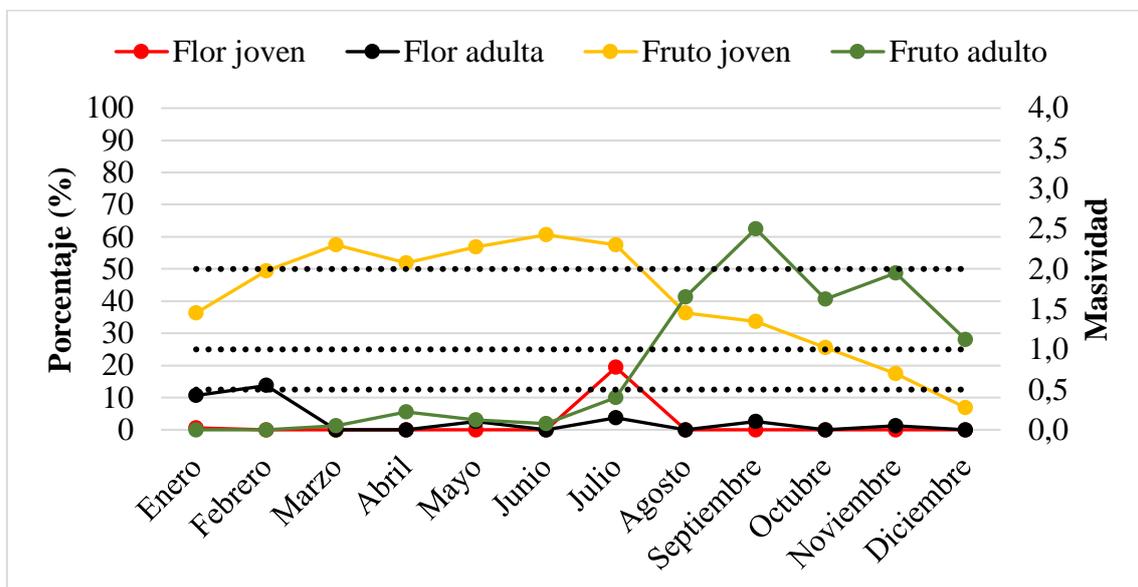
El fruto adulto se manifestó en los meses de septiembre con 62.50 % con masividad intensa. El mes de marzo presento un 1.25% y mayo 3.13% con masividad débil. (figura 10).

- Fruto adulto

El fruto adulto se manifestó en los meses de septiembre con 62.50 % con masividad intensa. El mes de agosto, octubre hasta diciembre con porcentaje del 28- 41% y desde el mes de marzo hasta julio con un 1- 10% con masividad débil. Durante los meses de enero y febrero no presentó ninguna manifestación (figura 10).

Figura 10

Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie Hieronyma macrocarpa



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

Durante los diferentes meses se observó la presencia de flores adultas que estas se mantuvieron y no existió la caída de las mismas. Por tal motivo se analizó la causa de la perdida, notando así la presencia de rumiantes alrededor de la especie. Los pobladores de la comunidad Catzoloma al ser un sitio que existe mucho pasto, lo utilizan para la alimentación de sus animales, y por la presencia de estos existe ramoneo y esto ocasiona la caída de la flor. Por otro lado, en el mes de mayo, junio y julio se evidencio fuertes vientos que pueden haber incidido a la perdida de flores.

3.5. Especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Guarango)

3.5.1. Fase vegetativa

- Hoja joven

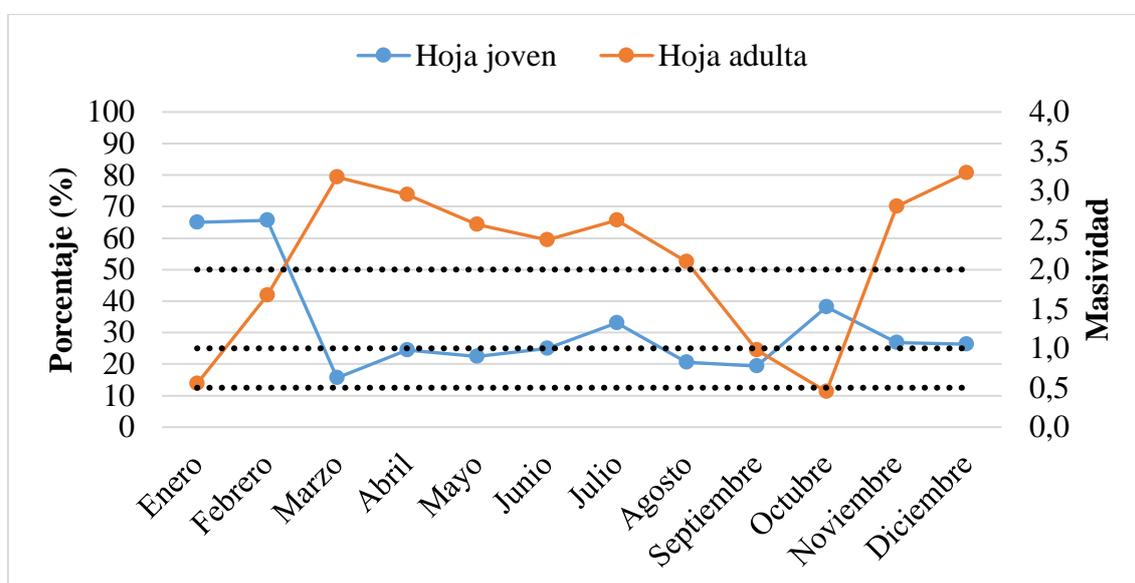
Las manifestaciones de la fenofase hoja joven se presentó en los meses de enero 65% y febrero con 65.3% con una masividad intensa. En el mes de marzo 15.63% y septiembre con 19.38 % con masividad media (figura 11).

