



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

**“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.”**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
FORESTAL

AUTORES:

APONTE CORREA ROMEL VLADIMIR
SANMARTIN BERMEJO JOHN CARLOS

DIRECTOR:

NIKOLAY AGUIRRE MENDOZA Ph.D

CODIRECTOR:

DR. SVEN GÜNTER

Loja-Ecuador

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**

TESIS DE GRADO

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO FORESTAL

EN LA:

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

Ing. Honías Cartuche, Mg. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Manuel Quisphe, Mg. Sc

VOCAL

Ing. Héctor Masa, Mg. Sc

VOCAL

Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D.

CERTIFICA

En calidad de Director de la tesis titulada **“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 ”**; de autoría de los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal **Romel Vladimir Aponte Correa y John Carlos Sanmartín Bermeo** , ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, Mayo 2011

Atentamente,

Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Honías Cartuche, Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS ““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”

CERTIFICA:

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada “**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** ”, de autoría de los señores egresados **Romel Vladimir Aponte Correa** y **John Carlos Sanmartín Bermeo** de la Carrera de Ingeniería Forestal, ha sido dirigida revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación y aprobación. Por lo tanto autorizó la impresión del trabajo y continuar con los trámites de graduación.

Loja, Junio del 2011

Atentamente,

.....

Ing. Honías Cartuche, Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

AUTORÍA

**LAS IDEAS EXPUESTAS EN EL PRESENTE
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, ASÍ COMO
LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN SON DE
EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LOS
AUTORES**

Romel Vladimir Aponte Correa

John Carlos Sanmartín Bermeo

DEDICATORIA

A mis padres Ligia y Rómulo, por su comprensión y ayuda en cada momento, me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio y de los cuales me siento extremadamente orgulloso. A mis hermanos los cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me pueda presentar. A mis abuelitos y tíos, que con sus consejos llenos de sabiduría formaron parte del desarrollo de este trabajo, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí.

Vladimir Aponte

A toda mi familia, en especial a mis queridos padres Hitler y María, quienes a lo largo de mi formación fueron fiel apoyo económico y moral. A mi hijo Mychael por darme fuerza y valor para continuar con mis aspiraciones de superación; A mis maestros universitarios quienes a través de sus sabios consejos supieron guiarme durante mi formación académica; A mis compañeros de aula, quienes se convirtieron en mi segunda familia. Y finalmente a mi querida UNL por brindarme la oportunidad de integrarme en ella y abrirme paso hacia el camino del éxito.

John Sanmartín

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional de Loja, que a través de la querida carrera de Ingeniería Forestal y sus docentes, han contribuido y hecho posible nuestra formación y capacitación profesional.

A la fundación Alemana para la Investigación (DFG), por el financiamiento otorgado para la realización de este estudio y especialmente para los Dr. Sven Günter, Patrick Hildebrandt miembros de esta prestigiosa fundación.

De manera especial agradecemos al Dr. Nikolay Aguirre, su esfuerzo y dedicación. Sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para nuestra formación como investigadores. Él ha inculcado en nosotros un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador. A su manera, ha sido capaz de ganarse nuestra lealtad y admiración, nos sentimos en deuda con él por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado esta Tesis.

A los ingenieros Honias Cartuche, Manuel Quisphe, Héctor Masa, Luis Shinche, Bolívar Merino, Johana Muños, Lucia Quichimbo, por su buena voluntad y valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

También me gustaría agradecer las subvenciones recibidas a lo largo de los últimos años por integrantes de diversos departamentos de la UNL, que de una manera u otra han aportado su granito, para la realización de la presente tesis.

Para ellos, Muchas gracias por todo

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1	FENOLOGÍA.....	4
2.1.1	<i>Definición</i>	4
2.1.2	<i>Importancia de la Fenología</i>	4
2.2	FENÓMENOS FENOLÓGICOS.....	6
2.2.1	<i>Defoliación</i>	6
2.2.2	<i>Floración</i>	6
2.2.3	<i>Fructificación</i>	6
2.3	ACONTECIMIENTOS FENOLÓGICOS	6
2.3.1	<i>Fase</i>	6
2.3.2	<i>Subperíodo</i>	7
2.4	GERMINACIÓN	7
2.4.1	<i>Definición</i>	8
2.4.2	<i>Proceso y Características Generales de la germinación</i>	8
2.4.3	<i>Características generales de la Semilla</i>	9
2.4.4	<i>Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales en Laboratorio (ISTA)</i> 9	
2.5	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	11
2.5.1	<i>Alnus acuminata O. Kuntze</i>	11
2.5.2	<i>Cedrela montana Moritz exTurcz.</i>	13
2.5.3	<i>Clethra revoluta (Ruiz & Pav.) Spreng.</i>	15
2.5.4	<i>Cinchona officinalis, (Quinine Bark)</i>	16
2.5.5	<i>Cupania americana L.</i>	18
2.5.6	<i>Juglans neotropica Diels.</i>	19
2.5.7	<i>Myrica pubescens.</i>	21

2.5.8	<i>Myrsine sodiroana</i>	22
2.5.9	<i>Prumnopitys montana</i>	23
2.5.10	<i>Weinmannia glabra L.F.</i>	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
3.1.1	<i>Ubicación del Área de Estudio</i>	26
3.1.2	<i>Descripción del Área de Estudio</i>	27
3.2	DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”	32
3.2.1	<i>Selección de Árboles</i>	32
3.2.2	<i>Observaciones Fenológicas</i>	32
3.3	CUANTIFICACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO.....	34
3.3.1	<i>Número de frutos promedio del árbol (Nfp)</i>	34
3.3.2	<i>Número de ramas con frutos del árbol (Nrf)</i>	34
3.3.3	<i>Numero de frutos totales por árbol</i>	34
3.3.4	<i>Producción de semilla del árbol</i>	35
3.4	METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	35
3.4.1	<i>Pureza</i>	36
3.4.2	<i>Peso de la Semilla</i>	36
3.4.3	<i>Contenido de Humedad</i>	37
3.4.4	<i>Germinación</i>	37
3.5	METODOLOGÍA PARA ANALIZAR LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO CON LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....	39
3.5.1	<i>Recolección de Datos Climatológicos</i>	39
3.5.2	<i>Elaboración de Dendofenogramas</i>	39

3.6	METODOLOGÍA PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN	40
4.	RESULTADOS	41
4.1	PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”	41
4.1.1	<i>Descripción de la Respuesta Fenológica de Alnus acuminata</i>	41
4.1.2	<i>Descripción de la Respuesta Fenológica de Cedrela montana</i>	42
4.1.3	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Cinchona officinalis</i>	44
4.1.4	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Clethra revoluta</i>	45
4.1.5	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Cupania americana</i>	46
4.1.6	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Juglans neotropica</i>	47
4.1.7	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Myrica pubescens</i>	48
4.1.8	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Myrsine sodiroana</i>	49
4.1.9	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Prumnopitys montana</i>	50
4.1.10	<i>Descripción de la respuesta Fenológica de Weinmannia glabra</i>	52
4.2	POTENCIAL PRODUCTIVO DE DIEZ ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”	53
4.3	CALIDAD FÍSICA DE SEMILLAS MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO EN CUATRO ESPECIES.....	56
4.3.1	<i>Pruebas estándar de calidad de semillas</i>	56
4.4	ANÁLISIS ENTRE LAS FASES FENOLÓGICAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES CON LOS FACTORES CLIMÁTICOS DE LA ZONA	63
4.4.1	<i>Dendofenograma para Alnus acuminta</i>	65
4.4.2	<i>Dendofenograma para Cedrela montana</i>	66
4.4.3	<i>Dendofenograma para Cinchona officinalis</i>	67
4.4.4	<i>Dendofenograma para Clethra revoluta</i>	68
4.4.5	<i>Dendofenograma para Cupania americana</i>	69
4.4.6	<i>Dendofenograma para Myrica pubescens</i>	71

4.4.7	<i>Dendrofenograma para Myrsine sodiroana</i>	72
4.4.8	<i>Dendrofenograma para Prumnopitus montana</i>	73
4.4.9	<i>Dendrofenograma para Weinmannia glabra</i>	74
4.5	DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA.....	76
5.	DISCUSIÓN.....	77
6.	CONCLUSIONES	83
7.	RECOMENDACIONES	85
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	87
9.	APÉNDICES.....	93

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pág.
	Cuadro 1. Tipos de cobertura del ABVP El Bosque.....	31
	Cuadro 2. Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.....	38
	Cuadro 3. Potencial productivo para las diez especies en estudio.....	53
	Cuadro 4. Porcentaje de pureza, peso de 1000 semillas y contenido de humedad en cuatro especie nativas.	57
	Cuadro 5. Promedio de germinación y viabilidad de <i>Cupania americana</i>	58
	Cuadro 6. Promedio de germinación y viabilidad de <i>Myrica Pubescens</i>	60
	Cuadro 7. Promedio de germinación y viabilidad de <i>Myrsine sodiroana</i>	61
	Cuadro 13. Promedio de germinación y viabilidad de <i>Weinmannia glabra</i>	62
	Cuadro 14. Datos de temperatura promedio y precipitación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, de la Estación Climatológica de Malacatos	64

INDICE DE FIGURAS

N°	TITULO	Pág.
Figura 1.	Mapa de ubicación del sitio de estudio, Bosque Protector “El Bosque”	27
Figura 2.	Segmentación de la copa del árbol en cuadrantes para la toma de datos fenológicos.....	33
Figura 3.	Representación gráfica de la fenología de <i>Alnus acuminata</i>	42
Figura 4.	Representación gráfica de la fenología de <i>Cedrela montana</i>	43
Figura 5.	Representación gráfica de la fenología de <i>Cinchona officinalis</i>	44
Figura 6.	Representación gráfica de la fenología de <i>Clethra revoluta</i>	46
Figura 7.	Representación gráfica de la fenología de <i>Cupania americana</i>	47
Figura 8.	Representación gráfica de la fenología de <i>Juglans neotropica</i>	48
Figura 9.	Representación gráfica de la fenología de <i>Myrica pubescens</i>	48
Figura 10.	Representación gráfica de la fenología de <i>Myrsine sodiroana</i>	50
Figura 11.	Representación gráfica de la fenología de <i>Prumnopitys montana</i>	51
Figura 12.	Representación gráfica de la fenología de <i>Weinmannia glabra</i>	52
Figura 13.	Curva de germinación de <i>Cupania americana</i>	59
Figura 14.	Curva de germinación de <i>Myrica pubescens</i>	60
Figura 15.	Curva de germinación de <i>Myrsine sodiroana</i>	62
Figura 16.	Curva de germinación de <i>Weinmannia glabra</i>	63
Figura 17.	Diagrama climático de precipitación y temperatura durante el año 2009 de la estación climatológica de Malacatos.	65
Figura 18.	Dendofenograma para la especie <i>Alnus acuminata</i>	66
Figura 19.	Dendofenograma para la especie <i>Cedrela montana</i>	67
Figura 20.	Dendofenograma para la especie <i>Cinchona officinalis</i>	68
Figura 21.	Dendofenograma para la especie <i>Clethra revoluta</i>	69
Figura 22.	Dendofenograma para la especie <i>Cupania americana</i>	70

Figura 23. Dendofenograma para la especie <i>Myrica pubescens</i>	72
Figura 24. Dendofenograma para la especie <i>Myrsine sodiroana</i>	73
Figura 25. Dendofenograma para la especie <i>Prumnopitys montana</i>	74
Figura 26. Dendofenograma para la especie <i>Weinmannia glabra</i>	75

RESUMEN

La preocupación por la destrucción de los ecosistemas ha ubicado al Ecuador en una de las más altas prioridades para el mundo en iniciativas de conservación, esto constituye una poderosa razón para estudiar y comprender los mecanismos que rigen el ritmo de la vida y la regeneración de los organismos vivos. La fenología es uno de los instrumentos que permite conocer la influencia del clima sobre dichos mecanismos y nos habilita por tanto para favorecer la reproducción y el desarrollo de determinadas especies por medio del manejo de ciertos elementos microclimáticos.

Bajo esta perspectiva, se pone en consideración la presente investigación, la misma que determinó los períodos de floración, fructificación, defoliación, productividad, calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de varias especies de importancia ecológica, económica y finalmente la relación existente entre las fenofases con los factores climáticos, buscando trazar una perspectiva tanto practica como científica que contribuya a llenar el vacío que sobre esta materia existe en el medio.

Las especies a estudiar fueron: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia glabra*

El presente estudio, se ejecutó en el bosque protector “El Bosque” durante el periodo comprendido entre octubre del 2009 a octubre del 2010, dando cumplimiento a los siguientes objetivos: a) Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de diez especies forestales nativas del bosque protector “El Bosque” en el piso altitudinal alrededor de los 2 000 ms.n.m; b) Cuantificar el potencial productivo de las diez especies forestales en estudio; c) Determinar la calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de las especies más representativas; d) Analizar la relación existente entre la

fases fenológicas de diez especies forestales con los factores climáticos de la zona; e) Difundir los resultados de la presente investigación.

Los resultados obtenidos en cuanto a la fenología revelan que las especies en general muestran patrones modales y bimodales para floración y fructificación y multimodales o irregulares para defoliación, enmarcándose en tres grupos: especies que presentan los fenómenos reproductivos durante todo el año (2): *Alnus acuminata*, *Cinchona officinalis*; especies que presentan los fenómenos reproductivos dos veces al año (4): *Myrica pubescens*, *Mirsyne sodiroana*, *Weinmannia glabra* y *Clethra revoluta*; especies que presentan una sola vez los fenómenos reproductivos (4): *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Prumnopitys montana*, y *Junglans neotropical*.

En cuanto a la productividad (producción de semillas) en la mayoría fue escasa por especie (la muestra) y/o individuo, principalmente para *Cedrela montana* (25% del total de árboles selectos fructifico), *Myrsine sodiroana* (12,5% del total de arboles selectos fructifico), *Prumnopitys montana* (12,5% del total de arboles selectos fructifico), presentándose una baja potencialidad donde no se nota un desarrollo continuo de las fases reproductivas hasta la formación de los frutos y por ende de la semilla

Sobre la base de los resultados de productividad obtenidos en la temporada de estudio se puede inferir que si bien expresan datos significativos, la producción anual real se vería incrementada notablemente para aquellas especies que presentan las fases reproductivas dos veces al año o durante la mayor parte del año como es el caso de *Alnus acuminata*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia glabra*.

Por otro lado existen considerables variaciones en la capacidad germinativa entre especies que obedecen a defectos en la semilla, por una parte se encuentran los elevados porcentajes obtenidos de *Cupania americana* y *Weinmannia glabra* y por el otro los bajos porcentajes para *Myrica pubescens* lo que se debió principalmente por la baja calidad de las semillas,

semillas huecas y embrión podrido, mientras que para *Myrsine sodiroana* la germinación se vio limitada por la presencia de plagas.

Considerando que en estos bosques existe una estacionalidad determinada por las precipitaciones, se espera que los patrones fenológicos estén asociados a la estacionalidad. Pero el presente estudio nos revela patrones irregulares.

En los proceso fenológicos las especies, *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, y *Cinchona officinalis* presentan picos máximos de floración en época seca y de fructificación en época lluviosa, pero *Alnus acuminata* y *Cinchona officinalis* mantienen los estadios reproductivos prácticamente durante todo el año. Por otro lado *Cupania americana* es una especie que se diferencia del resto ya que la misma florece en época lluviosa y fructifica en época seca y *Prumnopites montana* que florece y fructifica en época lluviosa y finalmente *Myrica pubescens* y *Myrsine sodiroana* al presentar dos veces los fenómenos reproductivos estos se presentan en ambas épocas.

ABSTRACT

Concern about ecosystems destruction has made Ecuador situate in one of the highest priorities to the world in conservation initiative, this constitutes a powerful reason to study and comprehend the mechanism that rules the life rhythm and regeneration of living organisms. Phenology is one of the tools that let us know the weather influence over those mechanisms and thus enables us to promote the reproduction and development of certain species through the management of some microclimatic elements.

From this perspective, we consider the current research in which we determined the periods of flowering, fruiting, defoliation, productivity, physical quality of seed through laboratory tests of several species of ecologic, economic importance and finally the existing relationship between the phenophases and the climatic factors, looking to draw a perspective both practical and scientific to contribute to help fill the existing void in the environment.

The species to study were: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* and *Weinmannia glabra*.

The current study was implemented in the protective forest “El Bosque” during the period from October 2009 to October 2010, accomplishing the following objectives: a) To determine the season of flowering, fruiting and defoliation of ten native forest species of protective forest “El Bosque” in the altitude floor about 2 000 m.a.s.l.; b) To quantify the productive potential of the ten forest study species; c) To determine the physical quality of the seeds through laboratory tests on the species most representative; d) To analyze the existing relationship between the phenological phases of ten forest species and the climatic factors of the area; e) To spread the results of the current research.

The results obtained for Phenology reveal that generally species show modal and bimodal patterns for flowering and fruiting and multimodal or irregular patterns for defoliation, gathering three groups: species which present the reproductive phenomena all year long (2): *Alnus acuminata*, *Cinchona officinalis*; species which present the reproductive phenomena twice a year (4): *Myrica pubescens*, *Mirsyne sodiroana*, *Weinmannia glabra* y *Clethra revoluta*; species which present the reproductive phenomena only once (4): *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Prumnopitys montana*, y *Junglans neotropical*.

Productivity (seeds production) was mostly short per species (sample) and/or individual, principally for *Cedrela Montana* (25% of total selected trees fruited), *Myrsine sodiroana* (12,5% of total selected trees fruited), *Prumnopitys montana* (12,5% of total selected trees fruited), presenting thus a low potential whereas we do not notice a continued development of reproductive phases until the fruit formation and therefore seed.

About the base of results of productivity obtained in the study season we can infer that while they express meaningful data, real annual production will be increased significantly to those species that present the reproductive phases twice a year or during the most part of the year like in the case of *Alnus acuminata*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* and *Weinmannia glabra*.

On the other side, there is considerable variation in germination capacity among species that obey to defaults in the seed, in one hand, we find high percentages obtained of *Cupania americana* and *Weinmannia glabra* and in the other hand the low percentages to *Myrica pubescens* which was mainly due to the low quality of the seeds, hollow seeds and rotten embryo, while to *Myrsine sodiroana* germination was limited due to plague presence.

Considering there is a determined seasonality in these forests according to rainfall, we hope phenological patterns are associated to seasonality. But the current study reveals us irregular patterns.

In phenological process of species, *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, and *Cinchona officinalis* present maximum flowering peaks in dry season and fruiting in rainy season, but *Alnus acuminata* and *Cinchona officinalis* keep the reproductive stages practically all year round. On the other side, *Cupania americana* is a different species from the rest as it flowers in rainy season and fruits in dry season, and *Prumnopitys Montana* that flowers and fruits in rainy season, and finally *Myrica pubescens* and *Myrsine sodiroana* to present twice the reproductive phenomena in both seasons.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es considerado como el país con mayor diversidad biológica por unidad de área en América latina. Le favorecen factores como la presencia de la cordillera de los Andes, la que da origen a diversos pisos altitudinales, cada uno con su microclima y distinto tipo de suelo.

Otro factor que influye en la riqueza biológica es la alta precipitación fluvial y la uniformidad de temperatura. El vulcanismo, es otro de los factores que favorece a la generación de micro ambientes, constituyéndose en senderos de producción de nuevas especies. Por todos estos factores el Ecuador es un centro evolutivo que sigue produciendo biodiversidad. (Ecuador su realidad, 2005).

Sin embargo el Ecuador soporta serios problemas ambientales como la tala indiscriminada de sus bosques, según el MAE (2011) existe una deforestación anual promedio de 61 800 ha/año, lo cual coloca a Ecuador entre los mayores deforestadores de la región y muchos de los hábitats que albergan a esta diversidad biológica se han tornado críticamente amenazados (Prensa Latina Ecuador, 2010).

Por otro lado, la preocupación por la destrucción de estos ecosistemas ha ubicado al Ecuador en una de las más altas prioridades para el mundo en iniciativas de conservación, esto constituye una poderosa razón para estudiar y comprender los mecanismos que rigen el ritmo de la vida y la regeneración de los organismos vivos. La fenología es uno de los instrumentos que permite conocer la influencia del clima sobre dichos mecanismos y nos habilita por tanto para favorecer la reproducción y el desarrollo de determinadas especies por medio del manejo de ciertos elementos microclimáticos. (Heuveldop, et al. 1986)

Si anteriormente la falta de información sobre el comportamiento fenológico y propagación de especies nativas de bosques naturales se consideraba uno de los principales factores para que en el Ecuador exista poca reforestación, en la actualidad el problema es la discontinuidad de los estudios y la poca aplicación de este conocimiento al manejo forestal.

Bajo esta perspectiva, se pone en consideración la presente investigación, la misma que determinó los períodos de floración, fructificación, defoliación, productividad, calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de varias especies de importancia ecológica, económica y finalmente la relación existente entre las fenofases con los factores climáticos, buscando trazar una perspectiva tanto practica como científica que contribuya a llenar el vacío que sobre esta materia existe en el medio.

El presente estudio, se ejecutó en el bosque protector “ El Bosque” ubicado en la parte alta de la parroquia San Pedro de Vilcabamba cantón y provincia de Loja el mismo que se llevó a cabo durante el periodo comprendido entre octubre del 2009 a octubre del 2010. El cual es parte de la investigación a largo plazo en la Estación Científica San Francisco (Proyectos de Restauración de Pastizales Abandonados) y cuya fuente de financiamiento fue la Fundación Alemán para la Investigación (DFG).

Las especies a estudiar fueron: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia glabra*

El objetivo general para la presente investigación fue:

- Contribuir al conocimiento fenológico y procesos germinativos de diez especies forestales nativas del bosque protector el “BOSQUE” de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, sentando bases para su preservación

Los objetivos específicos planteados fueron:

- Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de diez especies forestales nativas del bosque protector “El Bosque” en el piso altitudinal alrededor de los 2000 ms.n.m
- Cuantificar el potencial productivo de las diez especies forestales en estudio.
- Determinar la calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de las especies más representativas.
- Analizar la relación existente entre las fases fenológicas de diez especies forestales con los factores climáticos de la zona.
- Difundir los resultados de la presente investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 FENOLOGÍA

2.1.1 Definición

El término fenología es una forma contractada de fenomenología, rama de la Ecología que estudia las relaciones entre las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, etc.) y los fenómenos o acontecimientos periódicos en la vida vegetal y animal (Castillo, 2001).

Las investigaciones fenológicas se centran en la observación de los cambios en la morfología externa de la planta, con aparición, transformación o desaparición relativa de determinados órganos o distintos acontecimientos, que se denominan fenómenos fenológicos (Castillo, 2001).

2.1.2 Importancia de la Fenología

La importancia y uso práctico de la información fenológica ha sido considerada por varios autores. Estos estudios permiten comprender mejor las respuestas de las comunidades a su ambiente físico (Rathcke y Lacey, 1985; Bullock y Solís, 1990) y biótico, así como a su misma dinámica (Ortiz y Fournier 1983; Alzate *et al.*, 1990). Además mediante estos estudios se pueden identificar patrones en las plantas que puedan representar síndromes adaptativos (Newstron *et al.*, 1994).

La época en la que suceden los eventos reproductivos en las plantas es determinante para la sucesión de la población y para asegurar la supervivencia y el establecimiento de individuos jóvenes (Ferraz *et al.*, 1999).

Los conocimientos fenológicos han permitido elaborar prácticas silviculturales a fin de favorecer la producción de semilla de las especies arbóreas en peligro de extinción (Heuvelop, et al; 1986).

La tendencia a enfocar los estudios fenológicos a un objetivo específico es dominante; así por ejemplo, algunos estudios se han concentrado en la conservación y potencialización de especies de importancia económica y consideradas promisorias, con el fin de construir su calendario fenológico y garantizar la disponibilidad de sus frutos, como también promover su consumo y comercialización (Bonilla et al., 2001; Valois et al., 2002; Ramos et al., 2002; Ramírez 2002).

La fenología se ha convertido en una herramienta importante para la investigación sobre cambio climático ya que este indicador biológico fácilmente observable permite conocer como los cambios de temperatura influyen en la actividad de los organismos (Peñuelas et al; 2009).

Usar la fenología como un indicador biológico del cambio climático implica; (1) un análisis cuantitativo de los cambios en la variación de la fenología en el tiempo; (2) su relación conocida con la temperatura y (3) su vinculación a las series temporales de temperatura (Meier et al; 2009).

Concluyentemente la fenología es de gran importancia ya que la información generada permite comprender la dinámica de las especies, la relación existente entre el ciclo de vida de cada una de ellas con las variables climáticas, convirtiéndose en un aporte importante de información científica útil para implementar estrategias de aprovechamiento racional y planes de conservación (Pino y Mosquera, 2004).

2.2 FENÓMENOS FENOLÓGICOS.

2.2.1 Defoliación

Caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, contaminación ambiental o acción humana (Diccionario Español, 2011).

2.2.2 Floración

Fenómeno por el cual la yema floral se desarrolla, formándose la flor (Diccionario Enciclopédica, 2009). Este fenómeno es de mucha importancia para la producción de frutos y semillas. (Holdridge y Boudowsky, 1959).

2.2.3 Fructificación

El desarrollo de frutos después de la polinización y fertilización. (Diccionario Español, 2011). Una planta es fructificante cuando los frutos amarran y prosperan hasta la madurez, y es fértil cuando produce semillas viables (Holdridge y Boudowsky, 1959).

2.3 ACONTECIMIENTOS FENOLÓGICOS

Para una mejor interpretación de los fenómenos periódicos, es conveniente definir algunos términos:

2.3.1 Fase

Es la aparición, transformación o desaparición de los órganos de un vegetal. Ej. : encañazón, floración, nacimiento, etc. Las fases pueden ser vegetativas o reproductivas, y cuando se manifiestan exteriormente son designadas como fases visibles (floración, caída

de follaje). Las fases invisibles (germinación, tuberización) son las que no se pueden apreciar a simple vista, siendo su observación y registro más complejo (Gastiazoro 2001).

Una fase está compuesta por momentos: inicio, plenitud y fin de fase. Estos momentos se cuantifican en porcentaje de ocurrencia. Se dice inicio de fase cuando se sucede una aparición, transformación o desaparición ininterrumpida y en aumento de algún órgano. Comienza un proceso que es continuo y que en pocos días se hace generalizado en la planta y se indica como inicio cuando el fenómeno alcanza al 20% de los órganos en observación (Gastiazoro, 2001).

Es plenitud de fase el momento en que, visualmente, puede decirse que el fenómeno tiene su máxima intensidad, es decir cuando se aprecia la mayor ocurrencia y se contabiliza a partir del 50% de lo observado.

Fin de fase es la aparición, desaparición o transformación de los últimos órganos de la fase, sin interrumpir la continuidad del proceso y cuando el mismo ha alcanzado el 80% (Gastiazoro, 2001).

2.3.2 Subperíodo.

Es el tiempo transcurrido entre fase y fase, donde las condiciones meteorológicas se mantienen estables (Gastiazoro, 2001).

2.4 GERMINACIÓN

El conocimiento de la germinación de la semilla que se enfatiza en esta sección es de vital importancia para el buen manejo de la semilla.

2.4.1 Definición

Conjunto de fenómenos que tienen lugar en una semilla al pasar del estado de vida latente a la vida activa (Diccionario Enciclopédica, 2009).

2.4.2 Proceso y Características Generales de la germinación

La germinación incorpora aquellos eventos que se inician con la absorción de agua por la semilla seca y terminan con la elongación del eje embrionario. El proceso concluye cuando la radícula penetra y atraviesa las estructuras que rodean el embrión, lo que frecuentemente se conoce como “germinación visible”.

En 1957, Evenari (Cóme, 1982) dividió el proceso de germinación en tres fases: a) En la fase I ocurre la imbibición, que consiste en la absorción del agua necesaria para la rehidratación de proteínas y organelas celulares, así como para el transporte y para que ocurran las reacciones hidrolíticas; b) En la fase II se produce la activación del metabolismo (o germinación *sensu stricto*), donde ocurre la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas. También se incrementan las actividades enzimáticas, así como la degradación inicial de las reservas) finalmente en la fase III tiene lugar la emergencia de la radícula (crecimiento visible), concluyendo el proceso germinativo, ya que el crecimiento subsecuente se considera un proceso separado. Dentro de los requerimientos ambientales necesarios para la germinación se consideran esenciales el agua, el oxígeno y la temperatura. En ausencia de alguno de estos factores, la mayoría de las semillas se mantendrían en un estado quiescente, aún sin reposo. En el caso de las semillas recalcitrantes, se produciría una rápida disminución de la longevidad de la semilla (Cóme, 1982 citado por Herrera et al; 2006).

2.4.3 Características generales de la Semilla

Las semillas son las unidades de dispersión y reproducción por excelencia en las plantas. Ellas permiten tanto la continuidad de la especie, mediante la reproducción sexual, como la posibilidad de introducir variabilidad genética de una generación a la siguiente (Herrera et al; 2006).

Las semillas de las angiospermas consisten de un embrión y de un endosperma, resultado de la doble fertilización de la célula huevo y de los dos núcleos polares, respectivamente, y que se encuentran englobadas por una cubierta de origen materno, derivada de uno o de ambos integumentos del óvulo. Estos tres componentes (embrión, endosperma, cubierta seminal) forman en conjunto lo que se conoce como semilla (Herrera et al; 2006).

En muchas especies, el endosperma (tejido triploide) es donde se almacenan las reservas nutritivas y energéticas que servirán para la germinación.

El desarrollo de una semilla comprende, en general, tres fases principales, que con frecuencia se traslapan: a) diferenciación y formación del embrión; fase de llenado, que consiste en la translocación y deposición de sustancias de reserva; y c) fase de maduración y deshidratación (Herrera et al; 2006).

2.4.4 Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales en Laboratorio (ISTA)

Cuyos lineamientos están formando parte de nuestros procedimientos de trabajo ya que es la técnica de análisis más confiable y estandarizada, para asegurar resultados uniformes y replicables.

2.4.4.1 Pureza

De acuerdo al ISTA (2007), el objeto del análisis de pureza es para determinar: (a) el porcentaje de la composición a través del peso de la muestra examinada y por deducción la composición del lote de la semilla, y (b) la identificación de varias especies de semillas y partículas inertes que están constituyendo la muestra. Las muestras de semillas forestales pueden contener impurezas tales como malezas, semillas de otras especies, estructuras desprendidas de la semilla. El tipo y cantidad de impurezas ofrece información importante sobre la calidad de la semilla.

2.4.4.2 Pesaje internacional

Se expresa como el peso de 1000 semillas puras por Kg; ISTA (2007) prescribe ocho replicas de 100 semillas puras cada una, con las que se puede calcular la desviación típica, el coeficiente de variación y la media. Si el valor de coeficiente de variación es inferior al máximo de 4.0 que prescribe la ISTA, se considera que la muestra es homogénea y no será necesario tomar nuevas muestras.

2.4.4.3 Viabilidad

La viabilidad es la fracción de semillas que están vivas. Las normas ISTA (2007) acepta tres métodos rápidos de evaluación de la viabilidad: la exhibición del embrión, el ensayo topográfico de tetrazolio y el método de rayos X.

2.4.4.4 Contenido de humedad

El contenido de humedad y la temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de la semilla. El contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla. Por lo tanto, la determinación del contenido de humedad de la

semilla es de vital importancia para las operaciones de manejo. Granos secos y sanos, pueden ser mantenidos bajo almacenamiento apropiado, por muchos años, en tanto, que los granos húmedos se pueden deteriorar en tan solo unos cuantos días (Luz, 2008).

2.4.4.5 Capacidad germinativa

El proceso de germinación se determina por medio de los ensayos de germinación, los cuales deben hacerse con semillas puras y por lo menos deben hacerse con 400 semillas como mínimo, los cuales son subdivididos en cuatro lotes de 100 granos cada uno, separados al azar.

De acuerdo al ISTA 2007 el test de germinación es para determinar el máximo del potencial de germinación de un lote de semillas, los cuales pueden ser usados para comparar la calidad de diferentes lotes. El porcentaje de germinación reportado en el ISTA indica la proporción por el número de semillas que han producido plántulas clasificadas como normal bajo condiciones y el periodo específico.

2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

2.5.1 *Alnus acuminata* O. Kuntze

2.5.1.1 Clasificación botánica.

FAMILIA: BETULACEAE
GÉNERO: *Alnus*
ESPECIE: *acuminata*
NOMBRE COMÚN: Aliso del cerro, aliso del rio, aliso montano

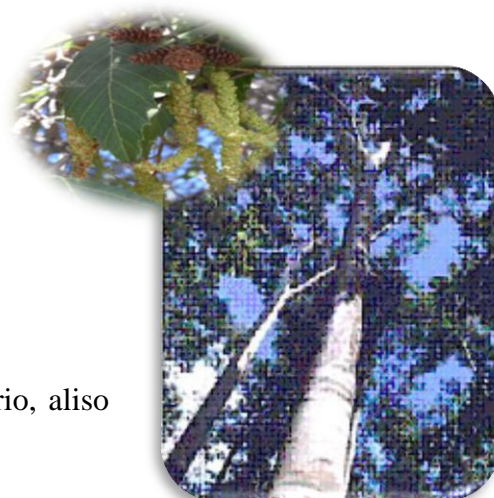


Foto 1. Árbol de *Alnus acuminata*

2.5.1.2 Descripción botánica

Éste árbol alcanza 25 m de altura, su tronco alcanza 45 cm de diámetro y tiene corteza de color gris oscuro. Su copa es irregular, normalmente tiene forma de pirámide o de parasol, es de color verde grisáceo o verde ferroso. Sus raíces producen retoños y poseen bacterias nitrificadoras. Sus hojas son simples, alternas, miden unos 8 cm de largo por 5 cm de ancho, tienen forma elíptica, borde aserrado, envés de color verde grisáceo o verde ferroso, tienen nerviación pronunciada y terminan en punta. Sus flores están agrupadas en inflorescencias masculinas y femeninas en el mismo árbol (especie monoica); las inflorescencias masculinas son amentos de unos 7 cm de largo, son alargadas y de color crema; las inflorescencias femeninas son cortas, miden unos 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho, son de color verdoso y al madurar se tornan de color marrón. Sus frutos son de color marrón y al madurar se abren para liberar las semillas. Sus semillas son pequeñas, de color café claro, son aladas y tienen una cubierta blanda (Mahecha et al; 2004 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008).

2.5.1.3 Reproducción

Se propaga por semillas (Mahecha et al; 2004), también se reproduce por hijuelos de raíz y estacas. Las semillas no requieren tratamiento previo para su germinación. Las formas recomendables de reproducir aliso son mediante germinación de semillas y vegetativamente vía estacas, aunque las plantas originadas de estacas tienen un desarrollo radicular superficial en relación a las plantas producidas por semillas que tienen raíz pivotante de penetración profunda según Pretell et al. (1985).

2.5.1.4 Usos

Según el Jardín Botánico José Celestino Mútis de Bogotá, la madera de ésta especie se usa en ebanistería para la elaboración de palillos, lápices, fósforos y cajas. Es una especie

recuperadora de suelos, y buena para el mejoramiento de pastos ya que es fijadora de nitrógeno.

De su corteza se extraen taninos, utilizados en el curtido de cueros, su corteza en cocimiento se emplea contra la fiebre; sus hojas maceradas, calentadas en vinagre, se usan en cataplasma para aliviar inflamaciones, golpes, y para tratar el reumatismo, se planta en jardines, humedales y parques, también se usa como cerca viva (Mahecha et al; 2004 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008)

2.5.2 *Cedrela montana* Moritz, exTurcz.

2.5.2.1 Clasificación botánica.

ORDEN: Sapindales

FAMILIA: MELIACEAE

GÉNERO: *Cedrela*

ESPECIE: *montana*

NOMBRE COMÚN: Cedro, cedro blanco



Foto 2. Árbol de *Cedrela montana*

2.5.2.2 Descripción botánica

La planta alcanza los 35 m de altura. El tronco mide 2 m de diámetro, su corteza muerta es escamosa y es de color negro grisáceo, su corteza viva es de color rosado, es laminada y olorosa. Las hojas son compuestas, alternas, están dispuestas en forma de hélices, miden 35 cm de largo por 20 cm de ancho, su raquis es protuberante y abultado en su base, poseen entre los 8 y los 13 pares de folíolos, que son asimétricos, su borde es entero, tienen forma elíptica, su ápice forma un ángulo recto, su base es redonda y son pubescentes; no poseen

estípulas. Las flores miden 1 cm de diámetro, son unisexuales, están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de panículas, su corola tiene forma tubular, sus cinco sépalos están separados entre sí, son de color blanco y se tornan de color amarillo cobrizo al envejecer. El fruto Los frutos es una cápsulas leñosas, mide 7 cm de largo, se abren por sí solo de arriba hacia abajo en cinco valvas cuyo interior es de color amarillo y parecen una flor abierta. Las semillas son aladas, aplanadas, lisas, miden 4 cm de largo por 1 cm de ancho, tienen una lámina que les sirve para ser dispersadas por acción del viento y su embrión se localiza en uno de sus extremos (Mahecha et al. 2004, citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008)

2.5.2.3 Reproducción

Se propaga por semillas o estacas (Mahecha et al. 2004, citado por Red Nacional de Jardines Botánicos 2008).

Según Loján (2003), en la propagación vegetativa se utiliza estacas de 25 cm. de largo y 2-4 cm. de diámetro, sumergiendo la porción basal 24 horas en una solución de 0,2mg/cc de ácido indolbutríco.

2.5.2.4 Usos

Es una planta con uso ornamental y su madera es usada en la ebanistería, construcción de navíos, fabricación de chapas y madera laminada según el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín y el Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira.

Adicionalmente el Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira reporta su uso como parte de agroforestería en los cultivos de café.

Sus frutos son empleados en arreglos florales (Mahecha et al; 2004 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos 2008).

La corteza es utilizada como febrífuga y las semillas como vermífugas (González *et al*; 1995 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos 2008).

2.5.3 *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng

2.5.3.1 Clasificación botánica

ORDEN:	ERICALES
FAMILIA:	CLETHRACEAE
GÉNERO:	<i>Clethra</i>
ESPECIE:	<i>revoluta</i>
NOMBRE COMÚN:	<i>Almizcle</i>



Foto 3. Árbol de *Clethra revoluta*

2.5.3.2 Descripción Botánica

Arbusto muy leñoso y ramificado; copa irregular; tronco algo torcido; corteza externa plumosa, e interna verdosa, (Minga, 1995). Hojas alternas o a veces opuestas, simples, coriáceas, dentadas o enteras, nervación pinnada, envés con pelos simples y/o estrellados. Racimos terminales y axilares, simples o compuestos. Flores perfectas, fragantes; sépalos 5, imbricados en el botón, libres o algunas veces connatos en la base, persistentes en el fruto; pétalos 5, libres, blancos o rosados; estambres 10, filamentos libres en 2 verticilos, gibosos en la base; anteras ditecas, sagitadas, con dehiscencia por poros apicales; ovario súpero, 3-carpelar, 3-locular, con placentación axial y numerosos óvulos por lóculo, estilo 3-

lobulado, estigmas secos. Cápsula loculicida por 3 valvas hendidas; semillas numerosas. (Ulloa y Jergensen, 1995).

2.5.3.3 Reproducción

Se han realizado ensayos de germinación en viveros por semillas y por estacas y no se ha tenido resultados favorables. Según ensayos de germinación realizados en laboratorio se tuvo un porcentaje de germinación del 35%. (Ordóñez y Samaniego, 2005 citado por Ordoñez y Lalama, 2006).

2.5.3.4 Usos

La madera es utilizada en la construcción de casas, leña y postes. En el área de Uritusinga existe una gran demanda de esta especie para la elaboración de carbón que hoy en día por su sobre explotación se encuentra muy restringida.

En la época de floración se observa gran cantidad de abejas que visitan las flores para servirse del polen y néctar, por el aroma de las flores se obtiene una miel de sabor característico (Ordoñez y Lalama, 2006).

2.5.4 Cinchona officinalis, (Quinine Bark)

2.5.4.1 Clasificación botánica

ORDEN: RUBIALES

FAMILIA: RUBIACEAE

GÉNERO: *Cinchona*

ESPECIE: *officinalis*

NOMBRE COMÚN: *Cascarilla, quina o quinina*



Foto 4. Árbol de *Cinchona officinalis*

2.5.4.2 Descripción de Botánica

Las cinchonas son de origen sudamericano, su hábitat son bosques andinos del Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Bolivia, esta especie se encuentra en el sur del Ecuador en los sectores de Cajanuma (Lojan, 1992).

En el Ecuador prosperan silvestremente y exclusivamente en los bosques densos exteriores de ambas cordilleras: occidental y oriental formando una faja altitudinal desde los 640 hasta los 3200 m.s.n.m y entre los 10°C y 23°C, en un ambiente generalmente húmedo y lluvioso durante todo el año.

Es un árbol mediano de 16m de altura promedio, con un diámetro aproximado de 28 cm, su fuste es leñoso y ramificado, su corteza es de color gris y de 0,5 cm de espesor su fruto es una cápsula oblonga, de 1 a 2 cm de largo (Lojan, 1992)

2.5.4.3 Reproducción

Se propaga por semillas y las plantas que se obtienen por semilla tienen un desarrollo muy lento. El tipo de germinación para esta especie es epigea y el principal agente dispersante es el viento y el agente polinizador son las aves (Lojan, 1992).

Actualmente, las poblaciones de *Cinchona* son pequeñas (Garmendia, 2005) encontrándose solo en lugares donde se dan condiciones específicas para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

2.5.4.4 Usos

La madera de esta especie se utiliza para postes, puntales, vigas, leña y carbón (Lojan, 1992). La corteza, que tiene aplicaciones medicinales por los compuestos metabólicos (Ulloa & Jorgensen, 2000), por tal motivo la *Cinchona* se explotó en varios países,

principalmente en el Ecuador, constituyéndose en el primer fármaco-terapéutico que aportó América a la Farmacopea Universal (Estrella 1980; Estrella 1991).

La corteza de la *Cinchona* sigue siendo usada en la actualidad para el tratamiento de la malaria como una droga terapéutica para casos severos de la enfermedad y ante cepas del plasmodio resistentes a drogas antimaláricas sintéticas (Warhurst et al., 2003; Kaufman & Rúveda, 2004).

2.5.5 *Cupania americana* L.

2.5.5.1 Clasificación botánica

ORDEN: SAPINDALES
FAMILIA: SAPINDACEAE
GÉNERO: *Cupania*
ESPECIE: *americana*
NOMBRE COMÚN: *Sachanisper, guara*



Foto 5. Árbol de *Cupania americana*

2.5.5.2 Descripción Botánica

Es un árbol de tamaño mediano, el árbol se puede reconocer por su tronco liso, gris y grandes hojas de color verde oscuro, presenta inflorescencia en panícula de 30 a 40 cm de largo de flores blancas de tamaño pequeño, las flores en cada panícula son por lo general unisexuales los arboles son monoicos, los frutos son capsulas. Las semillas son de color negro brillante y tiene un arilo carnoso de color anaranjado conectado a uno de los extremos. (Francis, 1991).

2.5.5.3 Reproducción

La germinación es hipogea y tiene lugar entre 4 y 10 semanas después de la siembra. La semillas germinan con facilidad en turba húmeda o en una mezcla comercial de tierra

humedad. Se reporta que la especie rebrota al ser cortada. Las raíces cortadas brotan a menudo, pero las estacas leñosas de árboles jóvenes no arraigan. (Francis, 1991).

2.5.5.4 Usos

La madera se usa principalmente para postes de cerca y de alumbrado eléctrico, para construcción tosca, leña y carbón, la madera es atractiva y parece ser muy fuerte. A pesar de que el tamaño promedio de los maderos de guara es pequeño, la madera se podría usar para la manufactura de muebles, artesanías, molduras, jergones y cajas.

Las hojas se usan en la medicina herbalística para controlar el dolor y las semillas se usan para tratar la disentería. (Francis, 1991).

2.5.6 *Juglans neotropica* Diels

2.5.6.1 Clasificación botánica

ORDEN: JUGLANDALES
FAMILIA: JUGLANDACEAE
GÉNERO: *Juglans*
ESPECIE: *neotropica*
NOMBRE COMÚN: *Nogal o Tocte*



Foto 6. Árbol de *Juglans neotropica*

2.5.6.2 Descripción Botánica

Árbol grande, de copa tipo irregular, amplia o extendida, rala, con ramificación casi horizontal.

La corteza es fisurada, delgada, en placas verticales desprendibles de color gris blancuzco.

Presenta follaje caducifolio. Sus hojas son imparipinnadas, alternas, grandes, de 7 a 11 hojuelas, de 5 a 10 cm de largo, con los bordes dentados. Sus flores pequeñas son de color blanco amarillentas. Produce frutos carnosos tipo drupa, de forma semiesférica de aproximadamente 6 cm de largo por 5 cm de ancho. Su superficie externa es lisa a ligeramente áspera, con muchas lenticelas. Su coloración es verde clara y café oscuro al madurar, su pulpa es escasa. La semilla es amorfa, llenando las cavidades internas del mesocarpo. Su testa es lisa, de color crema oscura, y con un tejido carnoso comestible muy sabroso y nutritivo (Rojas y Torres, 2008).

2.5.6.3 Reproducción

Para su germinación, las semillas se siembran directamente a la bolsa, con un sustrato compuesto de tierra más arena. Estas deben ser cubiertas apenas 1 cm y colocadas en forma vertical. La germinación inicia entre los 35 a 112 días, en un rango que varía entre 60 y 84%.

La sombra, durante su reproducción, es indispensable por un período no mayor a ocho días y también es recomendable fertilizar (Rojas y Torres, 2008).