- Hoja adulta

La fenofase de hoja adulta se manifestó con porcentajes más elevados en los meses de marzo 79.38% y diciembre con 80.63 %, con una masividad intensa. En el mes de octubre 11.25% con una masividad débil (figura 11).

Figura 11

Representación gráfica del comportamiento vegetativo de la especie *Caesalpinia spinosa*



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y <1); media (IP =1 y < 2); intensa (IP = > 2)

3.5.2. Fase reproductiva

- Flor joven

La manifestación de la fenofase flor joven se presentó en los meses de enero 31.88% y julio con 30.63 % con una masividad intensa. En el mes de marzo con 6.88% con una masividad débil (figura 12).

- Flor adulta

La manifestación de la fenofase flor adulto se presentó en los meses de febrero 31.25% y julio con 33.75 % alcanzando a una masividad intensa. En el mes de marzo 5% y abril 8.75% con una masividad débil (figura 12).

- Fruto joven

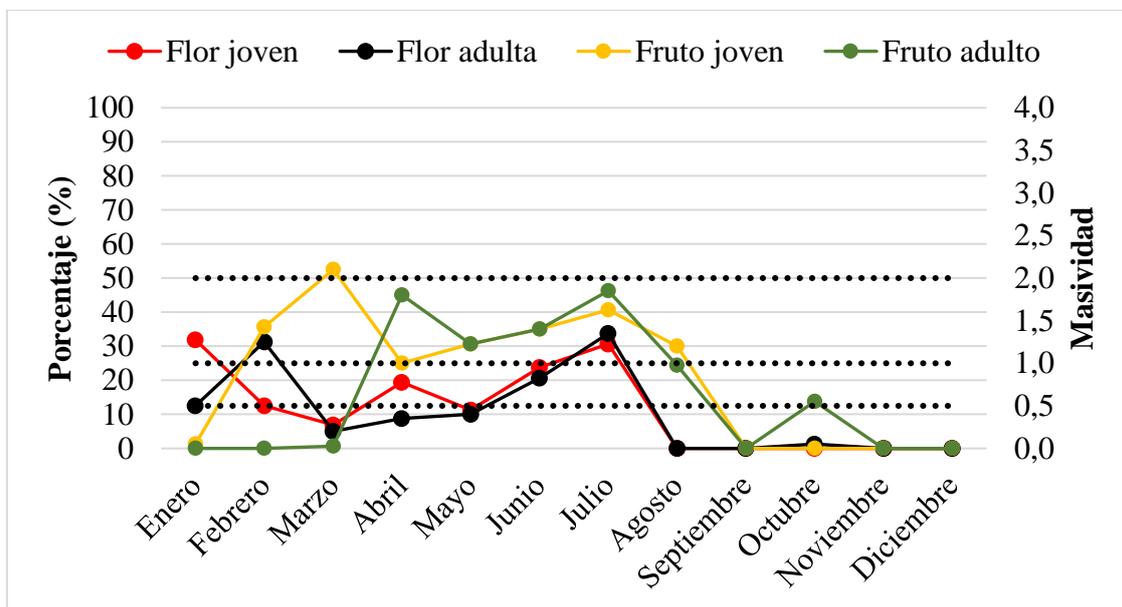
El fruto joven se manifestó en el mes de marzo con un 52.50% y julio 40.63% con una masividad intensa. El mes de enero presento con 1.25% con una masividad débil (figura 12).

- Fruto adulto

El fruto adulto se manifestó en el mes de abril 45% y el mes de julio con 46.25% con una masividad intensa. En el mes de marzo 0.63% con a una masividad débil (figura 12).

Figura 12

Representación gráfica del comportamiento reproductivo de la especie *Caesalpinia spinosa*.



Nota: débil (IP = < 0.5); baja (IP = 0.5 y < 1); media (IP = 1 y < 2); intensa (IP = > 2)

En la fenología el clima juega un papel fundamental y cualquier cambio en las condiciones climáticas puede tener efectos significativos en el tiempo y la secuencia de los eventos en el ciclo de vida de las plantas. Esto es particularmente importante en el contexto del cambio climático o fenómenos, donde las alteraciones en los patrones climáticos como en afecto en la fase vegetativa ya que durante los meses de septiembre y octubre bajo considerablemente la presencia de las hojas adultas.