2.5.6.4 Usos

Su madera es utilizada en la fabricación de tableros contrachapados, chapas decorativas, ebanistería de alta calidad, artesanías, armas de fuego, instrumentos musicales (particularmente guitarras), marquetería, revestimiento ornamental de interiores y elaboración de pisos. También es usada para vigas, viguetas, alfardas y traviesas férreas. En algunas zonas es muy utilizada como leña y para la fabricación de carbón, debido a su lenta combustión y alto valor calórico. Del extracto de la corteza, hojas, frutos y raíces se elaboran tinturas utilizadas para teñir algodón, lana y cabello. En la cultura medicinal indígena las hojas son usadas como antidiarreico, astringente, cicatrizante y para tratar la

tos o afecciones ginecológicas. También es común encontrar al nogal como una importante especie ornamental en los centros urbanos (Ospina *et al.* 2003 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008)

2.5.7 *Myrica pubescens.*

2.5.7.1 Clasificación botánica

ORDEN: MYRICALES
FAMILIA: MYRICACEAE
GÉNERO: *Myrica*
ESPECIE: *pubescens*
NOMBRE COMÚN: Laurel de Cera



Foto 7. Árbol de *Myrica pubescens*

2.5.7.2 Descripción Botánica

Arbusto o arbolito de hasta 5 metros de altura, muy ramificado, de corteza gris clara u oscura con numerosas lenticelas oscuras. Hojas alternas simples, olorosas por el contenido de aceites esenciales (Aguirre; Gutiérrez; Merino, 2006). Las flores son de color verde con un tamaño aproximado de 2 milímetros y se agrupan formando amentos; las flores masculinas caen muy rápido después de liberar el polen, y las flores femeninas perduran más tiempo, mientras se desarrollan los ovarios convirtiéndose en frutos. Sus frutos son drupas redondas de 4 a 5 milímetros de diámetro en un número de 5 a 15 por amento, los cuales tienen una cubierta cerosa atravesada por pubescencias más o menos largas (Muñoz & Luna, 1999).

2.5.7.3 Reproducción

Esta especie se propaga por semillas y plántulas (Cabrera & Ordoñez, 2004).

2.5.7.4 Usos

Su sistema radicular es extenso (presenta nódulos que fijan nitrógeno), lo que lo hace recomendable para la recuperación de terrenos erosionados (Muñoz & Luna, 1999).

2.5.8 Myrsine sodiroana

2.5.8.1 Clasificación botánica

ORDEN: PRIMULALES

FAMILIA: MYRSINACEAE

GÉNERO: Myrsine

ESPECIE: *sodiroana*

NOMBRE COMÚN: Maco maco, Pypoli



Foto 8. Árbol de *Myrsine sodiroana*

2.5.8.2 Descripción Botánica

Árbol pequeño de 7 metros de altura y 16 cm de DAP; tronco ramificado, corteza liza, de color gris, 0,8 cm de espesor, olor y sabor ausente, sin estipulas, sin exudado, copa irregular. Hojas persistentes, simples alternas, coriáceas, de borde entero penninervias, ápice obtuso, base atenuada, forma elíptica; 9cm de largo y 3,5 cm de ancho. Haz de color verde oscuro y envés de color verde claro (Jaramillo y Inga 1992).

Flores hermafroditas, ovario semiínfero, pétalos de color café, axiales, miden como término medio 0,4 cm. Fruto una drupa de color café cuando tierno se torna café amarillento a la madurez, forma redondeada, tamaño 0,2 cm olor y sabor ausente. Existe una sola semilla por fruto. Semillas de forma redondeada, color café claro, de 0,2 cm de tamaño, olor y

sabor ausentes, y con promedio de aproximado de 780.000 semillas por kilogramo (Jaramillo y Inga 1992)

2.5.8.3 Reproducción

Esta especie se propaga por semilla (Jaramillo e Inga 1992).

2.5.8.4 Usos

Esta especie tiene una madera dura de color rosado pálido, utilizada en artesanías. (Jaramillo y Inga 1992) también se emplea como leña (Mahecha *et al*; 2004).

2.5.9 *Prumnopitys montana*

2.5.9.1 Clasificación botánica

ORDEN: PINALES

FAMILIA: PODOCARPACEAE

GÉNERO: *Prumnopitys*

ESPECIE: *montana*

NOMBRE COMÚN: *Romerillo colorado*



Foto 9. Árbol de *Prumnopitys montana*

2.5.9.2 Descripción Botánica

Arboles corpulentos mayores de 25 metros y diámetro superior a un metro, corteza oscura desprendiéndose en placas irregulares y delgadas; hojas distribuidas espiraladamente y dísticas, lineares, ápice agudo o mucronado, base obtusa y subsésil, márgenes revolutas, 0,4-1,3 cm de longitud y 0,2-0,3 de ancho, haz lustrosa, envés opaco, con el nervio central poco notorio y acanalado; de pocas a numerosas estructuras masculinas en los extremos de

ramas especializadas, las femeninas al final de ramillas reproductivas; frutos solitarios en ramitas especializadas, semillas globosa, con una cresta apiculada, 0,8 -1,2 cm de longitud y rojiza al madurar (Vargas, 2002).

Altitudinalmente se distribuye desde los 1900 a 2800 m s.n.m. Tiene una exigencia de luz alta, aunque baja en su juventud (Ríos y Ríos, 2000).

2.5.9.3 Reproducción

Se reproduce por semillas su germinación es epigea, el principal agente dispersante son las aves y el agente polinizador es el viento. (Ríos y Ríos, 2000).

2.5.9.4 Usos

Su madera es de gran valor se usa en ebanistería y construcción las aves consumen los receptáculos carnosos, sirviendo de dispersoras para sus semillas (Vargas, 2002)

2.5.10 Weinmannia glabra L.F

ORDEN: ROSALES

FAMILIA: CUNONIACEAE

GÉNERO: *Weinmannia*

ESPECIE: *glabra*

NOMBRE COMÚN: Maco, Cashco o Guishmo



Foto 10. Árbol de *Weinmannia glabra*

2.5.11 Descripción Botánica

Crece en bosques húmedos andinos primarios y secundarios, de 20 - 25 m de altura y 50 - 70 cm de diámetro con fuste recto y acanalado en la base. Copa amplia con ramificación densa. Corteza externa fisurada, café oscura a negra. Hojas compuestas imparipinadas, hojuelas oblongas pequeñas con ápice y base redondeada de textura membranosa con margen aserrado, penninervia y con estípulas. Flores bisexuales de color verde amarillento con cáliz y corola presente, con pétalos y sépalos libres, con 7 estambres y un pistilo; la inflorescencia es un racimo simple (Prado y Valdevenito 2000). Los frutos son cápsulas pequeñas que se encuentran agrupados en racimos y el grupo de racimos se forman en una parte de la rama; dentro de cada cápsula se encuentran 4 - 5 semillas y las semillas son de forma de ácaros de color rojizo con unas patas que al caer se prende en cualquier parte del suelo especialmente laderas. (Ordoñez y Lalama 2006).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se presentan los métodos y herramientas metodológicas que se siguieron para dar cumplimiento a los objetivos y por ende al desarrollo de la presente investigación. El procedimiento metodológico se ordenó de acuerdo con la disposición de los objetivos específicos a cumplir, con una descripción previa del área de estudio.

3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Es particularmente importante dejar constancia de la localización y una breve descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación del Área de Estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el bosque protector “El Bosque” con un área aproximada de 2 000 ha, ubicado entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud 04° 15 ' 30" S y 04° 10' 00" S

Longitud 79° 06 ' 00 "W y 79° 10' 15" W

Se encuentra localizado en la parte alta de la Parroquia San Pedro de Vilcabamba (Microcuenca del Río Uchima), perteneciente al Cantón y provincia de Loja, ubicándose parcialmente dentro de la franja occidental del Parque Nacional Podocarpus (Ríos y Ríos, 2000).

Los ensayos de germinación se los realizó en los laboratorios del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

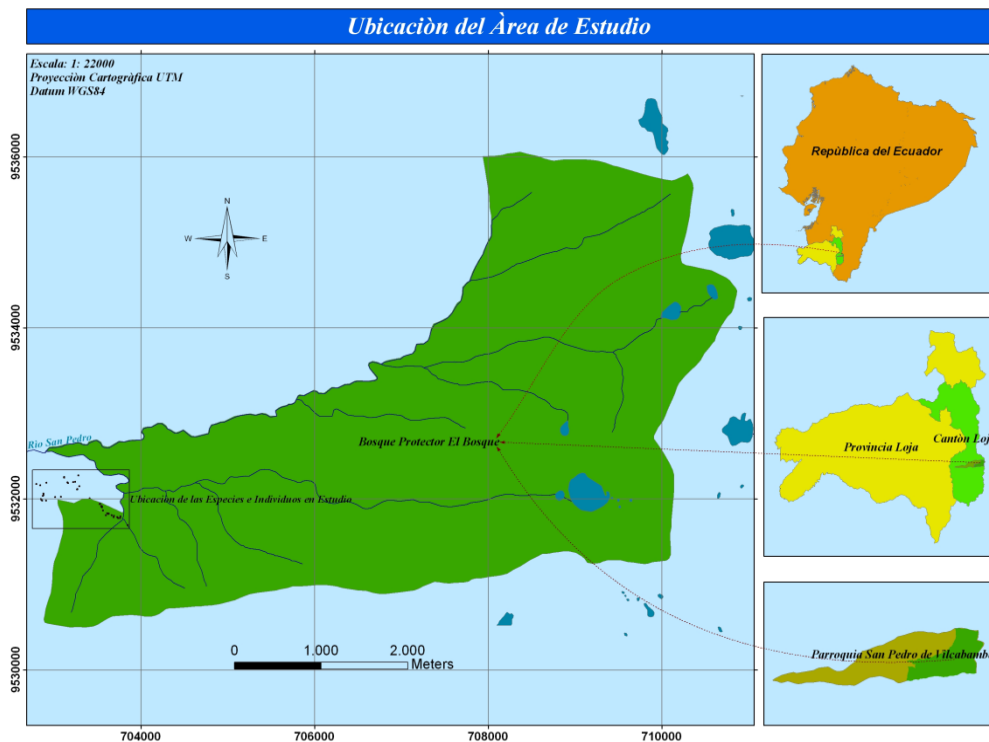


Figura 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio, Bosque Protector “El Bosque”

3.1.2 Descripción del Área de Estudio

3.1.2.1 Características Generales

El Área de Bosque y Vegetación Protectora “El Bosque”(ABVP), fue declarado como tal el 13 de abril de 1994 con acuerdo ministerial No 21 y publicado en el registro oficial N° 472 del 29 de junio de 1994. El objetivo de declaratoria de esta área es la conservación de su biodiversidad. El ABVP tiene una superficie calculada 2233,42 ha, y está ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes, específicamente en las laderas occidentales de la cordillera de Sabanilla al este de la cabecera parroquial de San Pedro de Vilcabamba. (González et al; 2005)

La mayoría de superficie de este bosque protector de propiedad privada se encuentra dentro de los límites del Parque Nacional Podocarpus, no existen poblaciones humanas viviendo dentro de él. En los territorios del ABVP “El Bosque” existen 8 km de senderos en mal estado y aproximadamente 15 km no tienen ningún mantenimiento. A través de éstos se puede llegar a las lagunas de Banderillas, el tiempo de recorrido hasta las lagunas desde San Pedro de Vilcabamba es de 7 horas y desde la casa de habitación del ABVP El Bosque es de aproximadamente 4 horas.

El bosque tiene una situación topográfica de hondonadas con crestas empinadas, la mayor parte de cobertura de los suelos es bosque nativo y una pequeña área de bosque en recuperación y plantaciones de pino; en la zona de amortiguamiento existe bosque intervenido, cultivos y pasto.

El uso de los suelos dentro del bosque está dedicado a la protección; fuera, el uso es para agricultura, ganadería, cacería y protección, el índice de erosión es bajo tanto dentro como alrededor del bosque (González et al; 2005).

Los límites generales son los siguientes:

Este: Hasta el filo (divisoras del agua) de la Cordillera Oriental de los Andes.

Norte: Divisoria de la cuenca del río Campanas, desde allí hace de límite el río Colanuma desde el origen hasta la unión con la quebrada Banderillas.

Sur: Filo de Yamburara que es la divisoria con la cuenca del río Yambala.

Oeste: Parte baja del bosque protector, con cuatro propietarios.

El bosque protector posee temperaturas máximas de 16 °C en la unión del río Uchima con Banderillas y sector Uchima norte y mínimas de 10 °C en las lagunas de Banderillas, incluye altitudes máximas de hasta 3 680 ms.n.m en las lagunas Banderillas y mínimas de 1 880 ms.n.m, entre la unión del río Uchima y Banderillas registra una precipitación

máxima de 1 200 mm/año en las lagunas de Banderillas y mínima de 1 100 mm/año entre la unión del río Uchima y Banderillas (González et al; 2005).

3.1.2.2 Aspectos Físicos

La geoforma de la unidad de mapeo es ladera muy escarpada con un relieve montañoso mayor al 55 %. La forma de la pendiente es cóncava e irregular, la fuente de agua se da por escorrentía, asimismo existe un sistema lacustre dado por las lagunas de Banderillas en la parte alta. El drenaje es moderado con erosión de tipo laminar de grado muy bajo, la escorrentía es lenta.

El suelo en el horizonte A tiene una profundidad de 55 cm aproximado, de textura franco arenoso con la presencia de pedregosidad del 30 %, una capa radicular de 15 cm, el espesor de la hojarasca de 4 cm aproximadamente, el color del suelo es negro. En el suelo se observa mantillo producto de la mezcla de raicillas, hojarasca, semillas y suelo (Panman, 1994, citado por González, et al; 2005).

El Sistema hidrográfico de este bosque protector se describe a continuación.

Cuenca: Catamayo

Subcuenca: Río Piscobamba

Microcuencas: En la parte más alta se localizan cuatro lagos pequeños, llamadas lagunas de “Banderillas”. Estas lagunas son de origen glacial. Estas drenan sus aguas directamente en la quebrada Toronche y Banderillas. Las aguas de la quebrada Toronche desembocan en río Colanuma. Posteriormente la quebrada Banderillas y el río Colanuma se unen para formar el río Uchima. Además existen varias quebradas como el Trigal y Romerillos. Constituyéndose así el bosque protector El Bosque como el principal abastecedor de agua del río Uchima. Siete canales toman el agua del río Uchima para irrigar aproximadamente

950 hectáreas de tierra cultivable en los valles de Malacatos, Vilcabamba y San Pedro de Vilcabamba (Panman, 1994, citado por González, et al; 2005).

3.1.2.3 Uso Actual del Suelo

Dentro del bosque protector El Bosque no existe ningún tipo de uso agropecuario o antrópico, el área desde la parte baja hasta la alta está designada para protección.

En la zona de amortiguamiento existen cultivos de ciclo corto como hortalizas, legumbres y permanentes como café, granadillas y frutales, igualmente plantaciones de especies exóticas como eucalipto y pino. También se practica la ganadería en potreros colindantes con el bosque. (González, et al; 2005).

3.1.2.4 Cobertura

Considerando que este bosque tiene tamaño mediano, en la actualidad sólo 24,75 ha equivalente al 1% corresponde a cobertura vegetal antrópica, aunque si bien es cierto existen otras áreas intervenidas de matorral denso arbolado, estas son poco representativas y de pequeñas dimensiones (52,76 ha) que están en proceso de recuperación, cabe destacar que estas áreas poco a poco se están incorporando al grupo de bosques naturales. En el cuadro 1 y figura 1 se detalla el tipo de cobertura por superficie. (González, et al; 2005)

Cuadro 1. Tipos de cobertura del ABVP El Bosque

Cobertura	Superficie (ha)	Superficie (%)
Agua natural	23,98	1,07
Bosque abierto	232,54	10,41
Bosque achaparrado	414,80	18,57
Bosque denso	1044,20	46,75
Complejo pastizal-bosque denso	24,52	1,10
Complejo páramo herbáceo bajo/páramo arbustivo	30,73	1,38
Matorral denso arbolado	52,76	2,36
Pastizal	0,23	0,01
Páramo arbustivo	178,39	7,99
Páramo herbáceo bajo	231,26	10,35
Total	2233,42	100,00

Fuente: González, et al; 2005

3.1.2.5 Zonas de Vida

Este bosque protector posee tres zonas de vida diferentes: Bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB), bosque muy húmedo Montano (bmh-M) y Páramo (P) (Cañadas, 1983 citado por González, et al; 2005).

3.1.2.6 Formaciones Vegetales

Según Sierra *et al* (1999), el ABVP El Bosque posee tres formaciones vegetales diferentes: Bosque siempre verde montano bajo, Bosque siempre verde montano alto y Páramo arbustivo.

3.2 DETERMINACIÓN DE LOS PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”

3.2.1 Selección de Árboles

Inicialmente se realizó el reconocimiento general del área con la finalidad de evidenciar la existencia de las especies forestales en estudio: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Myrica pubescens* y la identificación y selección de dos nuevas especies, las dos nuevas especies que se incorporaron al total de especies en estudio fueron: *Weinmania glabra* y *Myrsine sodiroana*.

Para la identificación de las nuevas especies se consideró los siguientes aspectos: potencial maderable o de productos no maderables, no ser arboles solitarios, libres de plagas y enfermedades, no muy degradados, la ubicación de los árboles no estuvo limitada únicamente a lugares cercanos. Las características visibles de alta heredabilidad como son: forma del fuste, hábito de ramificación y hábito de bifurcación, además también se toma en cuenta variables cuantitativas como: DAP, altura total, diámetro de la copa, que ayudan a calificar el vigor de los árboles. Para facilitar el seguimiento de las características fenológicas, se realizó la identificación de los árboles en estudio mediante la marcación, numeración y codificación, a la altura del pecho de cada especie.

3.2.2 Observaciones Fenológicas

Las observaciones fenológicas se realizaron cada quince días, es decir dos veces al mes durante un año, con ayuda de los binoculares desde octubre del 2009 hasta septiembre del 2010., el método utilizado fue el sistemático, el cual consiste en evaluar el comportamiento fenológico por individuo, es decir tomando diferentes puntos de observación que faciliten

examinar al individuo hacia todos sus cuatro cuadrantes con lo cual se obtuvo datos de: floración y fructificación.

Las características fenológicas se evaluaron de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se dividió la copa del árbol en cuatro cuadrantes: Arriba-derecha (cuadrante 1), arriba-izquierda (cuadrante 2), abajo-izquierda (cuadrante 3) Abajo-derecha (cuadrante 4), y tomando como base la pendiente, como muestra la siguiente figura.

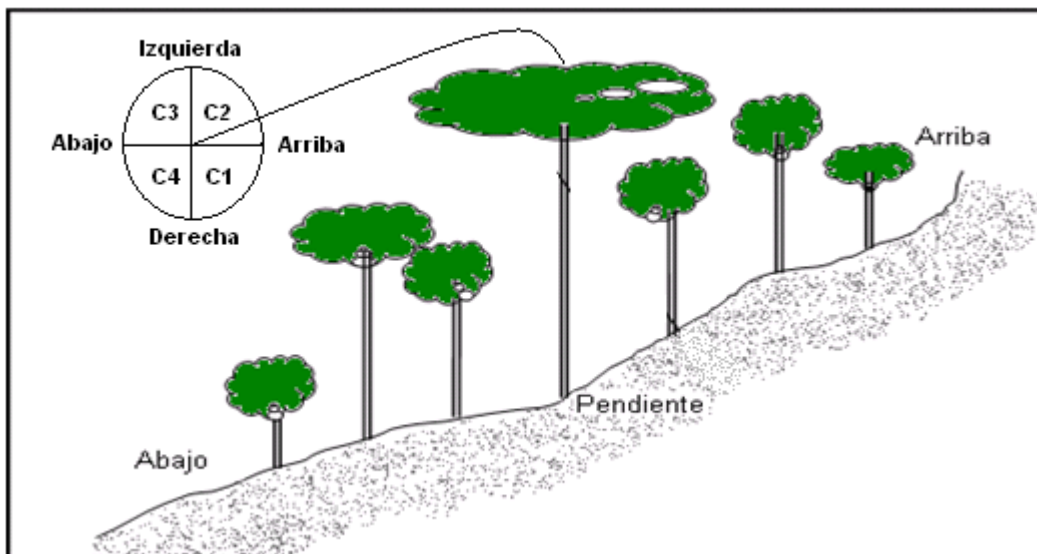


Figura 2. Segmentación de la copa del árbol en cuadrantes para la toma de datos fenológicos.

- Luego de la segmentación de la copa se procedió a contabilizar el número de flores y frutos en cada cuadrante de cada uno de los individuos.
- Los valores referentes a defoliación se calibraron con ayuda de tres trampas de hojarasca por especie, las cuales se colocaron debajo del árbol, determinando el peso seco. Todo ello con la finalidad de obtener datos cuantitativos más exactos.

3.3 CUANTIFICACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO DE LAS DIEZ ESPECIES FORESTALES EN ESTUDIO.

Para determinar el potencial productivo (producción de frutos y semillas) se considero individualmente los árboles de cada especie, en ellos se evaluó los siguientes aspectos:

3.3.1 Número de frutos promedio del árbol (Nfp)

Se muestreó de cada árbol un total de 6 ramas, dos en la base, dos en el centro y dos en la copa, y se determinó el grado de ramificación (secundaria, terciaria, cuaternaria, quinquenaria). Posteriormente se procedió a contabilizar el número de frutos contenidos en cada rama, el total de frutos se promedió para las 6 ramas evaluadas, obteniendo el número de frutos promedio por rama por árbol.

3.3.2 Número de ramas con frutos del árbol (Nrf)

A simple vista y con ayuda de los binoculares se contabilizó el número de ramas con frutos en cada árbol.

3.3.3 Numero de frutos totales por árbol

Se utilizó la siguiente fórmula

$$\text{NFT} = \text{Nfp} \times \text{Nrf}$$

Donde:

NFT = Número total de frutos de cada árbol

Nfp = Número de frutos promedio del árbol

Nrf = Número de ramas con frutos del árbol

3.3.4 Producción de semilla del árbol.

En primer lugar se realizó la extracción de la semilla de un cierto número de frutos (Nfm), el total de semillas se divide para la muestra obteniendo el número de semillas por fruto (Nsf) y además se pesó el total de semillas de la muestra (Psm)

Posteriormente se calculó el número de semillas por árbol (Nsa), a través de la siguiente fórmula:

$$Nsa = NFT \times Nsf$$

Donde:

NFT = Número total de frutos de cada árbol

Nsf = Número de semillas por fruto

Finalmente se obtiene la producción de semilla en gramos a través de la siguiente fórmula:

$$Ps = \frac{NFT \times Psm}{Nfm}$$

Donde:

Ps = Producción de semilla del árbol (gramos)

NFT = Número total de frutos del árbol

Psm = Peso semilla muestra

Nfm = Número de frutos de la muestra

3.4 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LAS SEMILLAS MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO

La determinación de las pruebas de calidad de semillas se realizó por individuo, de aquellas que formaron una producción de semillas con un número superior al necesario para cumplir con la metodología propiamente dicha y exclusivamente para cuatro especies,

Cupania americana, *Myrica Pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weimania glabra*, debido a que ya existe información referente al resto de las especies.

El lugar donde se aplicó la presente metodología, fue en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la UNL., en base a la metodología estandarizada del Internacional Seed Testing Association (ISTA, 2007); donde se determinó los siguientes parámetros:

3.4.1 Pureza

Para determinar la pureza, se pesó dos muestras al azar de pesos similares del lote total de semillas recolectadas por individuo de cada especie; posteriormente se procedió a separar las impurezas manualmente y con la ayuda de un colador, para posteriormente pesar cada componente en la balanza de precisión.

El porcentaje de pureza se calculará con la siguiente fórmula:

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

3.4.2 Peso de la Semilla

Se determinó el peso de las semillas frescas (almacenadas un máximo de tres días después de su recolección en fundas de tela) en la balanza de precisión contando 8 submuestras al azar de 100 semillas tomadas del componente del ensayo de pureza cada una, para luego sacar la media.

Donde:

Peso de 1000 semillas = Media x 10

3.4.3 Contenido de Humedad

Para su determinación se utilizó dos muestras por individuo en gramos cada una, tomadas del componente del ensayo de pureza. Se colocó las semillas en el container y se calculó el contenido de humedad con el siguiente método:

- Se pesó el recipiente vacío (9 cm. de diámetro) incluso la tapa (M1)
- Se colocó la muestra de la semilla (gr.) en el recipiente y se pesó junto (M2)
- El recipiente se colocó en un horno a 103 +/- 2°C por 17 +/- 1 hora.
- Luego se procede a retirar el recipiente del horno, y se coloca en la cámara de desecación mientras se refrescan (para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera).
- Después de normalizarse la temperatura (30 - 45 min.), se pesarán las semillas en el recipiente de nuevo (M3).

$$\% CH = (M2 - M3) \frac{100}{M2 - M1}$$

3.4.4 Germinación

El ensayo de germinación se realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, para determinar el porcentaje de germinación, se tomó de cada individuo cuatro muestras de 100 semillas puras, se desinfectó en cloro al 5% en un lapso aproximado de 2 minutos , el cual dependió del tamaño de la semilla y su permeabilidad y subsiguientemente se enjuagó con agua destilada desmineralizada; posteriormente se realiza diferentes tratamientos pre-germinativos para cada especie como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.

Especie	Desinfección	Tratamiento Pregerminativo	Observaciones
<i>Cupania americana</i>	Cloro 5% 3 min/enjuague agua destilada	Escarificación física e imbibición en agua destilada por 5 días con renovación periódica	La escarificación debe hacerse con un bisturí mediante una incisión minúscula ejerciendo una suave presión sobre sus extremos distal y proximal tratando de evitar daño en la semilla
<i>Myrica pubescens</i>	Cloro 5% 3 min/enjuague agua destilada	Escarificación física e imbibición en agua destilada por 10 días con renovación periódica	La escarificación se hizo ligando un poco la testa para permitir la imbibición del embrión
<i>Myrsine sodiroana</i>	Cloro 5% 3 min/enjuague agua destilada	Imbibición en agua destilada por 5 días con renovación periódica	-
<i>Weinmannia glabra</i>	Cloro 2,5% 1 min/enjuague agua destilada	Imbibición en agua destilada por 1 día con renovación periódica	Para la desinfección no se debe utilizar un mayor concentrado de cloro, simplemente se hace pasar a través de un cernidero el cloro por breves segundos y enjuagar inmediatamente, debido a que la semilla tiene una testa muy suave y permeable.

Luego se colocó en cajas petri previamente esterilizadas preparadas con papel absorbente antibacterial saturado en agua destilada; el número de semillas se dividieron en sub réplicas cuya cantidad dependió del tamaño de las mismas. A continuación se las ubicó en la cámara de germinación a una temperatura de 20 °C y una humedad relativa del 70%, con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. Se realizó lecturas diarias durante 3 meses, enjuagando y adicionando agua destilada conforme la semilla lo requiera. Para establecer el

porcentaje de germinación se efectuó una relación simple tomando como base que el total de semillas del ensayo corresponde al 100% de germinación.

3.5 METODOLOGÍA PARA ANALIZAR LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LAS FASES FENOLÓGICAS DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO CON LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.

3.5.1 Recolección de Datos Climatológicos

Para la utilización de los datos climatológicos precipitación y temperatura, se revisó de los registros meteorológicos del año 2009 de la estación climatológica de Malacatos debido a que no existen registros a partir del año en mención y a la avería de los instrumentos que recogen los datos en la pequeña estación climatológica ubicada en el bosque protector el bosque, y siendo estos datos los más actuales y serían los más análogos al área de estudio.

3.5.2 Elaboración de Dendofenogramas

Para el cumplimiento del presente objetivo fue necesaria la realización de dendofenogramas los cuales gráficamente relacionan los datos fenológicos y los datos climatológicos (precipitación y temperatura) pero debido a la avería de los instrumentos que recogen los datos en la pequeña estación climatológica ubicada en el bosque protector el bosque, los dendofenogramas se realizaron con datos de la estación climatológica de Malacatos con registros del 2009.

Con los datos obtenidos de precipitación y temperatura se elaboró un diagrama climático, para determinar variaciones dentro de estas durante el período de la toma de datos fenológicos.

Con los datos del porcentaje de ocurrencia de las fenofases, los datos de precipitación y temperatura, se elaboró los dendofenogramas de las diez especies en estudio. Los dendofenogramas consistieron en una figura, considerando los ejes de coordenadas (X,Y) relacionando el tiempo en el eje de las abscisas (X); el porcentaje de ocurrencia de las fenofases en el eje de las ordenadas (Y1) y la precipitación y temperatura en el eje de ordenadas (Y2), y finalmente se discutió la influencia de cada uno de los factores (precipitación y temperatura) con las fases fonológicas.

3.6 METODOLOGÍA PARA DIFUNDIR LOS RESULTADOS DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN

Para la difusión de la presente investigación se han desarrollado algunas actividades que se mencionan a continuación:

La investigación fue compartida con autoridades y estudiantes de los últimos años de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, y la elaboración del artículo científico de la presente investigación.

4. RESULTADOS

Los resultados que se muestran a continuación fueron elaborados y procesados de los datos obtenidos en la investigación, para un mejor entendimiento se han distribuido los análisis para cada objetivo.

4.1 PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”

A continuación se presenta los diagramas fenológicos de cada una de las especies en estudio en intensidad y duración, durante el período octubre 2009 - octubre 2010.

4.1.1 Descripción de la Respuesta Fenológica de *Alnus acuminata*

La figura 3 nos muestra que tanto la floración y fructificación se observa durante todo el año, estos resultados se ratifican con el estudio de Cesa (1991), realizado en la provincia de Cotopaxi, el cual menciona que la formación de botones florales se observa casi durante todo el año y se confirma con una publicación de Morales (2001), el cual manifiesta que las flores y frutos de *Alnus acuminata* son observados durante todo el año.

La especie *Alnus acuminata* alcanza su máxima intensidad en septiembre para floración y en enero para la fructificación.

En cuanto a la defoliación también se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto antes de dar inicio al fenómeno de floración, y declina su intensidad en septiembre – octubre.

Cabe mencionar que todos los individuos de esta especie presentaron los diferentes fenómenos fenológicos (floración, fructificación, defoliación).

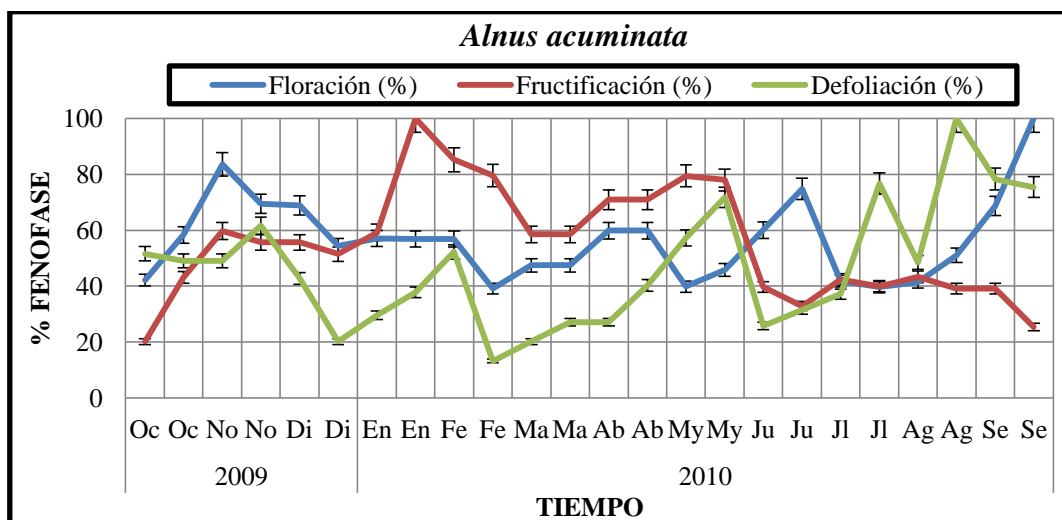


Figura 3. Representación gráfica de la fenología de *Alnus acuminata*

4.1.2 Descripción de la Respuesta Fenológica de *Cedrela montana*

Como se puede observar en la figura 4, la especie *Cedrela montana* inicia la floración en el mes de agosto con la formación de botones florales y alcanza su máxima intensidad en el mes de septiembre y declina en el mes de diciembre, experimentando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde diciembre hasta junio, donde no se observó individuos en floración, presentándose el fenómeno para seis de los ocho individuos, a excepción de los árboles 7 y 8 los cuales no presentan flores, debido posiblemente a que estos individuos poseen características fenotípicas menores en DAP y altura con respecto al resto de individuos.

En cuanto a la fructificación esta inicia en el mes de octubre y alcanza su máxima intensidad en el mes de mayo, y declina en el mes de junio experimentando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde julio hasta octubre, donde no se observó individuos en fructificación, presentándose el fenómeno para dos de los ocho individuos con valores muy diferentes de intensidad, a excepción de los árboles 2,3,4,6,7 y 8; de estos dos últimos 7 y 8 simplemente porque no presentan fenómeno de floración y los cuatro

primeros individuos a pesar de que produjeron flores no lograron la formación de frutos. Se observa un desarrollo normal de la flor luego este se detiene y necrosa provocando el aborto de las mismas.

Por otro lado la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad, a pesar de que el cedro es caducifolio, es decir con una época muy marcada de defoliación, pero esto se da debido a que las hojas se renuevan durante todo el año, y alcanza su intensidad máxima en el mes de julio antes de dar inicio al fenómeno de floración, observando una pequeña disminución en el porcentaje durante los meses de febrero a abril y otra durante el mes de agosto a noviembre que coinciden con la época de mayor fructificación y floración respectivamente (ver figura 4).

Sin embargo, estas afirmaciones fenológicas difieren un poco con los reportes de Díaz y Lojan, (2004) los cuales manifiestan que el inicio de la floración se dio en el mes de agosto, la intensidad máxima se presentó en octubre-noviembre y declinó en el mes de febrero y en cuanto a la fructificación esta inicio en enero, la intensidad máxima se dio en los meses marzo-abril y declinó en mayo.

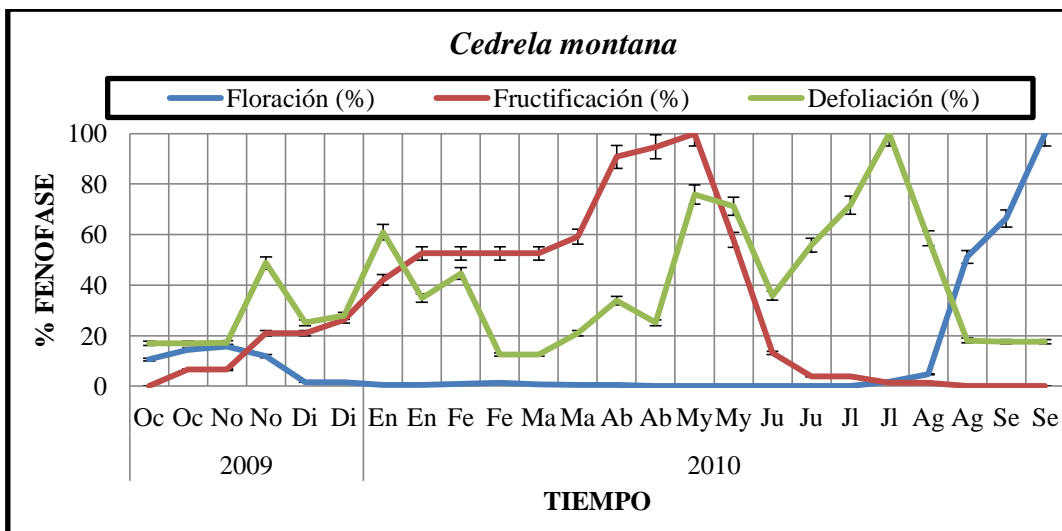


Figura 4. Representación gráfica de la fenología de *Cedrela montana*.

4.1.3 Descripción de la respuesta Fenológica de *Cinchona officinalis*

La figura 5 revela que el fenómeno de floración para la especie de *Cinchona officinalis* se produce durante todo el año con periodos variables de intensidad, la especie alcanza su máxima intensidad en el mes de agosto y otra en el mes de noviembre declinando en el mes de marzo adquiriendo el porcentaje más bajo.

La fructificación, al igual que la floración se presenta durante todo el año alcanzando su máxima intensidad en el mes de enero y declina en los meses de julio a octubre con los porcentaje más bajos del fenómeno, presentándose para todos los ocho individuos con valores diferentes de intensidad.

Por otro lado la figura revela que la defoliación se da durante todo el año con una tendencia en la gráfica de zic zac, que revela una variación muy dinámica de intensidad en periodos muy cortos de tiempo alcanzando su intensidad máxima en el mes de mayo.

Estas afirmaciones fenológicas coinciden con las de Diaz y Lojan (2004), los cuales manifiestan que tanto el fenómeno de floración como de fructificación se da durante todo el año, con periodos variables.

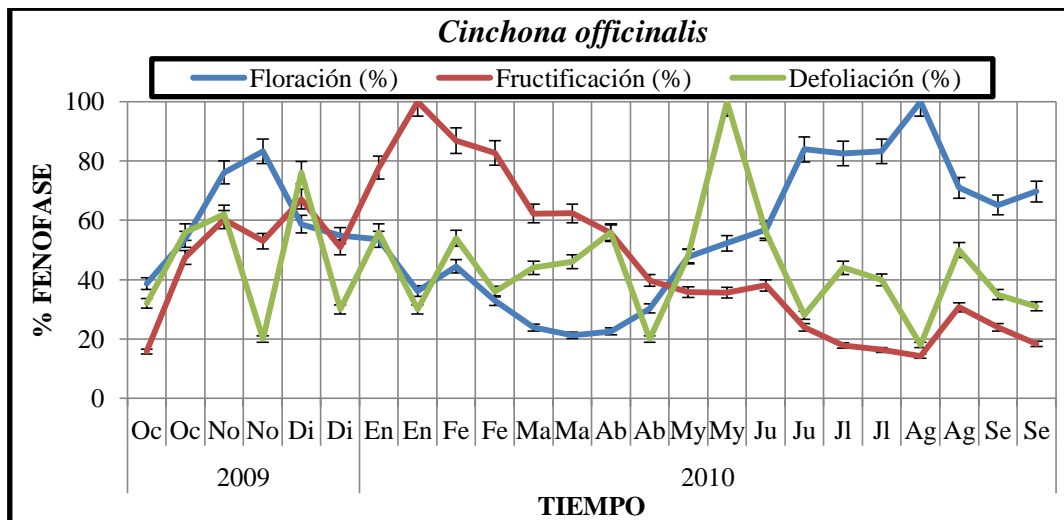


Figura 5. Representación gráfica de la fenología de *Cinchona officinalis*.

4.1.4 Descripción de la respuesta Fenológica de *Clethra revoluta*

La especie *Clethra revoluta* como se muestra en la figura 6, revela dos épocas marcadas de floración, pero la explicación se debe a que los individuos 3, 4, 7, 8 orientados hacia la parte más baja, desarrollaron el fenómeno de la floración dos veces en el año.

Pero en definitiva la especie alcanza su máxima intensidad en el mes de julio y otra de menor intensidad en noviembre, experimentando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde febrero hasta junio, donde prácticamente no se observan individuos en floración, presentándose el fenómeno para los ocho individuos.

En cuanto a la fructificación esta inicia en el mes de noviembre y alcanza su máxima intensidad en el mes de febrero y declina en el mes de abril apreciando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde mayo hasta octubre, donde no se observa individuos en fructificación, presentándose el fenómeno para seis de los ocho individuos, debido al aborto de las flores de los individuos 1 y 2.

Por otro lado la figura nos muestra que la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad, alcanzando su intensidad máxima en el mes de febrero y otra en julio de menor intensidad coincidiendo con los picos máximos de fructificación y floración, observando una disminución en el porcentaje durante el mes de diciembre y otra en el mes de agosto.

Estas afirmaciones fenológicas coinciden con los datos de Días y Lojan (2004) en cuanto al pico máximo de floración y fructificación pero difieren en lo referente, a que el desarrollo del fenómeno de floración se dé dos veces en el año, el cual puede deberse a que en el presente estudio se evaluaron mayor cantidad de individuos por especie obteniendo datos más exactos.

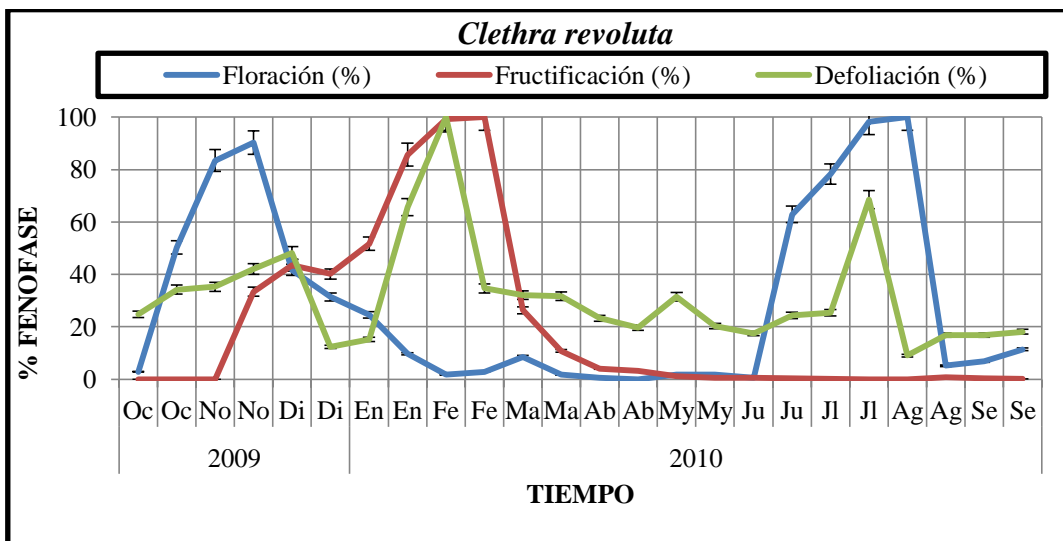


Figura 6. Representación gráfica de la fenología de *Clethra revoluta*

4.1.5 Descripción de la respuesta Fenológica de *Cupania americana*

El mayor porcentaje de flores de *Cupania americana* se da en el mes de diciembre, inicia en el mes de octubre y declina en el mes de junio, apreciándose un periodo de floración muy amplio debido principalmente a que las flores no se presentan de forma uniforme más bien van manifestándose durante varios meses (ver figura 7).

En cuanto a los frutos estos se observan con mayor intensidad en el mes de mayo, inicia en el mes de diciembre y declina en el mes de septiembre y al igual que la floración es un periodo muy largo ya que la floración está directamente relacionada con la fructificación.

En cuanto a la defoliación, esta se presenta durante todo el año con tres picos muy evidentes dos de ellos se presentan con un espacio de tiempo muy corto en noviembre y enero y el otro en el mes de agosto, este último en menor intensidad (ver figura 7).

Estos datos difieren un poco con los de Díaz y Loja ya que el estudio menciona que la floración inicia en enero, la intensidad máxima se dio en abril-mayo, y declino en el mes de junio y los datos actuales del estudio se presentan un poco anticipados.

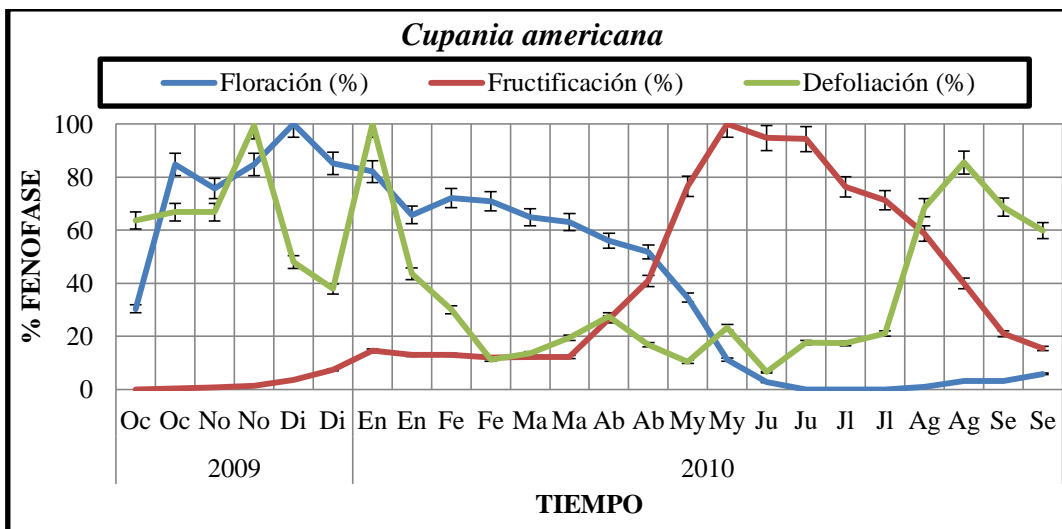


Figura 7. Representación gráfica de la fenología de *Cupania americana*.

4.1.6 Descripción de la respuesta Fenológica de *Juglans neotropica*

En el caso de *Juglans neotropica*, en cuanto al registro de la floración no se diferenciaron las flores masculinas de las femeninas debido a la dificultad de registrar las femeninas y debido a la altura de los árboles.

La especie *Juglans neotropica* inicia la floración en el mes de julio y alcanza su máxima intensidad en el mes de agosto y declina en el mes de octubre, experimentando un descenso paulatino en el transcurso de los meses desde noviembre hasta junio, donde no se observó individuos en floración (ver figura 8), presentándose el fenómeno para siete de los ocho individuos, a excepción del árbol 7 el cual no presentó flores.

En cuanto a la fructificación esta inicia en el mes de octubre y alcanza su máxima intensidad en el mes de noviembre y declinando en el mes de agosto siendo esta una fenofase muy amplia debido principalmente a que se observó una fructificación residual en

fechas alejadas del máximo, con valores muy bajos en intensidad para la mayoría de los individuos posiblemente se deba a una asincronía en la floración.

En cuanto a la defoliación al ser una especie caducifolia, la figura revela un marcado periodo de pérdida de hojas, pero al igual que todas las especies estas pierden sus hojas de manera regular durante todo el año, alcanzando su máxima intensidad en el mes de julio.