Los resultados obtenidos tuvieron una similitud con la investigación de Prado y Valdebenito (2000) menciona que la floración se inició en enero y se prolongó hasta el mes de marzo, alcanzando plena floración y una segunda manifestación se dio en los meses de octubre a noviembre, posiblemente por consecuencia de la época seca.

3.5.3. Calendario fenológico de Guarango

Fenofases	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hoja joven												
Hojas adulta												
Flor joven												
Flor adulta												
Fruto joven												
Fruto adulto												
Leyenda												
Hoja joven	Hoja adulta		Flor Joven		Flor adulta		Fruto joven		Fruto adulto			
1-25%	1-25%		1-25%		1-25%		1-25%		1-25%			
26-50%	26-50%		26-50%		26-50%		26-50%		26-50%			
51-75%	51-75%		51-75%		51-75%		51-75%		51-75%			
76-100%	76-100%		76-100%		76-100%		76-100%		76-100%			

3.6. Análisis estadístico de masividad de la fenofase de fruto adulto

- *Hieronyma macrocarpa*

Al realizar los supuestos paramétricos, no existió normalidad ni homocedasticidad porque presento un p-valor $< 0,05$ por tal razón se realizó la prueba de Kruskal Wallis, donde indica que al menos una de los meses presenta una masividad estadísticamente diferente en su fenofase de fruto adulto, teniendo cuatro categorías de A, AB, BC, C, siendo la categoría C la que tiene mayor masividad en los meses de septiembre, noviembre, aceptando así la hipótesis alterna.

Tabla 12

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Motilón.

Variable	Mes	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Fruto adulto	I1	10	0	0	0	60,03	<0.0001
Fruto adulto	I10	10	1,63	1,12	1,63		

Fruto adulto	I11	10	1,95	0,99	2,38
Fruto adulto	I12	10	1,13	0,81	1,13
Fruto adulto	I2	10	0	0	0
Fruto adulto	I3	10	0,05	0,16	0
Fruto adulto	I4	10	0,23	0,71	0
Fruto adulto	I5	10	0,13	0,21	0
Fruto adulto	I6	10	0,08	0,24	0
Fruto adulto	I7	10	0,4	0,46	0,25
Fruto adulto	I8	10	1,65	1,26	1,75
Fruto adulto	I9	10	2,5	1,15	2,63

Meses.	Medias	Ranks			
I1	0	33,5	A		
I2	0	33,5	A		
I3	0,05	37,4	A		
I6	0,08	37,95	A		
I4	0,23	40,3	A		
I5	0,13	44,75	A		
I7	0,4	58,75	A	B	
I12	1,13	76,7		B	C
I10	1,63	84,65		B	C
I8	1,65	84,75		B	C
I11	1,95	93,35			C
I9	2,5	100,4			C

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

- *Caesalpinia spinosa*

Al realizar los supuestos paramétricos, no existió normalidad ni homocedasticidad porque presento un p-valor $< 0,05$ por tal razón se realizó la prueba de kruskal Wallis, donde indica que al menos una de los meses presenta una masividad estadísticamente diferente en su fenofase de fruto adulto (figura 13), teniendo las categorías A, AB, BC, C, siendo la categoría C la que tiene mayor masividad en los meses de junio, abril y julio, aceptando así la hipótesis alterna.

Tabla 13

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Guarango

Variable	Mes	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Fruto adulto	I1	10	0	0	0	80,52	<0.0001
Fruto adulto	I10	10	0,55	0,48	0,75		
Fruto adulto	I11	10	0	0	0		
Fruto adulto	I12	10	0	0	0		
Fruto adulto	I2	10	0	0	0		
Fruto adulto	I3	10	0,03	0,08	0		
Fruto adulto	I4	10	1,8	0,81	2		
Fruto adulto	I5	10	1,23	0,63	1,25		
Fruto adulto	I6	10	1,4	0,75	1,25		
Fruto adulto	I7	10	1,85	0,59	1,75		
Fruto adulto	I8	10	0,98	0,25	1		
Fruto adulto	I9	10	0	0	0		

Meses	Medias	Ranks		
I2	0	33,5	A	
I12	0	33,5	A	
I11	0	33,5	A	
I9	0	33,5	A	
I1	0	33,5	A	
I3	0,03	36,85	A	
I10	0,55	59,1	A	B
I8	0,98	80,1		B C
I5	1,23	86		B C
I6	1,4	91,05		C
I4	1,8	100,75		C
I7	1,85	104,65		C

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

- *Delostoma integrifolium*

Al realizar el análisis estadístico se pudo obtener que no existe normalidad ($p < 0,0001$) pero si existe homocedasticidad ($p > 0,99$), al tener como resultados que

si existe uno de los supuestos paramétricos se procedió a realizar la prueba de LSD Fisher donde muestra que existen diferencias significativas de la masividad del fruto adulto de la especie *Delostoma integrifolium* D. Don en los 12 meses de estudio ya que existe tres categorías de A,AB, B y C (figura 14), siendo C la categoría donde hubo mayor masividad en el mes de agosto, esta fue estadísticamente significativa superior a la obtenida en los demás meses, en segundo lugar está el mes de junio