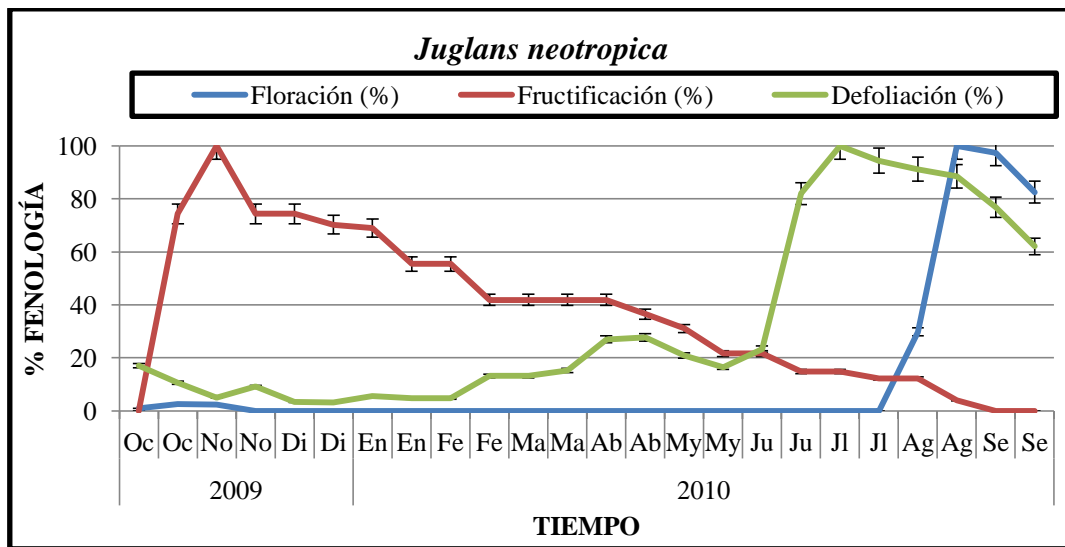


Figura 8. Representación gráfica de la fenología de *Juglans neotropica*.

4.1.7 Descripción de la respuesta Fenológica de *Myrica pubescens*

El mayor porcentaje de flores de *Myrica pubescens* se da en el mes de junio, pero se debe recalcar que muchos de los individuos de esta especie florecieron dos veces en el año con distinta intensidad y por tal motivo la representación de la figura 9.

En cuanto a los frutos estos se observan con mayor intensidad en el mes de julio y al igual que en la floración se observan dos picos de fructificación de diferente intensidad, ya que la floración está directamente relacionada con la fructificación.

En cuanto a la defoliación, esta se presenta durante todo el año con mayor intensidad en el mes de agosto, pero además la figura 9, revela que la intensidad de este fenómeno está estrechamente relacionada con la época de floración y fructificación, ya que a mayor floración y fructificación mayor porcentaje de defoliación. Estos datos difieren un poco con los de Díaz y Loja ya que el estudio menciona que la floración alcanza la intensidad máxima en noviembre-diciembre y en enero-febrero para la fructificación, coincidiendo solamente con el pico de menor intensidad en el actual estudio.

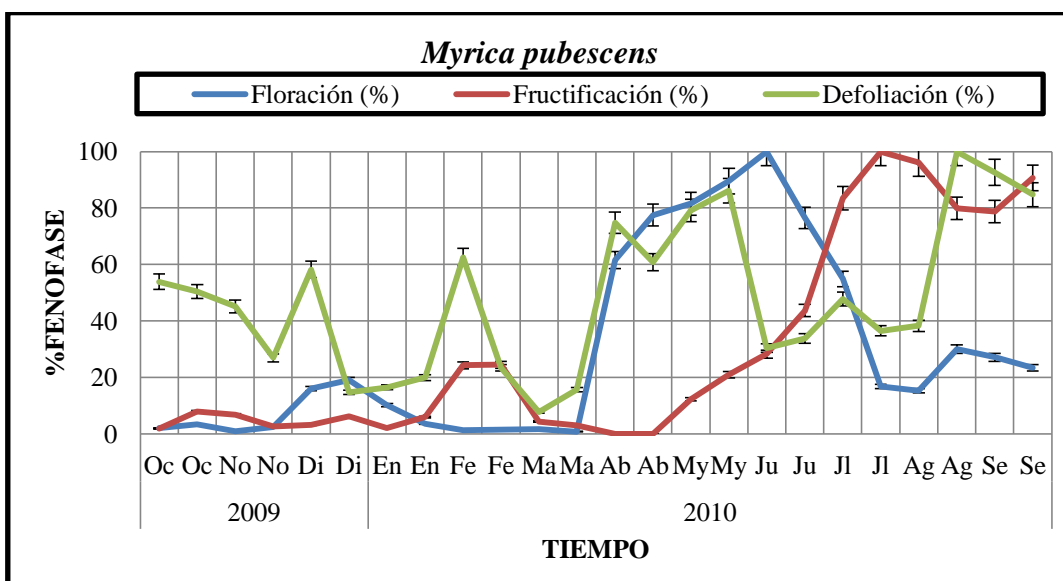


Figura 9. Representación gráfica de la fenología de *Myrica pubescens*.

4.1.8 Descripción de la respuesta Fenológica de *Myrsine sodiroana*

La especie *Myrsine sodiroana* revela dos épocas de floración muy marcadas de diferente intensidad una en el mes de diciembre y la máxima en el mes de julio experimentando un descenso paulatino principalmente en el transcurso de los meses desde enero a mayo, donde no se observa individuos en floración (ver figura 10), presentándose el fenómeno para cinco de los ocho individuos.

En cuanto a la fructificación esta al igual que la floración revela dos épocas muy marcadas una en enero y otra en septiembre, pero con igual intensidad debido principalmente a que en ambas épocas solo un individuo logro la formación de frutos, debido al aborto de flores del resto de individuos, posiblemente a algunos insectos que pueden atacar externamente los primordios florales o los frutos en formación, lo que provoca muchas veces que las flores y frutos caigan en forma prematura, ya que se evidencia el estado larvario y adulto de un himenóptero en un gran porcentaje de los frutos (Ver apéndice 8). Por otro lado la figura nos muestra que la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad alcanzando su intensidad máxima en el mes de agosto.

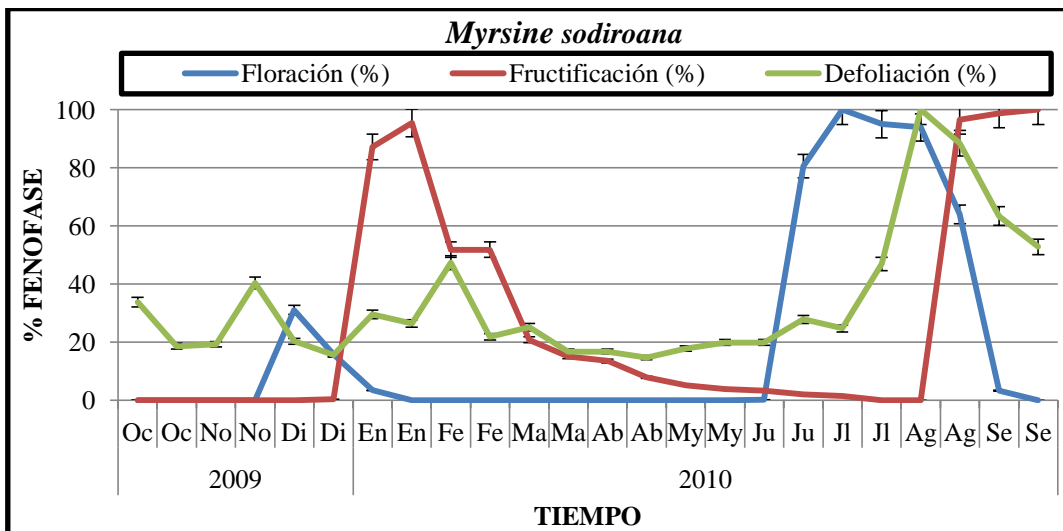


Figura 10. Representación gráfica de la fenología de *Myrsine sodiroana*.

4.1.9 Descripción de la respuesta Fenológica de *Prumnopitys montana*

El comportamiento de la floración de esta especie, indica que, la mayor cantidad de flores se presentó en el mes de octubre alcanzando su intensidad máxima en los meses de diciembre y declinó en el mes de marzo, el fenómeno se presenta para cuatro de los ocho individuos. Con respecto a la fructificación esta inicia en enero y alcanza su intensidad

máxima en los meses de abril y declina en el mes de junio, presentándose solo para el individuo 7.

Además a pesar que no era parte de la investigación propiamente dicha, se notó abundante germinación alrededor del área de los individuos selectos, pero aparentemente existe un factor que está entorpeciendo el desarrollo de las pequeñas plántulas ya que solo se percibe individuos menores a 10 cm de alto.

En cuanto a la defoliación también se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto (ver figura 11).

Estas afirmaciones fenológicas coinciden con los datos de Días y Lojan (2004) en cuanto a los fenómenos de floración y fructificación.

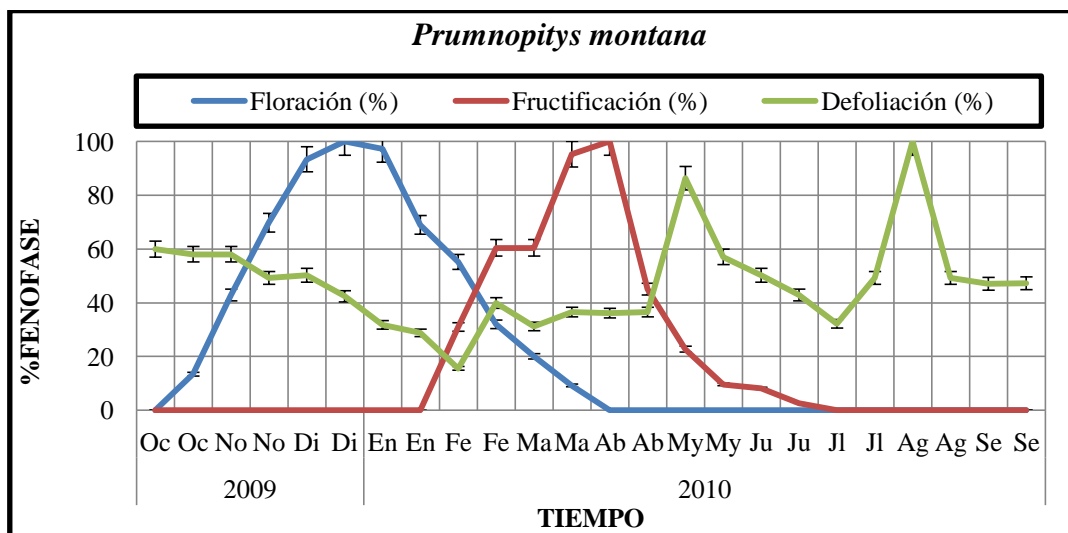


Figura 11. Representación gráfica de la fenología de *Prumnopitys montana*.

4.1.10 Descripción de la respuesta Fenológica de *Weinmannia glabra*

La especie *Weinmannia glabra* como se puede observar en la figura 12, muestra de forma general que el fenómeno de floración se da durante casi todo el año con una diferencia muy variable de intensidad.

Pero categóricamente la especie alcanza su máxima intensidad en el mes de junio, presentándose el fenómeno para siete individuos a excepción del árbol 8, que aparentemente por causas desconocidas murió.

En cuanto a la fructificación esta al igual que la floración se presenta durante la mayor parte del año y alcanza su máxima intensidad en el mes de agosto, presentándose el fenómeno para siete de los ocho individuos, a excepción del individuo 8 debido a razones que se manifestaron en el apartado anterior. Por otro lado la figura nos muestra que la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad, alcanzando su intensidad máxima en el mes de mayo.

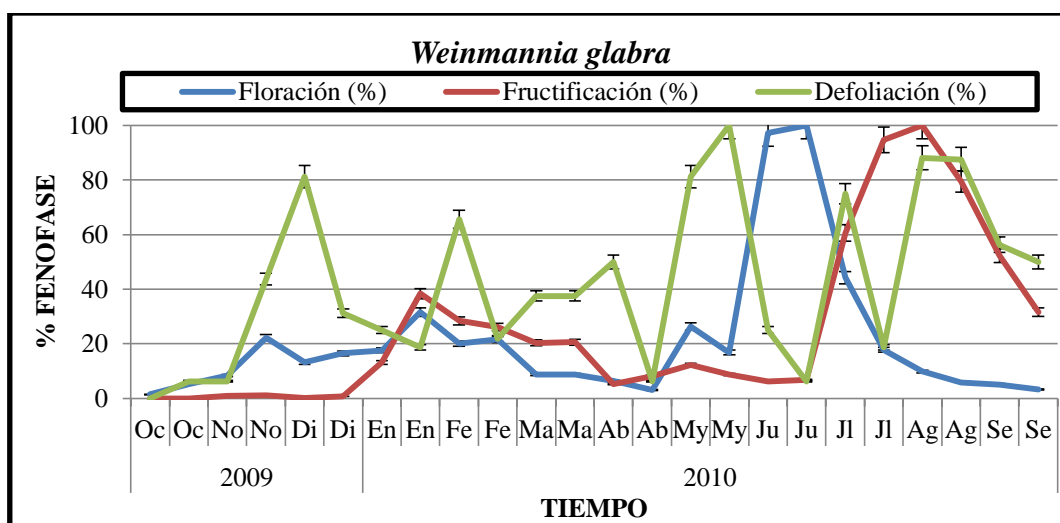


Figura 12. Representación gráfica de la fenología de *Weinmannia glabra*.

4.2 POTENCIAL PRODUCTIVO DE DIEZ ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”

El diagnóstico del potencial productivo se realizó de forma particular para cada uno de los individuos por especie (Ver apéndice2).

Debido a la dificultad de presentar el análisis productivo de forma individual, a continuación se presenta el cuadro resumen a nivel de especie el cual nos permitirá un mayor análisis sobre la base de la información.

Cuadro 3. Potencial productivo para las diez especies en estudio

Especie	N° frutos por rama	N° frutos totales	N° semillas por árbol	Peso (gr) semillas por árbol
<i>Alnus acuminata</i>	21,96±2,53	1102,85±265,67	194251,85±46593,64	58,68±14,72
<i>Cedrela montana</i>	14,80± i	74,00± i	3108,00±i	54,76± i
<i>Clethra revoluta</i>	192,60±15,35	6095,40±2875,68	226454,97±112304,0	7,43±5,05
<i>Cupania americana</i>	38,27±19,23	817,80±442,79	2453,40±1328,38	1550,38±867,41
<i>Cinchona officinalis</i>	29,74±4,61	786,71±209,26	32995,10±8562,46	22,34±5,94
<i>Juglans neotropica</i>	4,42±1,30	46,00±25,46	46,00±25,46	1026,45±565,61
<i>Myrica pubescens</i>	64,2±50,59	1091,83±80,85	1091,83±80,85	30,26±2,70
<i>Myrsine sodiroana</i>	1205,42±137,30	54535,00±11292,50	54535,00±11292,50	1636,05±338,77
<i>Prumnopitys montana</i>	112,00± i	3920,00± i	3920,00±i	108,58± i
<i>Wenimannia glabra</i>	366,83±268,93	8212,33±10245,77	32849,33±40983,08	3,70±4,61

La producción de frutos de *Alnus acuminta* en el período de mayor intensidad es de 1102,85 ±265,67 pero debido a que esta especie produce frutos durante todo el año, es decir existe renovación constante de frutos, la producción anual real se incrementaría notablemente, lo que se puede ratificar con el fenograma de fructificación, el mismo que revela un patrón multimodal o irregular. Sin embargo la producción de frutos en el

período de mayor intensidad expresa un dato significativo en cuanto al rendimiento de la especie.

Cedrela montana es una especie cuya producción de frutos se vio disminuida notablemente, a nivel de especie solo dos de los ocho individuos fructificaron y a nivel individuo este produjo escasamente un promedio de 74,00 frutos, lo cual pudo deberse a diversos factores que se mencionan en apartados anteriores, y debido a que la especie presenta uniformidad en la fructificación, este valor revela la producción anual real de la especie.

Clethra revoluta es una especie que al igual que *Cedrela montana* también presenta uniformidad en la fructificación con una producción de $6\,095,40 \pm 2\,875,68$ frutos siendo esta la producción anual real.

Cupania americana, presenta un rendimiento de $817,80 \pm 442,79$ frutos en el periodo de mayor intensidad escalonados de forma tal que se los encuentra disponibles durante gran parte del año.

Por otro lado *Cinchona officinalis*, tiene una producción de frutos en el período de mayor intensidad de $786,71 \pm 209,26$ pero debido a que esta especie produce frutos durante todo el año, es decir existe renovación constante de frutos al igual que *Alnus acuminata*, la producción anual real sería mucho mayor.

La producción de *Juglans neotropica* tiene valores muy bajos de $46,00 \pm 25,46$ frutos, quizás el problema no sea la baja productividad en sí, sino más bien un retraso en la formación de frutos entre individuos (individuos tardos) debido a una asincronía en la formación de flores, siendo una especie que produce frutos una vez al año este valor revela la producción real anual.

Myrica pubescens es una especie que en ocasiones presenta dos eventos reproductivos en el año, alcanzando una producción de frutos de $1\ 091,83 \pm 80,85$ que no revela la producción anual real de la especie siendo esta únicamente la producción en la época de mayor intensidad de la especie en estudio.

Myrsine sodiroana al igual que la especie anterior también presenta dos eventos reproductivos al año de similar intensidad alcanzando una producción en la época de mayor intensidad de $54\ 535,00 \pm 11\ 292,50$, pero al tener dos épocas de fructificación al año de igual intensidad, la producción anual real de la especie sería alrededor del doble.

Prumnopitys montana es una especie cuya producción de frutos se dio solo en un individuo con un rendimiento final de 3920,00 frutos por árbol y si bien, esta especie produjo flores en cuatro individuos, el resto abortaron sus flores por factores que se desconocen.

Weinmannia glabra es una especie que en ocasiones presenta dos eventos reproductivos en el año, es decir presenta un patrón bimodal alcanzando una producción de frutos promedio de $8\ 212,33 \pm 1\ 0245,77$ frutos por árbol, en la época de mayor intensidad que no revela la producción anual real de la especie

Es necesario aclarar que los frutos de la presente especie son muy pequeños y se presentan en infrutescencia de tal modo que fue necesario sacar un promedio.

Como podemos notar en la mayoría de los resultados, se presenta una elevada desviación estándar todo eso se debe a que la producción individual de cada una de las especies resulta muy variable, y esto se debe a variaciones en la disponibilidad de recursos para la reproducción o a los ciclos endógenos que diferencian distintos niveles de esfuerzo reproductivo entre años, siendo los valores promedios de producción de las especies en estudio, valores referenciales.

4.3 CALIDAD FÍSICA DE SEMILLAS MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO EN CUATRO ESPECIES.

El objetivo del presente capítulo fue evaluar la calidad de las semillas, de esta manera se fundamenta la calidad física de los lotes mediante análisis de laboratorio.

Para realizar una buena evaluación de las semillas es esencial la utilización de métodos estandarizados confiables que permitan obtener resultados uniformes y reproducibles. Esto se puede lograr aplicando las reglas internacionales para evaluación de semillas elaboradas por la Asociación Internacional para la Evaluación de Semillas (ISTA 2007).

4.3.1 Pruebas estándar de calidad de semillas

El propósito primario del análisis de semillas es brindar información sobre los indicadores: pureza, peso, contenido de humedad, germinación y viabilidad., esta información es de mucha utilidad para productores, distribuidores y usuarios de semillas por lo que resulta necesario contar con la misma con las facilidades para el análisis. Los análisis oficiales de las pruebas estándar, evalúan adecuadamente la calidad integral de las semillas.

4.3.1.1 Pureza, Peso y Contenido de Humedad

Cada uno de los valores obtenidos de las diferentes pruebas mencionadas, se muestran a continuación en el cuadro resumen. El diagnóstico completo se muestra en el apéndice 3, 4 y 5 el cual ayuda a completar la información sobre la calidad y conforman un verdadero diagnóstico completo de la calidad del lote.

Cuadro 4. Porcentaje de pureza, peso de 1000 semillas y contenido de humedad en cuatro especie nativas.

Especie	N° Árbol/Porcentaje Pureza (%)			N° Árbol/Peso 1000 semillas (gr)			N° Árbol/contenido de humedad (%)		
	\bar{X}	$\pm S$	CV(%)	\bar{X}	$\pm S$	CV(%)	\bar{X}	$\pm S$	CV(%)
<i>Cupania americana</i>	81,23	1,53	1,88	1815,86	16,91	0,93	46,68	0,17	0,37
<i>Myrica pubescens</i>	93,91	i	i	27,50	i	i	16,07	i	i
<i>Myrsine sodiroana</i>	95,66	1,18	1,23	27,81	0,09	0,32	26,15	0,14	0,54
<i>Weinmannia glabra</i>	98,81	0,51	0,52	0,09	0,00	0,52	17,79	3,40	19,11

X: Promedio; $\pm S$: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación; i: Datos insuficientes.

Los presentes resultados están orientados hacia la comprensión de los procesos biológicos determinantes de la calidad de los lotes de semillas desde el mismo momento de su generación en condiciones de campo.

El porcentaje de pureza generalmente de todas las semillas se presentan elevado, siendo *Weinmannia glabra* la que presenta el porcentaje más alto con 98,81 % de pureza esto quiere decir que el 1,19% son restos extraños al lote de semillas por otro lado *Cupania americana* es la especie con menor porcentaje del total de especies evaluadas con un porcentaje de 81,23% debido a que la semilla de esta especie presenta un arilo carnoso, el cual se procedió a separar para la toma del peso de semillas puras resultantes.

En cuanto al peso *Cupania americana* es la especie cuya semilla tiene el peso más elevado con 1 815,86 gr debido al gran tamaño de las mismas y *Weinmannia glabra* por el contrario es la especie con menor peso con 0,09 gr debido a que estas últimas tienen un tamaño diminuto casi imperceptible a la vista.

Así mismo fue necesario comprobar el contenido de humedad siendo *Cupania americana* la especie con mayor contenido con 46,68 % coincidiendo también con la semilla de mayor tamaño y *Myrica pubescens* es la especie que registró menor contenido de humedad con 16,07%.

4.3.1.2 Germinación y Viabilidad

Hemos creído más sensato agrupar los dos análisis ya que nos permite analizar en conjunto la germinación y la viabilidad factores que están estrechamente relacionados con el objetivo de contribuir al conocimiento de los mecanismos de propagación de las especies.

Los resultados de los ensayos de germinación y viabilidad que se muestran a continuación, se expresan como el porcentaje final de semillas germinadas y/o viables al final del periodo de tiempo del ensayo.

En cualquier caso, hay que tener los pies en el suelo y tener en cuenta que el resultado no es directamente extrapolable a la especie en general y menos aún al comportamiento de esa semilla en la naturaleza.

Cuadro 5. Promedio de germinación y viabilidad de *Cupania americana*

Especie	N° Árbol	Germinación %	Sin embrión %	Embrión podrido %	Viables %	No viables %	TOTAL
<i>Cupania americana</i>	5	69,00	0,00	14,00	17,00	0,00	100
	7	85,75	0,00	8,25	6,00	0,00	100
	8	86,75	0,00	7,50	5,75	0,00	100
promedio		80,50	0,00	9,92	9,58	0,00	
<u>±s</u>		9,97	0,00	3,56	6,42	0,00	

Como se puede observar la especie tiene un alto porcentaje de germinación con el 80,50 % y con valores menores al 10% en cuanto a semillas viables y con embrión podrido.

El éxito de este ensayo pudo deberse a que se realizaron varias pruebas con tratamientos pregerminativos para finalmente realizar el ensayo de germinación propiamente dicho (Ver cuadro 2). Estos resultados difieren de los encontrados por Diaz y Lojan (2004), ya que ellos manifiestan un nulo porcentaje de germinación para esta especie.

A continuación se muestra la curva de germinación de *Cupania americana*

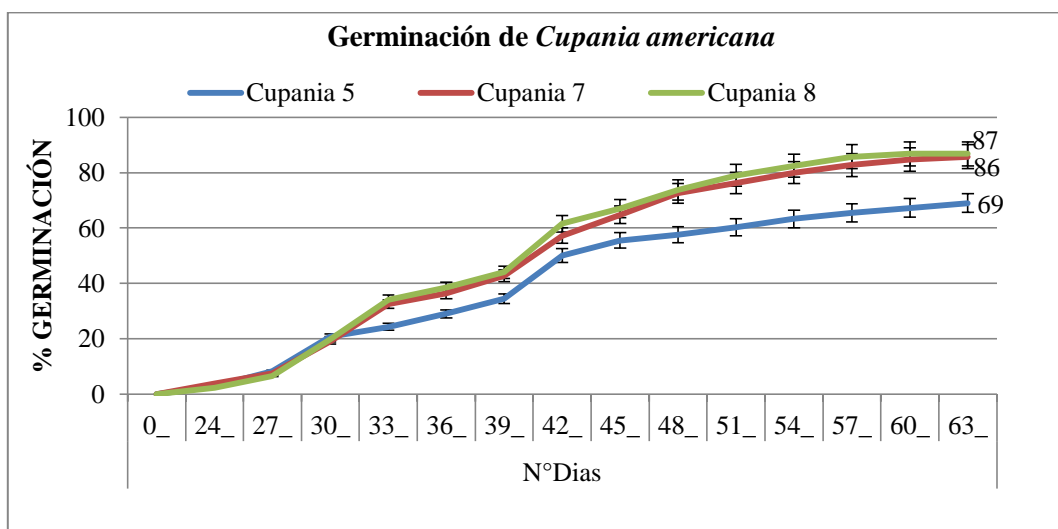


Figura 13. Curva de germinación de *Cupania americana*

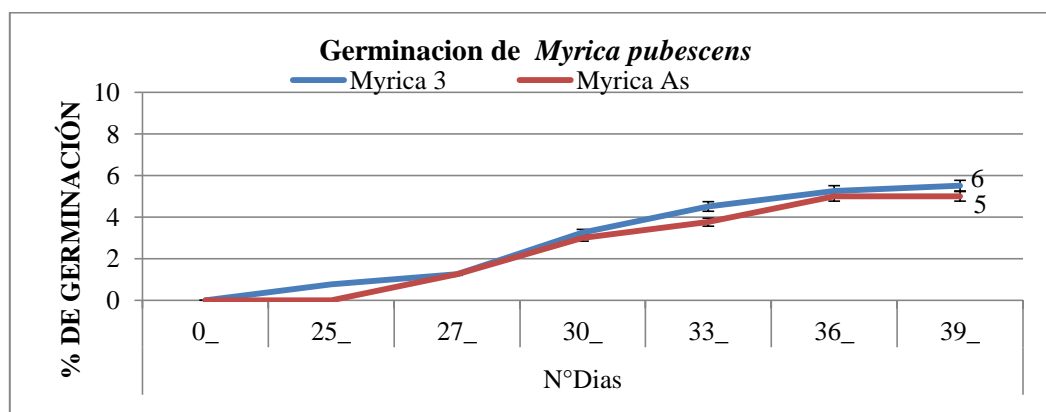
Cupania americana inicia su germinación a partir de los 24 días y se estabiliza a los 63 días alcanzando su porcentaje máximo de germinación.

Cuadro 6. Promedio de germinación y viabilidad de *Myrica Pubescens*

Especie	N° Árbol	Germinación %	Sin embrión %	Embrión podrido %	Viables %	No viables %	TOTAL
<i>Myrica pubescens</i>	3	5,50	50,25	35,50	4,00	4,75	100
	As	5,00	56,75	28,00	5,75	4,50	100
Promedio		5,25	53,50	31,75	4,88	4,63	
$\pm s$		0,25	3,25	3,75	0,88	0,13	

Las especie *Myrica pubescens* al término del ensayo presentó un alto porcentaje de semillas sin embrión 53,50%, lo que suele estar relacionado con fenómenos de polinización insuficiente, o debido a que algunas especies tienen un mecanismo de protección para asegurar su propagación, produciendo una gran cantidad de semillas completas e incompletas para el consumo de animales y aves que se alimentan de estos frutos, además la tabla nos expone valores de 31,75% para semillas con embrión podrido, y 4,63 % para semillas no viables, lo cual se reflejó con un bajo porcentaje de germinación y viabilidad 5,63% y 4,63% respectivamente, este resultado confirma la vigencia de los problemas germinativos citados por diferentes investigadores.

A continuación se muestra la curva de germinación *Myrica pubescens*

**Figura 14.** Curva de germinación de *Myrica pubescens*

Myrica pubescens inicia su germinación a partir de los 25 días aproximadamente y se estabiliza a los 39 días representando el número acumulado de semillas germinadas, que en este caso es muy bajo.

Cuadro 7. Promedio de germinación y viabilidad de *Myrsine sodiroana*

Especie	N° Árbol	Germinación %	Sin embrión %	Embrión podrido %	Viables %	No viables %	TOTAL
<i>Myrsine sodiroana</i>	5	0,00	0,00	43,50	56,50	0,00	100
	As	24,25	0,00	30,50	45,25	0,00	100
Promedio		12,13	0,00	37,00	50,88	0,00	
$\pm s$		12,13	0,00	6,50	5,63	0,00	

Los ensayos de germinación de *Myrsine sodiroana* inicialmente se realizaron solo para un individuo debido a que de los ocho árboles en estudio solo el árbol cinco logro la formación de frutos, pero estos no llegaron a madurar completamente y por tal motivo fue necesario recolectarlos en estado pintón, y es la razón principal por lo cual los ensayos del mismo no arrojaron datos.

Por tal motivo fue necesario identificar un individuo asociado para realizar un nuevo ensayo germinativo obteniendo con este último un porcentaje del 24,25 % de germinación detectando diferencias altamente significativas, ya que las plántulas que germinaron en un lapso de tiempo más corto, resultaron en plántulas con radícula y epicotíleo muy débil y las semillas que se demoraron más en germinar presentaron mayor vitalidad.

Es necesario aclarar que uno de los factores biológicos que afectaron a la semilla para su germinación fue un insecto del orden himenóptero, cuya larva ataco de manera directa el embrión de una gran parte de las semillas, pero a pesar de ello la especie nos muestra un

gran porcentaje de viabilidad el cual confirma, que de no ser por la presencia de esta plaga los datos tendrían un cambio fundamental.

A continuación se muestra la curva de germinación de *Myrsine sodiroana*

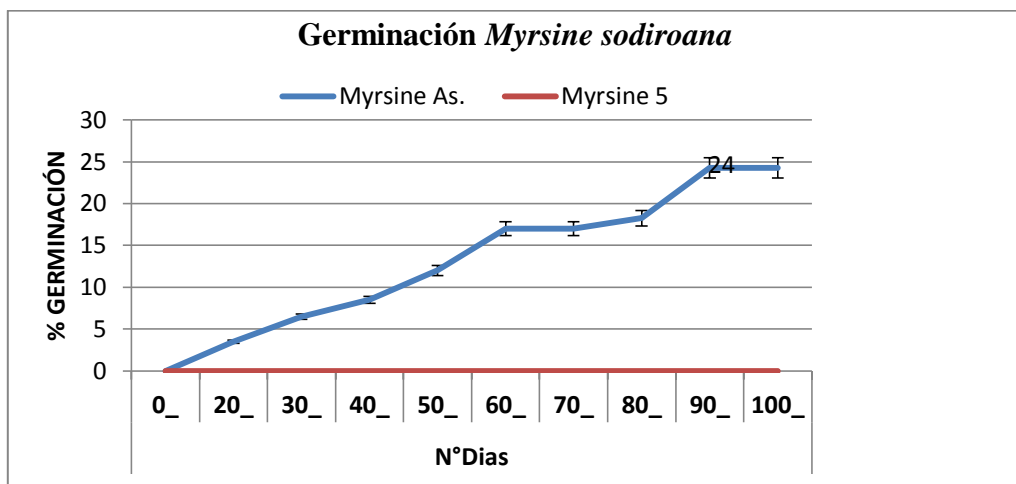


Figura 15. Curva de germinación de *Myrsine sodiroana*

Myrsine sodiroana inicia su germinación a partir de los 25 días aproximadamente y se estabiliza a los 90 días representando el número acumulado de semillas germinadas.

Cuadro 13. Promedio de germinación y viabilidad de *Weinmannia glabra*.

Especie	N° Árbol	Germinación	Sin embrión	Embrión podrido	Viables	No viables	TOTAL
<i>Weinmannia glabra</i>	1	81,50	6,00	0,00	3,75	8,75	100
	2	88,75	3,00	0,00	2,75	5,50	100
	5	75,00	9,00	0,00	4,25	11,75	100
promedio		81,75	6,00	0,00	3,58	8,67	
±s		6,88	3,00	0,00	0,76	3,13	

Como se puede observar la especie tiene un alto porcentaje de germinación con el 81,75 %, con valores del 8,67 % para semillas inviables, 6,00 % para semillas sin embrión y 3,58 para semillas viables.

A continuación se muestra la curva de germinación.

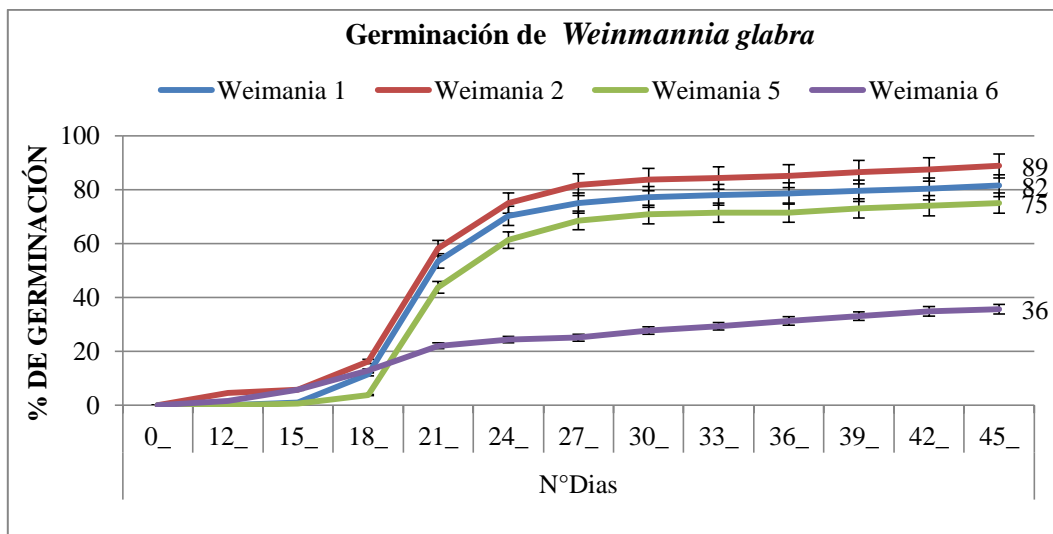


Figura 16. Curva de germinación de *Weinmannia glabra*

Weinmannia glabra inicia su germinación a partir de los 12 días aproximadamente y se estabiliza a los 45 días representando el número acumulado de semillas germinadas.

4.4 ANÁLISIS ENTRE LAS FASES FENOLÓGICAS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES CON LOS FACTORES CLIMÁTICOS DE LA ZONA

Para el cumplimiento del presente objetivo fue necesaria la realización de dendofenogramas los cuales gráficamente relacionan las fases fenológicas y los datos climatológicos (precipitación y temperatura) pero debido a la avería de los instrumentos que recogen los datos en la pequeña estación climatológica ubicada en el bosque protector el bosque, los

dendofenogramas se realizaron con datos de la estación climatológica de Malacatos con registros del 2009, ya que estos son los más actuales y serían los más análogos al área de estudio.

Cuadro 14. Datos de temperatura promedio y precipitación del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, de la Estación Climatológica de Malacatos

FECHA	Precipitación (mm)	Temperatura(°C)
01/2009	173,8	19,4
02/2009	134,9	19,9
03/2009	164,0	20,3
04/2009	87,1	20,3
05/2009	58,0	20,5
06/2009	3,8	19,7
07/2009	5,7	20,0
08/2009	6,3	19,9
09/2009	5,3	21,0
10/2009	36,2	21,5
11/2009	8,3	21,7
12/2009	70,0	21,7

A continuación se muestra el diagrama climático en el cual se relacionan las variables de temperatura promedio y precipitación, durante el año 2009 de la estación climatológica de Malacatos.

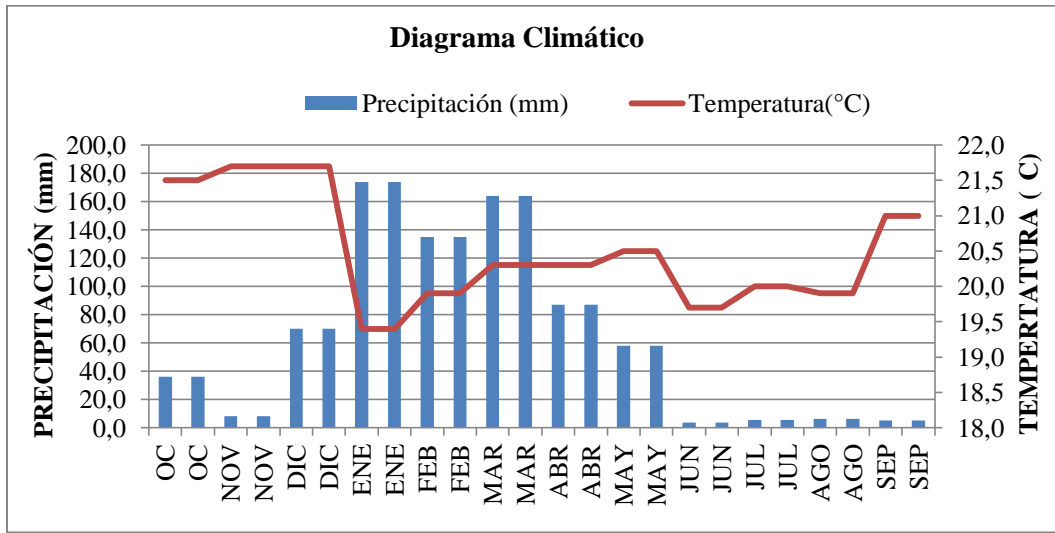


Figura 17. Diagrama climático de precipitación y temperatura durante el año 2009 de la estación climatológica de Malacatos.

De acuerdo al diagrama se puede observar que durante todo el año existen precipitaciones frecuentes, existiendo mayor pluviosidad entre enero y abril, en cuanto a la temperatura estas son constantes, presentándose las más altas entre los meses de octubre y diciembre cuando se registran los datos de precipitación más bajos.

4.4.1 Dendofenograma para *Alnus acuminata*

En la figura 18 se muestra un enlace sencillo entre la información fenológica (floración, fructificación y defoliación) con las condiciones meteorológicas involucrando precipitación y temperatura durante los 12 meses de estudio.

Los fenómenos fenológicos como ya se mencionó en apartados anteriores se da durante todo el año, pero la misma alcanza su máximo porcentaje de floración en septiembre, uno de los meses de menor registro de precipitación con 5,3 mm y con 21°C de temperatura concluyendo que esta es la época que influye en la mayor producción de flores de la

especie, sucediendo lo contrario para la fructificación ya que esta alcanza su máxima expresión en enero el mes que registra mayor precipitación con 173,8 mm cuando la temperatura es la más baja de 19,4 °C (ver figura 18).

Con respecto a la caída de hojas esta suele presentarse con mayor intensidad durante los meses de menor precipitación y cuando existe un pequeño incremento en la temperatura.

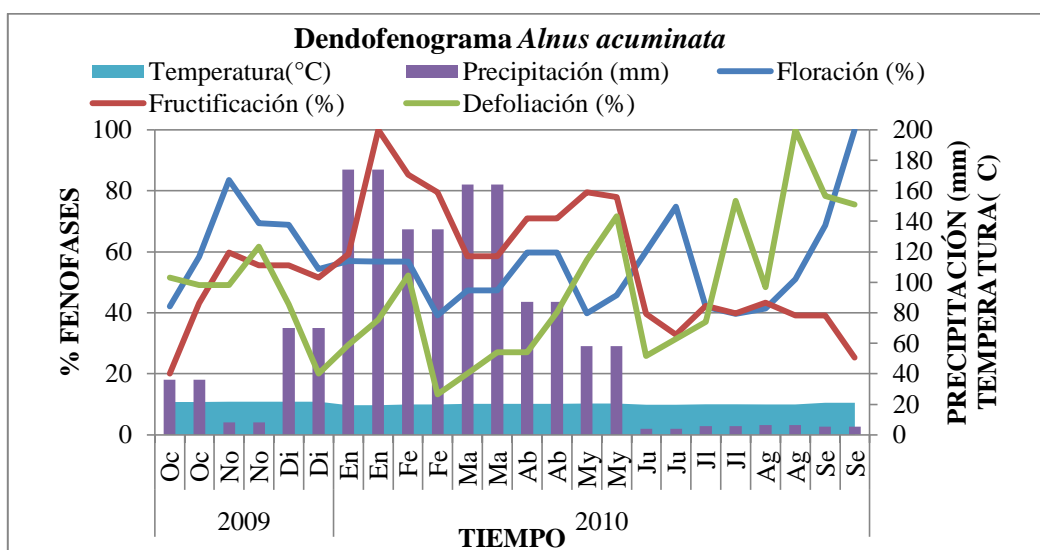


Figura 18. Dendofenograma para la especie *Alnus acuminata*.

4.4.2 Dendofenograma para *Cedrela montana*

Esta especie presenta el periodo máximo de floración en el mes de septiembre coincidiendo con la época de menor precipitación con 5,3 mm y cuando la temperatura alcanza los 21,0 °C.

La producción de frutos se registra con mayor intensidad en el mes de mayo coincidiendo con el final de la época lluviosa con registros de precipitación de 58,0 mm y con una temperatura de 20°C.

Aún cuando el cedro ha sido definido como una especie caducifolia, es decir que pierde completamente sus hojas, esta especie presenta defoliación durante todo el año con un incremento en el mes de julio, uno de los meses de menor precipitación con 5,7 mm y con una temperatura de 20,0°C como se muestra en la figura 19.

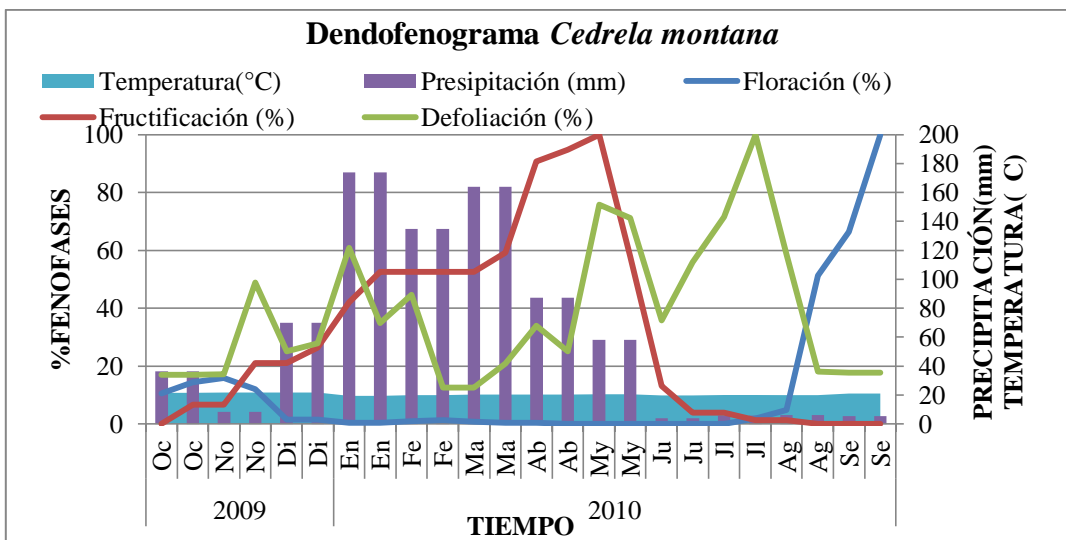


Figura 19. Dendofenograma para la especie *Cedrela montana*.

4.4.3 Dendofenograma para *Cinchona officinalis*

Los árboles de *Cinchona officinalis* se encontraron con mayor cantidad de flores durante la temporada seca, es decir desde junio a noviembre, pero es necesario aclarar que la floración no suele ser sincrónica, es decir que los individuos, tienen flores y frutos simultáneamente lo que hace que se registre presencia del fenómeno la mayor parte del año, siendo agosto el mes que registra mayor porcentaje del fenómeno (ver figura 20), cuando la precipitación es una de las más bajas con 6,3 mm y cuando alcanza 19,9 °C de temperatura.

En cuanto a la fructificación ocurre todo lo contrario, los árboles de *Cinchona officinalis* se encontraron con mayor cantidad de frutos durante la temporada de lluvias, esto es entre los meses de diciembre y mayo, pero el fenómeno alcanza su máxima expresión en enero cuando existe una precipitación de 173,8 mm y con temperaturas de 19,4 °C.

Por otro lado la máxima expresión de defoliación se da durante el fin de la temporada lluviosa e inicio de la temporada seca a finales de mayo cuando existe una precipitación de 58,0 mm y con una temperatura de 20,5 °C, pero al parecer la caída de las hojas no está altamente relacionado con la estacionalidad, ya que no existe un periodo bien definido de este fenómeno presentando picos altos y bajos en época lluviosa y seca como se puede observar en la siguiente figura.