Tabla 14

Prueba paramétrica de LSD Fisher para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Yalomán

Meses	Medias	n	E.E.		
M12	0	10	0,06	A	
M11	0	10	0,06	A	
M10	0	10	0,06	A	
M7	0	10	0,06	A	
M5	0	10	0,06	A	
M2	0	10	0,06	A	
M9	0	10	0,06	A	
M3	0,05	10	0,06	A	
M4	0,1	10	0,06	A	B
M1	0,13	10	0,06	A	B
M6	0,23	10	0,06		B
M8	0,58	10	0,06		C

Nota: Alfa=0.05, DMS=0.16993, Error: 0.0367 gl: 108

- *Saurauia tomentosa* (Kunth) Spreng.

Al realizar los supuestos paramétricos no existió normalidad ni homocedasticidad ya que presentaron un p-valor < 0,05 por tal razón se realizó la prueba de Kruskal Wallis, donde indica que al menos una de los meses presenta una masividad estadísticamente diferente en su fenofase de fruto adulto (figura 15), teniendo cinco categorías de A, AB, BC, CD y D, siendo la categoría D la que tiene mayor masividad en el mes de julio, aceptando la hipótesis alterna.

Tabla 15

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas del Moquillo.

Variable	Mes	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Fruto adulto	M1	10	0	0	0	60,92	<0.0001
Fruto adulto	M10	10	0,18	0,37	0		
Fruto adulto	M11	10	0	0	0		
Fruto adulto	M12	10	0,63	0,6	0,63		
Fruto adulto	M2	10	0	0	0		
Fruto adulto	M3	10	0,03	0,08	0		
Fruto adulto	M4	10	1,5	0,93	1,63		
Fruto adulto	M5	10	1,03	0,7	1		
Fruto adulto	M6	10	1,2	0,85	1,25		
Fruto adulto	M7	10	1,6	0,8	1,75		
Fruto adulto	M8	10	0,85	0,39	0,88		
Fruto adulto	M9	10	0	0	0		

Meses	Medias	Ranks				
M2	0	35	A			
M11	0	35	A			
M9	0	35	A			
M1	0	35	A			
M3	0,03	38,5	A	B		
M10	0,18	43,75	A	B		
M12	0,63	66,35		B	C	
M8	0,85	78,15			C	D
M5	1,03	80,15			C	D
M6	1,2	85,65			C	D
M4	1,5	93,8			C	D
M7	1,6	99,65				D

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

- *Morella pubescens*

Al realizar los supuestos paramétricos, no existió normalidad ni homocedasticidad porque presento un p-valor $< 0,05$ por tal razón se realizó la prueba de Kruskal

Wallis, donde indica que al menos una de los meses presenta una masividad estadísticamente diferente en fruto adulto (figura 16), teniendo las categorías A, AB, BC, CD, De y E, siendo la categoría E la que tiene mayor masividad en el mes noviembre así aceptado la hipótesis alterna.

Tabla 16

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas de Laurel de cera.

Variable	Mes	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Fruto adulto	I1	10	0	0	0	80,2	<0.0001
Fruto adulto	I10	10	1,05	0,31	1		
Fruto adulto	I11	10	2,48	0,3	2,5		
Fruto adulto	I12	10	2,03	0,34	2,25		
Fruto adulto	I2	10	0,6	0,76	0,38		
Fruto adulto	I3	10	1,5	1,15	1,75		
Fruto adulto	I4	10	0,08	0,17	0		
Fruto adulto	I5	10	0,18	0,33	0		
Fruto adulto	I6	10	0,33	0,37	0,25		
Fruto adulto	I7	10	0	0	0		
Fruto adulto	I8	10	0,43	0,47	0,25		
Fruto adulto	I9	10	1,1	0,27	1		
Meses	Medias	Ranks					
I7	0	25,5	A				
I1	0	25,5	A				

I4	0,08	31,6	A	B			
I5	0,18	36,95	A	B			
I6	0,33	45,2	A	B			
I8	0,43	49,1	A	B			
I2	0,6	56,6		B	C		
I10	1,05	79,9			C	D	
I9	1,1	81,8			C	D	E
I3	1,5	81,85			C	D	E
I12	2,03	100,6				D	E
I11	2,48	111,4					E

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

3.7. Análisis estadístico de productividad de fruto adulto

- *Hieronyma macrocarpa*

Al analizar los datos de los cinco individuos, el individuo M10 mostró un valor del 71.250 fruto por árbol siendo superior al resto de los individuos (tabla 17).

Al determinar la medida de resumen de los 5 individuos se tiene un promedio de 37.032. La desviación estándar es de 27.861,37 que significa que se aleja al promedio, el coeficiente de variación es del 75,24 (tabla 17) lo que significa que los valores de productividad entre los árboles son muy diferentes ya que es mayor al 30%.