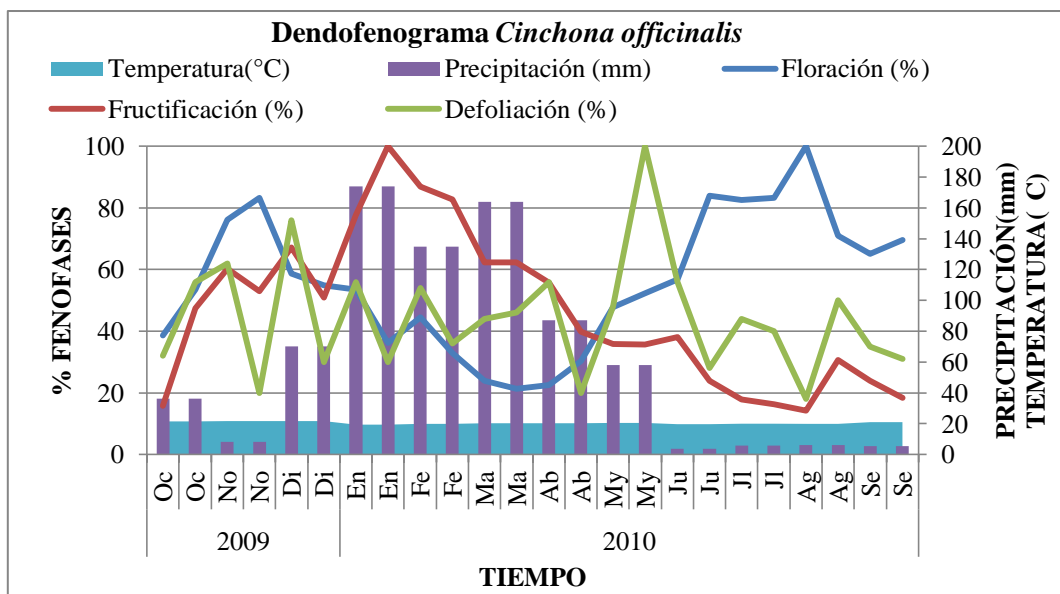


Figura 20. Dendofenograma para la especie *Cinchona officinalis*.

4.4.4 Dendofenograma para *Clethra revoluta*.

El fenómeno floral se observa por lo general de junio a agosto e incluso el fenómeno se vuelve a presentar de octubre a febrero y ambos acontecimientos ocurren en época seca al

inicio y al final de la misma, pero alcanzando su apogeo en agosto con una precipitación de 6,3 mm y con una temperatura de 19,9 °C.

Los frutos en formación se empiezan a observar a partir del mes de noviembre, como se muestra en la figura 21; completando su desarrollo aproximadamente de dos a tres meses después, en febrero en época lluviosa con 134,9 mm de precipitación y con una temperatura de 19,9°C.

La caída de hojas es constante. Lo cual no permite asegurar que esté relacionada con la estacionalidad más bien se encuentra un nexo con las fases reproductivas floración y fructificación (figura 21).

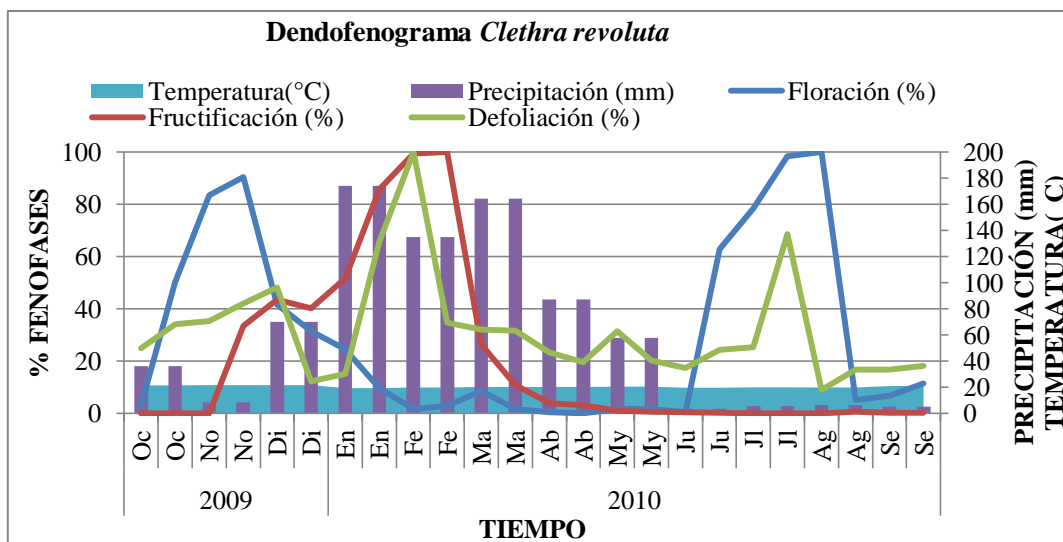


Figura 21. Dendofenograma para la especie *Clethra revoluta*.

4.4.5 Dendofenograma para *Cupania americana*

Los árboles de *Cupania americana* se encontraron con mayor cantidad de flores a inicios de la temporada lluviosa en diciembre, con una precipitación de 70,0 mm y con una

temperatura de 21,7 °C pero la misma permanece durante toda la temporada, es decir desde diciembre a mayo, como se muestra en la figura 22, pero es necesario aclarar que la floración no suele ser sincrónica, es decir que los individuos, tienen flores y frutos simultáneamente lo que hace que se registre presencia del fenómeno durante varios meses sumado además que las mismas demoran un largo lapso de tiempo para la formación de los frutos.

En cuanto a la fructificación ocurre todo lo contrario, los árboles se encontraron con mayor cantidad de frutos durante el fin de la temporada lluviosa en el mes de mayo con 58,0 mm de precipitación y con una temperatura de 20,5 °C, pero la misma se presenta durante toda la época seca.

Para defoliación existen tres picos máximos bien definidos uno en noviembre otro en enero y finalmente en agosto con exiguo porcentaje de diferenciación y en diferentes épocas (ver figura 22).

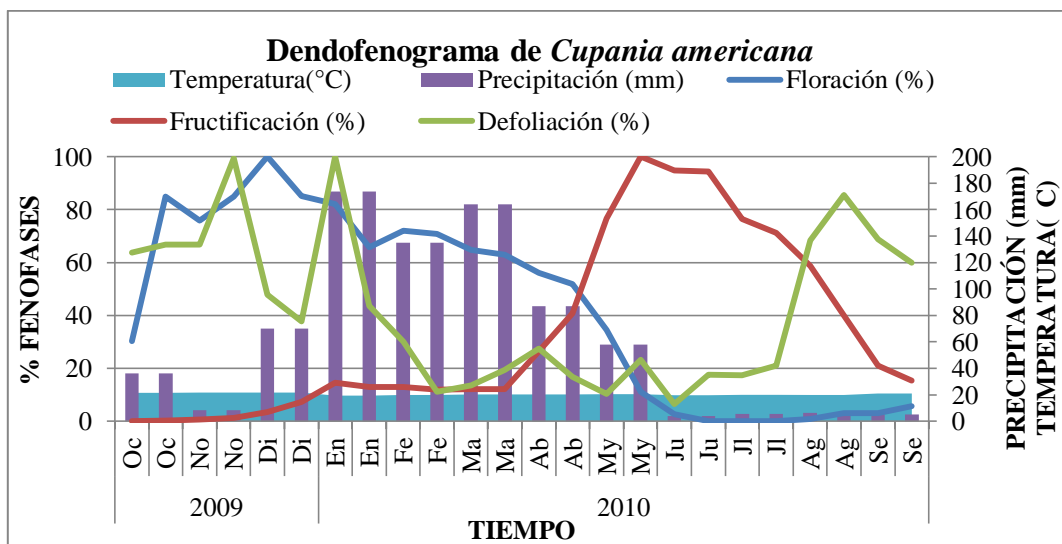


Figura 22. Dendofenograma para la especie *Cupania americana*.

4.4.6 Dendofenograma para *Myrica pubescens*

Myrica pubescens presenta dos períodos de floración al año, el primero con un pico en diciembre y el segundo en junio con porcentajes muy grandes de diferenciación.

El primer pico de floración se presenta en el inicio de la temporada lluviosa con 70,0 mm y con una temperatura de 21,7 °C y el segundo en la temporada seca con una precipitación de 3,8 mm y una temperatura de 19,7 °C.

En cuanto a la fructificación al igual que la floración se presentan dos periodos al año el primero con un bajo porcentaje del fenómeno en febrero en temporada lluviosa con 134,9 mm de precipitación y 19,9 °C de temperatura, y el segundo con alto porcentaje del fenómeno en julio en temporada seca, con una precipitación de 5,7 mm y 20,0 °C de temperatura, pero esta gran diferenciación en los porcentajes de ambos fenómenos se debe a que solo un individuo presento el fenómeno dos veces en el año (ver figura 23).

La caída de follaje es muy diversa durante todo el año pero alcanza su máxima expresión en agosto con una precipitación de 6,3 mm y una temperatura de 19,9 °C como se muestra en la siguiente figura.

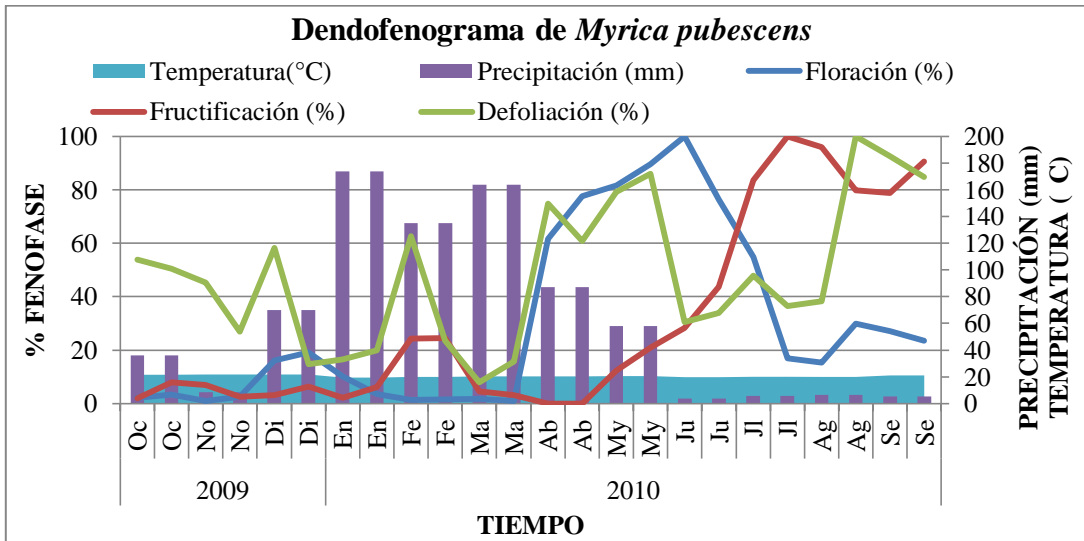


Figura 23. Dendrofenograma para la especie *Myrica pubescens*.

4.4.7 Dendrofenograma para *Myrsine sodiroana*

Myrsine sodiroana presenta dos períodos de floración al año, el primero con un pico en diciembre y el segundo en julio con porcentajes muy amplios de diferenciación como se puede observar en la figura 24.

El primer pico de floración se presenta en el inicio de la temporada lluviosa con 70,0 mm y con una temperatura de 21,7 °C y el segundo coincide con el inicio de la temporada seca con una precipitación de 5,7 mm y una temperatura de 20,0 °C.

En cuanto a la fructificación al igual que la floración se presentan dos periodos al año el primero con un pico en enero en temporada lluviosa, con 173,8 mm de precipitación y 19,4 °C de temperatura y el segundo en septiembre coincidiendo con el fin de la temporada seca, con una precipitación de 5,3 mm y 21,0 °C de temperatura, pero esta vez con porcentajes muy insignificantes de diferenciación debido al aborto de flores en el segundo periodo.

Myrsine sodiroana es una especie perennifolia que todo el tiempo permanece con hojas y no llega a presentar grandes cambios en su copa. La caída de follaje ocurre en forma ligera durante todo el año, con un incremento en la época de menor precipitación en el mes de agosto con una precipitación de 6,3 mm y una temperatura de 19,9 °C (figura 24).

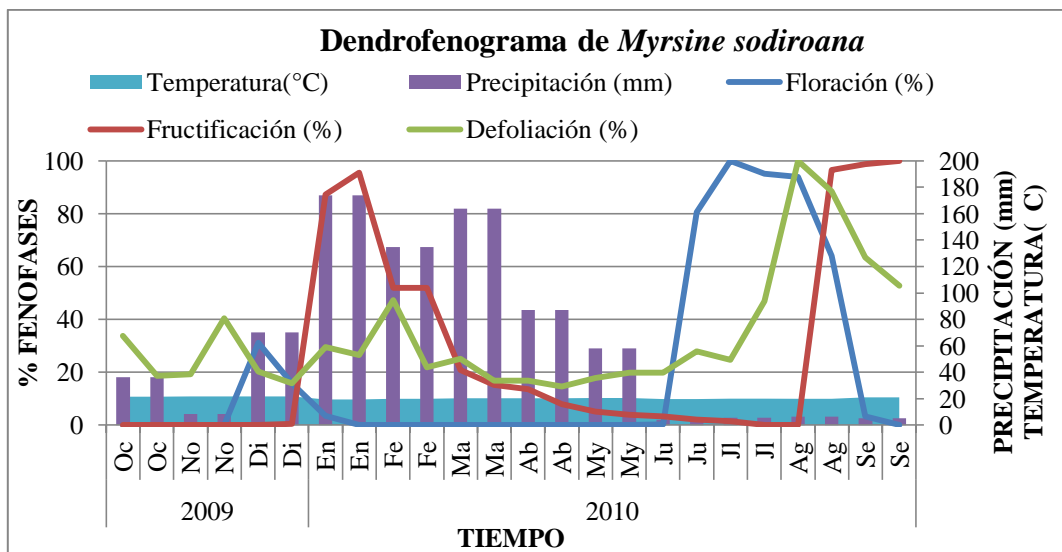


Figura 24. Dendrofenograma para la especie *Myrsine sodiroana*

4.4.8 Dendrofenograma para *Prumnopitus montana*

Como se muestra en la figura 25, esta especie presenta el periodo máximo de floración en el mes de diciembre con precipitación de 70,0 mm y temperatura de 21,7 °C.

La producción de frutos se registra con mayor intensidad en el mes de abril coincidiendo con registros de precipitación de 87,1 mm y con una temperatura de 20,3 °C.

Esta especie presenta defoliación durante todo el año con un incremento a finales de la temporada lluviosa y en temporada seca siendo esta última la de mayor expresión en el mes

de agosto, uno de los meses de menor precipitación con 6,3 mm y con una temperatura de 19,9°C.

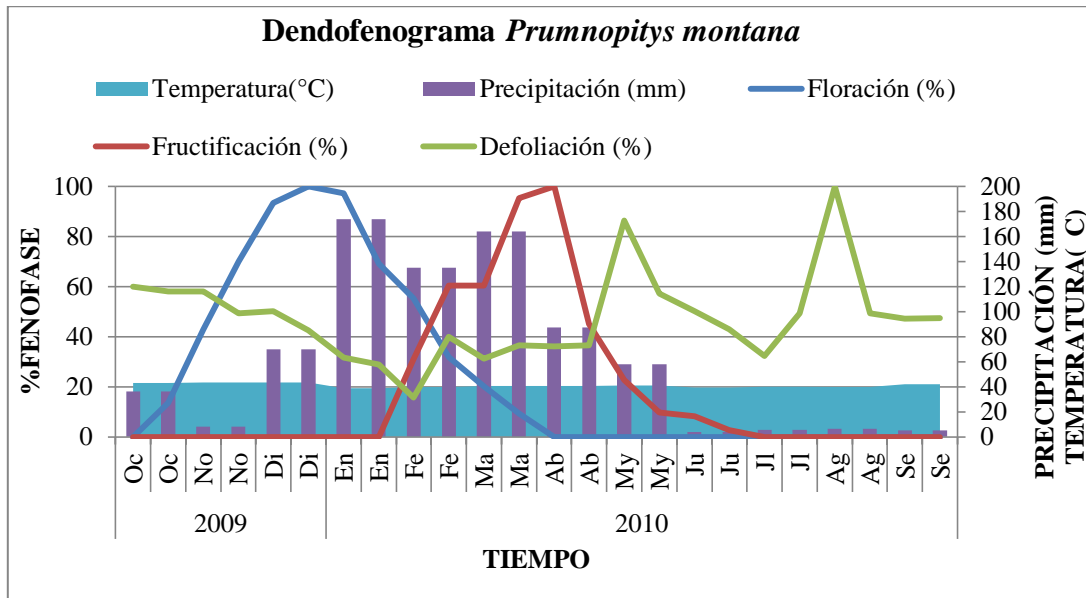


Figura 25. Dendrofenograma para la especie *Prumnopitys montana*

4.4.9 Dendrofenograma para *Weinmannia glabra*

Los árboles de *Weinmannia glabra* se encontraron con mayor cantidad de flores durante la temporada seca, en el mes de junio con una precipitación de 3,8 mm y con 19,7 °C de temperatura, pero es necesario aclarar que la floración se da durante todo el año con porcentajes muy bajos.

En cuanto a la fructificación esta también se presenta con mayor intensidad en la época seca en el mes de agosto con una precipitación de 6,3 mm y 19,9 °C, y presentándose durante todo el año con porcentajes muy bajos del fenómeno al igual que la floración debido que ambos fenómenos están interrelacionados (ver figura 26).

Por otro lado la máxima expresión de defoliación se da durante el fin de la temporada lluviosa e inicio de la temporada seca a finales de mayo cuando existe una precipitación de 58,0 mm y con una temperatura de 20,5 °C, pero al parecer la caída de las hojas no está altamente relacionado con la estacionalidad, ya que no existe un periodo bien definido de este fenómeno presentando picos altos y bajos en época lluviosa y seca y más bien existiría un vínculo con los fenómenos reproductivos, es decir a mayor porcentaje de floración y/o fructificación mayor defoliación como se puede observar en la figura 26.

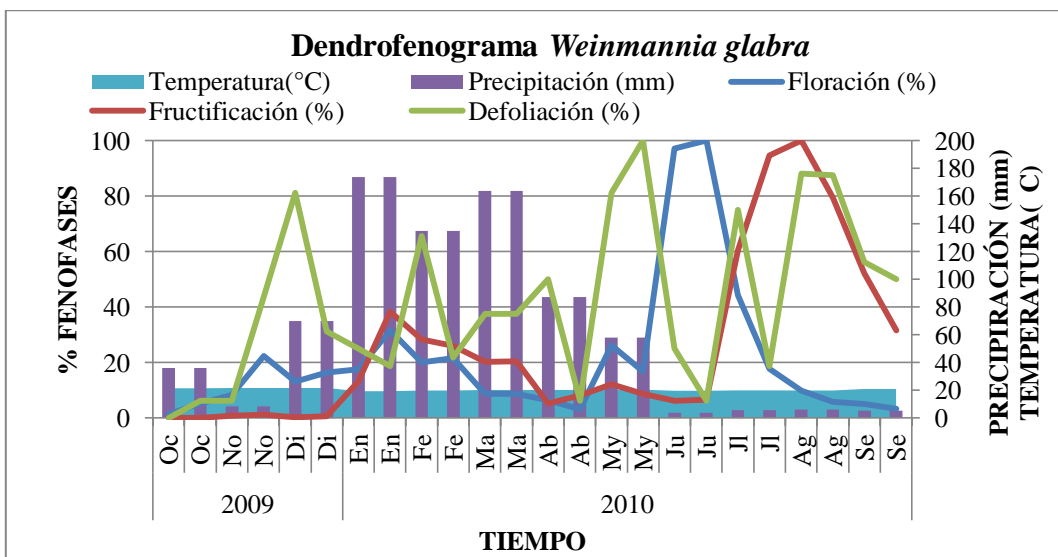


Figura 26. Dendrofenograma para la especie *Weinmannia glabra*

4.5 DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN GENERADA

Para la difusión de la investigación propiamente dicha y dada la importancia que representa la generación de información sobre este tema, se realizaron varias acciones para la correcta difusión de los resultados.

La investigación fue compartida con autoridades y estudiantes del cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería forestal de la Universidad Nacional de Loja a través de la exposición de los resultados obtenidos.

Se realizó un artículo científico de la presente investigación.

5. DISCUSIÓN

Se reconoce que el conocimiento de los patrones fenológicos de las especies de interés es muy importante para el manejo de estos recursos (Guariguata, 1998). En cuanto al presente estudio fenológico este presentó una variación notable con los registros de Diaz y Lojan (2004), principalmente para las siguientes especies: *Alnus acuminata*, *Clethra revoluta*, *Cupania americana* y *Juglans neotropica* específicamente en la época de la fase y cantidad de fenómenos anuales, debido principalmente a las condiciones meteorológicas que varían de año a año, aunque también existen coincidencias que en ocasiones se amplían o estrechan los periodos reproductivos hallados en este estudio.

La floración, fructificación y crecimiento de muchas especies de plantas tropicales ocurren de forma episódica, y sus picos se han relacionado con variables ambientales y factores como la disponibilidad de agua, de luz y variables climáticas (Borchert 1983, 1994, Borchert & Rivera 2001, Stevenson et al. 2008, Collazos & Mejía 1988, Miller 2002, Ruiz & Alencar 2004, Rojas-Robles & Stiles 2009). Considerando que en estos bosques existe una estacionalidad determinada por las precipitaciones, se espera que los patrones fenológicos estén asociados a la estacionalidad. Pero el presente estudio nos revela patrones irregulares, que no permiten apreciar una relación clara entre las variables climáticas.

En los procesos fenológicos las especies, *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, y *Cinchona officinalis* presentan picos máximos de floración en época seca y de fructificación en época lluviosa, pero *Alnus acuminata* y *Cinchona officinalis* mantienen los estadios reproductivos prácticamente durante todo el año. Por otro lado *Cupania americana* es una especie que se diferencia del resto ya que la misma florece en época lluviosa y fructifica en época seca, *Prumnopites montana* que florece y fructifica en época lluviosa, *Weinmannia glabra* que florece y fructifica en época seca y finalmente *Myrica*

pubescens y *Myrsine sodiroana* al presentar dos veces los fenómenos reproductivos estos se presentan en ambas épocas.

Estos patrones irregulares quizás se deban a que los patrones fenológicos representan adaptaciones a presiones de tipo abiótico y biótico. Entre los factores abióticos, el fundamental parece ser la estacionalidad en la disponibilidad de recursos, por ejemplo la estación húmeda y la seca, además de condiciones ambientales apropiadas para la reproducción, como la disponibilidad de agua para la floración y fructificación y temperaturas favorables para la actividad de los polinizadores. Las presiones bióticas han sido objeto de mucha discusión y han generado diversas opiniones; sin embargo, la principal hipótesis acerca del origen de las diferentes periodicidades de floración y fructificación está basada en la idea de que éstas reducen la competencia de las plantas por polinizadores y dispersores (Vazquez et al; 1997).

De acuerdo con varios autores la fenología de muchas especies no responde igualmente a todas las variables ambientales e, incluso puede no existir relación alguna entre el clima y su fenología. (Williams-Linera; 2003 citado por Cifuentes et al; 2010)

La cantidad de fructificación en algunas especies no se extrapola a la floración debido principalmente al aborto de flores como es el caso de *Cedrela montana*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana*, y *Prumnupitis montana*.

En cuanto a la defoliación, las variables climáticas, temperatura y precipitación son uno de los factores que interactuaron principalmente con la defoliación, presentándose un máximo de caída de follaje en la estación menos lluviosa para la mayoría de las especies en estudio a excepción de *Cupania americana*, *Clethra revoluta* y *Cinchona officinalis* que alcanzan su profusión en temporada lluviosa.

Frankie et al (1974) citado por Brenes y Francisco (2001), también encontraron en la selva de Costa Rica, un máximo de caída de follaje de ese bosque perennifolio a principios de la estación menos lluviosa. Richar (1999) citado por Brenes y Francisco (2001), señalan que la caída del follaje, en las especies de árboles de los bosques tropicales lluviosos, pueden darse en cualquier época del año, pero que muchas especies son estacionales.