Tabla 17

Productividad de los cinco individuos de Motilón

Productividad	Individuos
8.280	Mo3
16.200	Mo7
61.380	Mo8
28.050	Mo9
71.250	Mo10

Tabla 18*Medidas de resumen de la especie Motilón*

Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Med
Productividad	5	37.032	27.861,37	621004536	12.460	75,24	8.280	71.250	28.050

- *Caesalpinia spinosa*

Una vez que se determinó los cinco individuos, el individuo G8 (tabla 19) mostró un valor de 2.628 frutos por árbol siendo el superior al resto de los individuos

Al determinar las medidas de resumen de los cinco individuos, se tiene un promedio de 1.078,4. La desviación estándar es de 961,33 que significa que se aleja al promedio. el coeficiente de variación es del 89,14 lo que significa que los valores de productividad entre los árboles son muy diferentes (tabla 20.)

Tabla 19*Productividad de los cinco individuos de Guarango*

Productividad	Individuos
205	G4
830	G5
1300	G6
429	G7
2628	G8

Tabla 20*Medidas de resumen de la especie Guarango*

Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Med
Productividad	5	1078,4	961,33	739323,44	429,92	89,14	205	2628	830

- *Delostoma integrifolium*

Al determinar la productividad de los cinco individuos de la especie *Delostoma integrifolium*, el individuo Y8 (tabla 21) mostró un valor de 240 frutos que fue superior al resto de los individuos.

La medida de resumen de la especie *Delastoma integrifolium*, los cinco individuos se tiene un promedio de 256. La desviación estándar es de 150,88 que significa

que se aleja al promedio. el coeficiente de variación es de 58 (tabla 22) lo que significa que los valores de productividad entre los árboles son diferentes.

Tabla 21

Productividad de los cinco individuos de Yaloman

Productividad	Individuos
89	Y5
240	Y6
134	Y7
436	Y8
381	Y9

Tabla 22

Medidas de resumen de la especie Yaloman

Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Med
Productividad	5	256	150,88	18210,8	67,47	58,94	89	436	240

- *Saurauia tomentosa*

Al determinar los cinco individuos de la especie *Delostoma integrifolium*, el individuo M9 (tabla 23) mostró un valor de 6.450 frutos que fue superior al resto de los individuos.

La medida de resumen de los cinco individuos se tiene un promedio de 4.254,2. La desviación estándar es de 1.954,06 que significa que se aleja al promedio, el coeficiente de variación es del 45,93 (tabla 24) lo que significa que los valores de productividad entre los árboles son muy diferentes ya que es mayor al 30%.

Tabla 23

Productividad de los cinco individuos de Moquillo

Productividad	Individuos
1.800	M6
2.945	M7
4.176	M8
6.450	M9

5.900	M10
-------	-----

Tabla 24

Medidas de resumen de la especie Moquillo

Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Med
Productividad	5	4254,2	1954,06	3054682,56	873,88	45,93	1800	6450	4176

-Morella pubescens

Una vez determinado la productividad de los cinco individuos de la especie *Morella pubescens*, el individuo L3 (tabla 25) fue el que mostró un valor de 32.000 frutos que fue superior al resto de los individuos.

Al realizar la medida de resumen, en promedio tenemos 12.701,6 de productividad. Una desviación estándar de 11.842, que significa que los valores de en promedio se alejan este valor del promedio. El coeficiente de variaciones de más del 93 (tabla 26). lo que significa que los valores de productividad entre los árboles son bastante diferentes.

Tabla 25

Productividad de los cinco individuos de Laurel de cera

Productividad	Individuos
16.308	L1
4.400	L2
32.000	L3
5400	L9
5.400	L10

Tabla 26

Medidas de resumen de la especie del Laurel de cera

Variable	n	Media	D.E.	Var(n)	E.E.	CV	Mín	Máx	Med
Productividad	5	12702	11842,48	112195530	5296,1	93,24	4400	32000	5400

Hoekstra et al., (1986) explican que diversos factores afectan la capacidad de producción de semillas, como el momento en que las plantas comienzan a florecer y la duración de

su período productivo. Por otro lado, Alba et al., (2004), a través de investigaciones realizadas, concluye que el tamaño de las copas no es un factor determinante en el potencial de semillas, ya que la cantidad de estas se ve mayormente influenciada por las condiciones ambientales en las que crecen los individuos.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El comportamiento de la fase vegetativa de las especies en estudio, indican que tienen una masividad media a alta, además conservan su follaje durante todos los meses del año, mientras que la fase reproductiva indica que tienen una masividad media, lo cual permite complementar el conocimiento técnico para la elaboración de calendarios fenológicos.
- La especie que se destacó en cuanto a la productividad fue *Hieronyma macrocarpa* (Motilón) con un total de 185.160 frutos de los cinco individuos evaluados, además, la especie *Delostoma integrifolium* (Yaloman), se distinguió de las demás, por presentar la menor productividad entre las especies, con un total de 1.280 frutos de los cinco individuos evaluados.

Recomendaciones

- Investigar con mayor profundidad la fenología de diversas especies de interés comercial, cultural y social.
- Incorporar variables adicionales de estudio como la temperatura, precipitación y humedad para así analizar de manera exhaustiva la influencia de las condiciones climáticas en el desarrollo de las distintas fases fenológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanoto, F. (2017). Evaluación del efecto de tres sustratos en la emergencia de la *Delostoma integrifolium* D. Don (bignoniaceae) de dos localidades de la provincia de Cajamarca. p. 2-8. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1696/>
- Acosta, B. (2021). Partes del fruto y sus funciones. [PARTES del FRUTO y sus FUNCIONES - Resumen con esquema \(ecologiaverde.com\)](#)
- Aguinda, J., Asanza, K., Erazo, A. & Paredes, J. (2020). Los Bosques del Ecuador. <https://es.slideshare.net/CarlosParedesLpez/los-bosques-del-ecuador>
- Aguirre, Z. (2012). ESPECIES FORESTALES BOSQUES SECOS ECUADOR. https://enf.ambiente.gob.ec/web_enf/documentos/especiesForestalesBosqueSeco.pdf
- Alarcón, G. (2017). Planificación del uso del suelo de la parroquia Urcuquí del cantón San Miguel de Urcuquí. <https://dspace.pucesi.edu.ec/handle/11010/1002>
- Alba L.J., mendizábal, H.L. y Cruz, J.H. (2004). Potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov en tres sitios de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 2(1):29-32. <https://www.redalyc.org/pdf/497/49760206.pdf>
- Alonso, J. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. (2011). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 45, núm. 2. 107-115 pp. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>
- Alwyn, G. "Flora de Colombia". Casa editorial. 2009. p. 462. http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Archivos_Libros/Flora_de_Colombia/Bignoniaceae.pdf
- Andrango Y., Buitrón C., Chico L., Pomasqui H., Mugmal C., Toledo J., Guachamin E. (2023). Distribución geográfica del motilón, moquillo, guarango, arrayan, pumamaqui, cerote y laurel de cera en la provincia de Imbabura.
- Aponte, R., & Sanmartín, 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. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5345>

- Asociación ecosistemas andinos [ECOAN]. (2020). Acción Andina has been named a winner of Prince William's Earthshot Prize in the "Protect and Restore Nature" category. <https://www.ecoanperu.org/>
- Ayala, K. (2014) "ADECUADO APROVECHAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS POR LOS HABITANTES DE LA COMUNIDAD CATZOLOMA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA". <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9949/1/T-ESPE-048323.pdf>
- Barragán, M. (2019). Universidad de las Américas. <https://www.udla.edu.ec/2019/11/analisis-de-la-biodiversidad-en-ecuador/>
- Berra, E. & Gaulton, R. (2021). Remote sensing of temperate and boreal forest phenology: A review of progress, challenges and opportunities in the intercomparison of in-situ and satellite phenological metrics Forest Ecology and Management. Scientific article. ScienceDirect. (Volume 480) <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112720314328?via%3Dihub>
- Bosco. https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8784/1/Uazuay_Libro_GuiaArboles.pdf
- Cabrera, M. (2016). Determinación de la fenología foliar mediante la interpretación de fotografías hemisféricas, del bosque seco en la transición época seca y la terminación de la época de lluvia, en la reserva natural laipun. Tesis de grado. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11262/1/TESIS_PRISCILA%20CABRERA.pdf
- Carrasco, C. & Alfonso, M. (2015). Fuentes semilleras y conservación ex situ de semillas de árboles y arbustos del sector de Puñapí – Cantón Patate provincia de Tungurahua. <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/21835>
- Chimarro, C., Cue, J, Arcos, C., Paredes, H. (2023). FLORA DEL BOSQUE SECO. https://issuu.com/utnuniversidad/docs/e-book_flora_del_bosque_seco
- Cleland, E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H. & Schwartz, D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. Trends Ecol. Evol. 22: 357-365.

https://www.researchgate.net/publication/6352234_Shifting_plant_phenology_in_response_to_global_change

- Contento R. (2000). Estudio de la composición florística y regeneración natural forestal del bosque seco en la Ceiba Grande, cantón Zapotillo. Tesis Ing. For. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. 72 p.
- Cortés, L., Camacho, S. & Matoma, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 23(1):e1483. <http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>
- Cué, J., Ramírez, J., Changoluisa, C., Quilismal, M., Vallejos, H., Paredes, H. & Carrión, A. (2023). Estudio fenológico de *Cinchona pubescens* Vahl. en dos ecosistemas forestales, Intag, Imbabura. Bosques Latitud Cero, 13(1), 11–24. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i1.1652del> Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/11742/3/17271.pdf>
- Demarée, G., & Rutishauser, T. (2011). From “Periodical Observations” to “Anthochronology” and “Phenology” - the scientific debate between Adolphe Quetelet and Charles Morren on the origin of the word “Phenology”. Scientific article. Core. <https://core.ac.uk/download/pdf/33037716.pdf>
- Di Benedetto, A. & Tognetti, J. (2016). Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos. Artículo científico. Scielo. [Técnicas de análisis de crecimiento de plantas: su aplicación a cultivos intensivos \(scielo.org.ar\)](https://doi.org/10.1590/1980509828608)
- Ferrera, T., Pelissaro, T., Eisinger, S., Righi, E. & Buriol, G. (2017). FENOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS ARBÓREAS NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Ciência Florestal, 27(3), 753–766. <https://doi.org/10.5902/1980509828608>
- Fournier LA, Charpantier C. (1974). El tamaño de la muestra y la frecuencia de observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba, 25 (1): 45-48.
- Fournier LA. 1978. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Cespedesia, 7 (25-26): 21-23.

- GAD PARROQUIAL PLAZA GUTIÉRREZ. (2020). Administración 2023-2027. <https://plazagutierrez.gob.ec/?p=33>
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (2021). <https://www.gbif.org>
- Gobierno Autonomo Descentralizado parroquial de Tumbabiro [GAD]. (2023). https://www.gadtumbabiro.gob.ec/documentos/PDOT_2020-2023.pdf?
- Gomez, M. (2010) Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de Corantioquia. Volumen 1. 228p. https://issuu.com/corantioquia/docs/fenologia__1_
- Gómez, M. (2011). Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, un paso hacia su conservación. (volumen II, 132p. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/12569/81280_67208.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Graciano, A., Alanís, E., Rubio, E., Valdecantos, A. & Aguirre, O. (2020). Composición y estructura espacial de cinco asociaciones de bosques de *Pinus durangensis*. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2621933>
- Hechavarría, O. (2009). Contribución de la fenología a la conservación de tres especies forestales en Tope de Collantes. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río.
- HERBARIO LOJA, UNISIG, CINFA. (2001). Zonificación y determinación de los tipos de Bosque seco en el suroccidente de la provincia de Loja. Informe Final. Herbario LOJA/Proyecto Bosque Seco, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 144 pp.
- Hofstede, R., Lips., J. y Jongsma, W (1998). GEOGRAFÍA, ECOLOGÍA Y FORESTACIÓN DE LA SIERRA ALTA DEL ECUADOR. Editorial Abya-Yala. https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1445&context=abya_yala
- Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander Van Humboldt. (2020). Regeneración natural en los bosques secos. <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap2/202/#seccion1>
- Instituto Nacional de Biodiversidad INABIO. (2014). Datos de diversidad biológica: estado y tendencias de la diversidad biológica. <http://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/>

- Jijón, R. & Torres, K. (2008). Fenología de once especies forestales en el bosque natural del Cantón Mocache y parcelas establecidas en la represa Daule- Peripa. 104 p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/04e6c43d-9c3c-47fd-ac66-907207e6d54f>
- Johnson, C., Ortiz, N., Calapucha, J. & Chango, G. (2020). Los bosques del Ecuador. https://issuu.com/calva_johnson_1997/docs/los_bosque_de_ecuador
- Lozano, P. (2002). Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. *Botanica Austroecuatorialiana. Estudios sobre los recursos vegetales en el provincial de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe*. Abya-Yala, Quito, 29-49. https://elbosque.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/Lozano_Unknown_Los-tipos-de-bosque-en-el-sur-del-ecuador.pdf
- Manchego, C., Hildebrandt, P., Cueva, J., Espinosa, C., Stimm, B. & Günter, S. (2018). Climate change versus deforestation: Implications for tree species distribution in the dry forests of southern Ecuador. *PLoS ONE* 12(12): e0190092. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190092>
- Minga, D. & Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca*. Imprenta Don
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2008). *NORMAS DE MANEJO SUSTENTABLE BOSQUES ANDINOS*. <https://ecuadorforestal.org/wpcontent/uploads/2010/05/NormaBosquesAndinos.pdf>
- Muñoz, A. (2011). Fenología de Moco (*Saurauia bullosa*) y Motilon (*Freziera canescens*), en un bosque alto Andino, vereda el cofre, Municipio de Totoró Departamento del Cauca. Universidad Del Cauca.
- Ochoa, S., Pérez, I., y de Jong, E. (2008). Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique. *Revista de biología Tropical*, 657-673. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/449/44918833020.pdf>
- Ottone, J. (2010). *Introducción a la ecología*. 1ª Ed. 256p.
- Pacheco, F. (2010). "CICLO FENOLOGICO ANUAL DE DOS VARIEDADES DE TARA {*Caesalpinia spinosa*} Mol. ktze EN LAS LOCALIDADES DE

SIMPAPATA, PAQUECC Y NINO YUCAY - AYACUCHO".
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3196>

Patiño, P. (2022). Guía para el jardín botánico de Cuenca. Tesis de grado, Universidad

Prado, L. &Valdebenito, H. (2000). Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Intercooperation.

Quijije, R. (2015)."Mejoramiento y productividad de los sistemas agroforestales".
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/88/1/QUIJIJE%20MERO%20ROBERT%20ALBERTO.pdf>

Reyes, L. (2007). HISTORIA DE LA ECOLOGÍA.
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1934.pdf

Samaniego, C., Ordóñez, O., Prado, L. y Morocho, M. (2015). Fuentes semilleras y semillas forestales nativas de Loja y Cañar: participación social en el manejo. Loja: FOSEFOR.

Sánchez, F. & Pontes, A. (2010). LA COMPRENSIÓN DE CONCEPTOS DE ECOLOGÍA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7(), 270-285.

Schwartz, M. (2013). Phenology: An integrative environmental science (2nd Ed., pp. 1-5). <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-6925-0>

Serrada, R. (2003). REGENERACIÓN NATURAL: SITUACIONES, CONCEPTO, FACTORES Y EVALUACIÓN. Artículo científico. Dialnet.

Troya, V., Cuesta, F., y Peralvo, M. (2004). Food habits of Andean bears in the Oyacachi River Basin, Ecuador. *Ursus*, 15(1), 57-60. [https://doi.org/10.2192/1537-6176\(2004\)015%3C0057:FHOABI%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.2192/1537-6176(2004)015%3C0057:FHOABI%3E2.0.CO;2)

Universidad EIA (2014). Catálogo virtual de flora de Alta Montaña
<http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>

Vallejos, H. V., Vilema, G., Díaz, C. & Cue, J. (2023). Estudio fenológico de Juglans neotropica Diels. en Imbabura. Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 13(2), 23–33.
<https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1881>

- Van Schaik, C., Terborgh, J., & Wright, S. (1993). The Phenology of Tropical Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers. 24(1), 353-377. Scientific article. Annual review of ecology and systematics. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.002033>
- Varela, A. y Ron, S. (2020). Geografía y Clima del Ecuador. <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>
- Vázquez, P., Alejano, R., Benavides, R., Martín, D., López, C., Macías, R., González, A., Mutke, S & Roig, S. (2011). Influencia del clima y la humedad de suelo en la fenología del crecimiento secundario de encina (*Quercus ilex* Lam.) en un gradiente climático peninsular. Artículo científico. Archivo Digital UPM. <https://oa.upm.es/11444/>
- Xiaoyan, S., Cathleen.M. & Brunner, A. (2022). Functional diversification of the transcription factor populus Lowerin locus D-like 3 and two paralogs in shool ontogeny,flowering and vegetative phenology. Frinters in plant science. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.805101>

ANEXOS

Anexo 1.

Hoja de registro de datos en campo

Especie: _____

Observador: _____

Árbol 1	Cuadrantes				Árbol 6	Cuadrantes			
VARIABLES	I	II	III	IV	variables	I	II	III	IV
H.joven					H.joven				
H.madura					H.madura				
Fl.joven					Fl.joven				
Fl. Madura					Fl. Madura				
Fr. Joven					Fr. Joven				
Fr maduro					Fr maduro				
Árbol 2	Cuadrantes				Árbol 7	Cuadrantes			
VARIABLES	I	II	III	IV	variables	I	II	III	IV
H.joven					H.joven				
H.madura					H.madura				
Fl.joven					Fl.joven				
Fl. Madura					Fl. Madura				
Fr. Joven					Fr. Joven				
Fr maduro					Fr maduro				
Árbol 3	Cuadrantes				Árbol 8	Cuadrantes			
VARIABLES	I	II	III	IV	variables	I	II	III	IV
H.joven					H.joven				
H.madura					H.madura				
Fl.joven					Fl.joven				
Fl. Madura					Fl. Madura				

Fr. Joven					Fr. Joven				
Fr maduro					Fr maduro				
Árbol 4	Cuadrantes				Árbol 9	Cuadrantes			
VARIABLES	I	II	III	IV	variables	I	II	III	IV
H.joven					H.joven				
H.madura					H.madura				
Fl.joven					Fl.joven				
Fl. Madura					Fl. Madura				
Fr. Joven					Fr. Joven				
Fr maduro					Fr maduro				
Árbol 5	Cuadrantes				Árbol 10	Cuadrantes			
VARIABLES	I	II	III	IV	variables	I	II	III	IV
H.joven					H.joven				
H.madura					H.madura				
Fl.joven					Fl.joven				
Fl. Madura					Fl. Madura				
Fr. Joven					Fr. Joven				
Fr maduro					Fr maduro				

Anexo 2.

Salida de campo



Anexo 3.

Identificación de especies



Anexo 4.

Registro de individuos



Anexo 5.

Marcación de los individuos para la identificación



Anexo 6.

Observación de la fenología por cuadrantes



Anexo 7.

Contabilización del número de frutos para la productividad



Anexo 8.

Fruto del Moquillo



Anexo 9.

Fruto del Motilón



Anexo 10.

Fruto del Laurel de cera



Anexo 11.

Fruto del Yaloman



Anexo 12.

Fruto del Guarango