Además también se encontró un nexo entre la defoliación y los fenómenos de floración y fructificación, ya que existe un mayor porcentaje de defoliación cuando se presentan estos fenómenos con mayor intensidad. Estos traslapes los habían observado Ortiz y Founier (1983) en 61 especies arbóreas, en el bosque de Cataratitas.

Todas las especies en estudio siempre presentaron caída de follaje en menor o mayor grado, a través del estudio. Pero es necesario recalcar que el área no presenta una estacionalidad muy marcada que favorezca la pérdida del follaje, por lo que el bosque, se puede considerar debido a las características fisiológicas y estructurales como perennifolio, no obstante algunas especies pueden perder sus hojas casi en su totalidad como *Alnus acuminata* y *Cedrela montana* durante el periodo de menor precipitación.

En cuanto a la productividad (producción de semillas) en la mayoría fue escasa por especie (la muestra) y/o individuo, principalmente para *Cedrela montana* (25% del total de árboles selectos fructifico), *Myrsine sodiroana* (12,5% del total de árboles selectos fructifico), *Prumnopitys montana* (12,5% del total de árboles selectos fructifico), presentándose una baja potencialidad donde no se nota un desarrollo continuo de las fases reproductivas hasta la formación de los frutos y por ende de la semilla, datos que se corroboran con el estudio de Diaz y Lojan (2004), los cuales mencionan que solo uno de los cinco individuos en estudio de las especies *Cedrela montana* y *Prumnopitys montana* fructifico es decir el 20%.

Si bien es cierto que las condiciones meteorológicas varían de año a año y pueden provocar cambios en la época en que se presenten los fenómenos reproductivos, en el caso de la baja productividad no se puede certificar que las condiciones climáticas sean el problema ya que el sector cuenta con una temperatura promedio muy estable pudiendo permitir un desarrollo sostenido de la producción.

Para *Myrsine sodiroana* la baja productividad puede deberse al estado fitosanitario, donde se observó la presencia de un agente fúngico de color negro que aparece sobre la superficie de las hojas y tallos, todo apunta a la enfermedad conocida como tizne causada por el patógeno *capnodium*, el cual aparece sobre las superficie de las hojas y tallos cuando los árboles están infectados de insectos que excretan melazas: áfidos chinchas, cochinillas mosca blanca, etc. (Timmer 2002), varios de los cuales se encontraron en gran abundancia en esta especie.

Esta enfermedad puede afectar el funcionamiento del árbol, desarrollo del fruto afectando potencialmente la producción, al interferir con la fotosíntesis (Timmer 2002).

Quizás el problema para *Prumnopitys montana* se deba a factores endógenos como la baja heredabilidad como consecuencia de un menor diferencial de selección, ya que se encuentran pocos individuos en un área más o menos definida. El aislamiento espacial y reducción de poblaciones naturales, afectan negativamente el éxito reproductivo de muchas plantas tropicales, porque afectan la actividad de los polinizadores como menciona Quesada et al. (2003 y 2004). Por otro lado la baja productividad para *Cedrela montana*, posiblemente también se deba al factor heredabilidad ya que se encontraron pocos individuos.

Vázquez (1997) menciona que estas dos especies *Cedrela montana* y *Prumnopitys montana* tienen periodos reproductivos bi o tri-anales, pudiendo ser la causa de la baja producción en el presente año, el cual destaca que regiones caracterizadas por un clima muy homogéneo y poco estacional contienen poblaciones de plantas que presentan

fructificación masiva cada ciertos años, seguidas por años de baja o nula producción, es decir no tienen una producción continua cada año , pero se cree que no es la causa principal para *Cedrela montana* ya que se observa un inicio normal del desarrollo de la flor luego este se detiene y necrosa provocando el aborto de las mismas.

Para *Juglans neotropica* quizás el problema no sea la baja productividad en sí, sino más bien un retraso en la formación de frutos entre individuos (individuos tardos) debido a una asincronía en la formación de flores, datos que se corroboran con un estudio de Arteaga (2007) en donde la especie *Juglans sp* también presenta asincronía entre individuos en la floración variando además el momento de la fenofase.

Con respecto a la capacidad germinativa existen considerables variaciones entre especies que obedecen a defectos en la semilla. Los bajos porcentajes de germinación para *Myrica pubescens* se debió principalmente por la baja calidad de las semillas, semillas huecas y embrión podrido, mientras que para *Myrsine sodiroana* la germinación se vio limitada por la presencia de plagas.

Con respecto al tema, Arellano citado por Alvares y Berona (1998), menciona que la capacidad germinativa presenta considerables variaciones que con frecuencia obedece a defectos en la semilla, falta de desarrollo del embrión, enfermedades, secado excesivo y edad. Todos estos inconvenientes pueden ser más o menos evitados, mediante el cuidado que se tengan en la recolección de los frutos y en la manipulación posterior de la semilla.

El éxito de los elevados porcentajes obtenidos de *Cupania americana* y *Weinmannia glabra* se pudo deber a que se realizaron ensayos germinativos con pretratamientos físicos y/o químicos para finalmente realizar el ensayo de germinación propiamente dicho, donde se aprecia una mínima variación entre individuos tanto en el inicio, culminación e intensidad, de la germinación, variaciones posiblemente atribuibles a que los árboles de donde proceden las semillas fueron escogidos de acuerdo a características fenotípicas

similares y se encuentran agrupados en rodales, donde es de esperar que sus características genotípicas también sean similares.

El resultado de los ensayos se expresa como el porcentaje final de semillas germinadas al final del periodo de tiempo del ensayo. En cualquier caso, hay que tener los pies en el suelo y tener en cuenta que el resultado no es directamente extrapolable a la especie en general y menos aún al comportamiento de esa semilla en la naturaleza, es un recurso con cierto riesgo, porque aunque sepamos que en el laboratorio la semilla germina con facilidad en la naturaleza no tiene porqué ser así.

Estos resultados obtenidos no solo contribuyen al conocimiento de las especies forestales, también aportan con información importante para la comprensión de estos ecosistemas, los cuales deberán contribuir a la toma de decisiones en los programas de manejo de estas especies, como ser la definición de las características de los mejores arboles semilleros y la época de recolección, considerando los patrones fenológicos y su relación con la estacionalidad y la producción.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se han podido llegar luego de haber culminado el presente trabajo investigativo son las siguientes:

- El comportamiento fenológico de las especies evaluadas se enmarca en tres grupos: especies que presentan los fenómenos reproductivos durante todo el año (2): *Alnus acuminata*, *Cinchona officinalis*; especies que presentan los fenómenos reproductivos dos veces al año (4): *Myrica pubescens*, *Mirsyne sodiroana*, *Weinmannia glabra* y *Clethra revoluta*; especies que presentan una sola vez los fenómenos reproductivos (4): *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Prumnopitys montana*, y *Juglans neotropica*.
- Las especies muestran patrones modales y bimodales para floración y fructificación y multimodales o irregulares para defoliación, estos patrones irregulares se deben a que los patrones fenológicos representan adaptaciones a presiones de tipo abiótico y biótico. En general la temporalidad de la floración y fructificación, varió entre individuos, especies y sitios este último posiblemente al efecto del micrositio.
- En este estudio el 15% de los individuos no mostró el fenómeno de floración y el 34 % de los individuos no llegaron a formar frutos a lo largo del año de evaluación.
- Especies como *Myrsine sodiroana*, *Myrica pubescens*, *Prumnopitys montana*, *Cedrela montana* y *Juglans neotropica* no invierten la energía de sus cosechas en todos los individuos y en ocasiones esos árboles reproductivos lo hacen parcialmente.
- Por su parte, las diferencias encontradas en el comportamiento fenológico y en la productividad de la especie respecto a otros estudios (Díaz y Lojan, 2004) puede

deberse a que muchas especies presentan ciclos fenológicos multianuales, se requieren períodos de observación prolongados, para describir completamente estos patrones.

- Sobre la base de los resultados de productividad obtenidos en la temporada de estudio se puede inferir que si bien expresan datos significativos, la producción anual real se vería incrementada notablemente para aquellas especies que presentan las fases reproductivas dos veces al año o durante la mayor parte del año como es el caso de *Alnus acuminata*, *Myrica pubescens*, *Myrsine sodiroana* y *Weinmannia glabra*.
- Los bajos porcentajes de germinación para *Myrica pubescens* se debió principalmente por la baja calidad de las semillas, semillas huecas y embrión podrido, mientras que para *Myrsine sodiroana* la germinación se vio limitada por la presencia de plagas. Y el éxito de los elevados porcentajes obtenidos de *Cupania americana* y *Weinmannia glabra* se pudo deber a que se realizaron ensayos germinativos con algún pretratamiento físico o químico para finalmente realizar el ensayo de germinación propiamente dicho.
- Las especies en general presentan indefinibles estados fenológicos relacionados con los factores climáticos (precipitación y temperatura), siendo la mejor opción la categorización individual de la especie y su fenológica con los factores climáticos.

7. RECOMENDACIONES

Luego de discutir y concluir los datos obtenidos en este trabajo de investigación recomendamos que:

- Es probable que los siguientes años se observen ligeros cambios principalmente por la variación en la temperatura y precipitación por lo que este tipo de estudios fenológicos deberán tener continuidad, pero además es muy necesario incorporar un diagnóstico e identificación de plagas y la evaluación del daño provocado por los mismos, donde se debe considerar la parte atacada, frecuencia o incidencia y severidad o intensidad del daño.
- Para la toma de datos se debe utilizar un equipo óptimo de gran alcance y resolución, ya que en el interior del bosque la visualización se ve obstaculizada, por la baja claridad, por tal motivo se debe utilizar binoculares 10x50 o 20x50 si se adquiere estos últimos de mayor potencia se hace obligatorio que junto con él se adquiera un adaptador para trípode (debido a la vibración).
- Para las pruebas de germinación se debe tener presente las reglas del ISTA, para las pruebas recomiendan evitar la aplicación de fungicidas durante las pruebas de germinación. En lugar de esto se debe asegurar que la propagación de los hongos sea minimizada, a través de utilización de cajas petri de vidrio, papel absorbente antibacterial, la cauterización de las semillas, separación frecuente de la semilla deteriorada, lavado rápido de semillas cuando esta lo requiera, esterilización y desinfección constante del equipo de laboratorio, y en cuanto a la salud de los técnicos la utilización de máscaras contra el polvo y guantes, es también un factor importante a considerar.

- A través de una serie de ensayos se debe obtener información de los tratamientos pregerminativos para aquellas especies que siguen presentando bajos porcentajes de germinación como es el caso de *Myrsine sodiroana* y *Myrica pubescens*.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z.; Gutiérrez, M y Merino, B. 2006. Principales Familias de Árboles y Hierbas del Sur del Ecuador. Loja-Ecuador. Pp.78
- Borja, C. y Lasso, S. 1990. Plantas Nativas para Reforestación en el Ecuador. Quito, Ec. Fundación Natura.208p.
- Cabrera, M; Ordoñez, O. 2004. Fenología, Almacenamiento de Semillas y Propagación a Nivel de Vivero de Diez Especies Forestales Nativas del Sur de la Corporación de desarrollo forestal y maderero del Ecuador/OIMT.1997. Manual para la producción de Nogal. Ecuador. 47 p. Ecuador. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja-Ecuador. Pp136
- Francis, J. 1991. *Cupania americana* L. SO-ITF-SM-44. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4p.Disponible: <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cupaniaamericana.pdf> (Consultado 05.11.2010).
- FUNDACIÓN JOSÉ PERALTA. 2005. Ecuador su realidad. Ecuador un país megadiverso Disponible en: <http://www.turismoaustro.gov.ec/index.php/es/mundos/310> (Consultado 15.01.2011).
- Gastiazoro, J. 2001. Climatología y Fenología Agrícola. Disponible en: http://www.redagraria.com.ar/investigacion/fca_unc/clima-fenol_fca_unc/apunte_fenologia/5_fenologia_frutales.html(Consultado 07.11.2010).

- Guariguata, M.1998. Consideraciones Ecológicas Sobre la Regeneración Natural aplicada al manejo forestal. Serie Técnica. Informe N° 304 CATIE, Costa Rica.25p
- Guerrero, C. y Lopes, F.1993. Árboles Nativos de la Provincia de Loja. Ec., Fundación Ecológica Arcoíris.108 pp
- Herrera, J; Alizaja, R; Guevara, E y Jimenes V. 2006. Germinación y Crecimiento de la Planta. Editorial Universidad de Costa Rica. Disponible:
http://books.google.com.ec/books?id=ohoEQYJFq0QC&printsec=frontcover&dq=germinaci%C3%B3n&hl=es&ei=h8W_TMzhOMP98Aa-
 (Consultado 19.12.2010).
- Heuveldop, J; Pardo, J; Quirós, S; Espinoza L. 1986. Agroclimatología Tropical. Fenología Disponible en:
<http://books.google.com.ec/books?id=DD05AfVeRs0C&printsec=frontcover#v=sinppet&q=Fenolog%C3%ADA&f=false> (Consultado 07.11.2010).
- Jara, L. 1996. Biología de Semillas Forestales: Semillas. CATIE Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=JJYOAQAIAAJ&pg=PA11&dq=definici%C3%B3n+de+semilla+forestal&hl=es&ei=bre_TPSCB8Hflgen5bzdCg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CD8Q6AEwBQ#v=onepage&q&f=false
 (Consultado 19.12.2010).
- Jaramillo, O; Inga, C. 1992. Clasificación Dendrológica y Estudio de Algunos Aspectos Fenológicos de las Especies Forestales en un Sitio de Cajanuma (Parque Nacional Podocarpus) Tesis de ingeniería forestal. Loja- Ecuador. Pp215

- Loján, L. 2003. El Verdor de los Andes Ecuatorianos, Realidades y Promesas. Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal, DFC-FAO. Quito, Ec. pp 57-59
- Marguedas M.1997. Plagas de Semillas Forestales en América Central y el Caribe.113pp.Disponible:<http://books.google.com.ec/books?id=AN4OAQAIAAJ&pg=PA19&dq=aborto+de+flores&hl=es&ei=CtP-TI> (Consultado 19.12.2010).
- Minga, D. 1995. Árboles y Arbustos del Bosque de Mazan. Tomo II. Editorial Grijalva. Cuenca - Ecuador. pp. 139
- Muñoz, J.; y Luna, C. 1999. Guía para el cultivo, Aprovechamiento y Conservación de Laurel de Cera. Serie Ciencia y Tecnología, N° 73. Convenio Andrés Bello Santafé Bogotá.
- Rodriguez, J. y Nieto, V. 1999. Investigación en Semillas Forestales Nativas. CONIF. Serie Técnica N° 43. Bogota. Pp89
- Rodriguez, J. 2000. Protocolos de Germinación para la Certificación de Semillas Forestales Nativas. CONIF. Serie Técnica N° 46. Bogotá Pp. 53
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA: CINFA – HERBARIO REINALDO ESPINOSA LOJA. 2006 Estado de Conservación de Áreas Protegidas y Bosques Protectores de Loja y Zamora Chinchipe y Perspectivas de Intervención.
- Valarezo, C. 1998. Condiciones Físicas de los Suelos de la Region Sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. Pp.227.

Castillo F. 2001. Agrometeorología. Fenología, Disponible en:

[http://books.google.com.ec/books?id=HjYILIC70YIC&printsec=frontcover&dq=editions:H\(Consultado 09.11.2010\).](http://books.google.com.ec/books?id=HjYILIC70YIC&printsec=frontcover&dq=editions:H(Consultado 09.11.2010).)

Gómez L.2010. Fenología Reproductiva de Especies Forestales Nativas Presentes en la Jurisdicción de Corantioquia, un paso hacia su conservación. Volumen Disponible: <http://www.corantioquia.gov.co/sitio/images/stories/pdf/fenologia.pdf> (Consultado 21.11.2010).

DICCIONARIO ENCICLOPÉDICA, 2009. Larousse Editorial, S.L Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com/defoliaci%C3%B3n> (Consultado 05.02.2011).

DICCIONARIO ESPAÑOL, 2011. Disponible en:

<http://www.significadode.org/defoliaci%C3%B3n.htm> (Consultado 05.02.2011).

Peñuelas, J; Sabaté, S; Filella, I. 2004. Efectos del Cambio Climático sobre los Ecosistemas Terrestres. Observación, Experimentación y Simulación Disponible en: <http://observatoriosierranevada.iecolab.es/index.php/Flora> (Consultado 05.01.2011).

Meier, U; Bleiholder, H; Brumme, H.; Bruns, E; Mehring, B; Proll, T. y Wiegand. 2009. Phenological growth stages of roses (Rosa sp.): codification and description according to the BBCH scale. Disponible en: <http://observatoriosierranevada.iecolab.es/index.php/Flora> (Consultado 28.12 2010).

Luz, M. 2008. Medidores de Humedad .Revista Internacional de las Semillas Disponible en: http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed61/artigocapa61_esp.shtml (Consultado 25.11. 2010).

- Vázquez, C; Orozco, A; Rojas, M; Sánchez, M; Cervantes V. 1997. La Reproducción De Las Plantas Semillas Y Meristemos Disponible en:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm (Consultado 17.11. 2010).
- Rojas F Y Torres C. 2008. KURU Revista Forestal Costa Rica/ Árboles del Valle Central de Costa Rica Disponible:
http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior13/pdf/solucion%204.pdf (Consultado 05.11. 2010).
- Arteaga, L. 2007 Revista Boliviana De Ecología y Conservacion Ambientaly/ fenología y producción de semillas de especies arbóreas maderables en un bosque húmedo montano de Bolivia Disponible en:
<http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:VY4cz-rZgZIJ:www.cedsip.org/PDFs/ARTEAGA.pdf+PDF+FENOLOGIA+DE+JUGLAN S+NEOTROPICA +ASINCR> (Consultado 05.12. 2010).
- Ordóñez, L ; Aguirre, N; Hofstede, R. 2001 Sitios de recolección de semillas forestales andinas del Ecuador. Editorial Abya Yala Disponible:
http://books.google.com.ec/books?id=SPX4gZrSoAsC&dq=Alnus+acuminata&hl=es&source=gbs_navlinks_s (Consultado 05.02. 2011).
- RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. 2008. *Alnus acuminata* Kunth. Disponible en:
<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1753&method=displayAAT> (Consultado 16.11. 2010).
- RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. 2008. *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. Disponible en:
<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1022&method=displayAAT> (Consultado 16.11. 2010).

- Galeano, G; Calderón, E; Dueñas, H; Tobón, I. 2006. *Juglans neotropica* Diels. Disponible en:
<http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=155&met hod=display> AT (Consultado 19.11. 2010).
- Ordoñez, O y Lalama, K. 2006. Experiencias Del Manejo Apícola En Uritusinga Loja Ecuador Disponible en:
http://www.asocam.org/biblioteca/ECOBONA_0288.pdf (Consultado 13.11. 2010).
- Vargas, W.2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes centrales Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=Omzm3LW0mZUC&dq=prumnopitys+montana&hl=es&source=gbs_navlinks_s (Consultado 23.11. 2010).
- Timmer, L. 2002. Plagas y Enfermedades Disponible en:
http://books.google.com.ec/books?id=ZSAaEHXa2_0C&dq=ENFERMEDAD+DE+HOLLIN+EN+HOJAS&hl=es&source=gbs_navlinks_s (Consultado 02.11. 2011).
- Brenes, L y Stefano, J. 2001. Comportamiento fenológico del árbol *Elaeagia uxpanapensis* en un bosque pluvial premontano de costa rica Disponible en:
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:J1hL0n7yxpwJ:www.ots.ac.cr/tropiweb/attachments/volumes/vol49-3-4/18_Brenes_Comportamiento.pdf+maxima+caida+de+follaje+en+estaciones+m%C3%A1s+lluviosas&hl=es&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEESi-ALUR0BjVr3My4fk0bZ2_r_AFL_MnupWd0BIZzbN3Q9OEBB69ruuEm5N9Q0dwr7lJlc_6pBbTjmi6GQXTELbflVmcHQqRkxGwWwj26Z3LxnhoDN56Qe6twRVLKD_RbCe14Sg&sig=AHIEtbRLFMmt03egmc7aqtTytwDpA9i73g (Consultado 11.02. 2011).

d. Hoja de registro para contenido de humedad

Especie	PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD									
	N° de Árbol	SUB MUESTRA 1				SUB MUESTRA 2				%CH
		M1	M2	M3	%CH sub1	M1	M2	M3	%CH sub2	

e. Hoja de registro para la germinación de las semillas

Especie – Individuo # ? - sub muestras (4x100)						
Días de la siembra	A	B	C	D	Total diario	Total acumulado
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3						
4						
5						
90	-	-	-	-	-	-

Clethra revoluta	3	220	200	210	190	200	200	203,33	43,00	8743,33	35,00	306016,67	0,22	150,00	12,56
	5	174	185	160	175	180	165	173,17	22,00	3809,67	38,00	144767,33	0,13	150,00	3,22
	6	221	200	225	211	214	200	211,83	45,00	9532,50	40,00	381300,00	0,21	150,00	13,25
	7	190	185	195	200	185	190	190,83	17,00	3244,17	37,00	120034,17	0,15	150,00	3,17
	8	179	183	186	195	180	180	183,83	28,00	5147,33	35,00	180156,67	0,14	150,00	4,96
SUMATORIA								963,00	155,00	30477,00	185,00	1132274,83	0,84	750,00	37,15
Promedio/Especie								192,60	31,00	6095,40	37,00	226454,97	0,17	150,00	7,43
Desviacion estandar								15,35	12,51	2875,68	2,12	112304,09	0,04	0,00	5,05
Cinchona officinalis	1	28	27	25	27	20	29	26,00	24,00	624,00	43,00	26832,00	0,28	10,00	17,72
	2	37	44	40	32	30	41	37,33	26,00	970,67	43,00	41738,67	0,28	10,00	27,57
	3	36	28	18	28	32	18	26,67	22,00	586,67	40,00	23466,67	0,28	10,00	16,66
	4	22	28	30	28	17	29	25,67	23,00	590,33	43,00	25384,33	0,28	10,00	16,77
	5	40	38	38	22	29	24	31,83	30,00	955,00	41,00	39155,00	0,28	10,00	27,12
	7	26	27	48	32	40	30	33,83	32,00	1082,67	41,00	44389,33	0,28	10,00	30,75
	8	14	40	30	38	24	15	26,83	26,00	697,67	43,00	29999,67	0,28	10,00	19,81
SUMATORIA								208,17	183,00	5507,00	294,00	230965,67	1,99	70,00	156,40
Promedio/Especie								29,74	26,14	786,71	42,00	32995,10	0,28	10,00	22,34
Desviacion estandar								4,61	3,67	209,26	1,29	8562,46	0,00	0,00	5,94
Myrsine sodiroana	5	2835	580	3300	690	145	265	1302,50	48,00	62520,00	1,00	62520,00	3,00	100,00	1875,60
	As	1600	1900	1200	600	700	650	1108,33	42,00	46550,00	1,00	46550,00	3,00	100,00	1396,50
SUMATORIA								2410,83	90,00	109070,00	2,00	109070,00	6,00	200,00	3272,10
Promedio/Especie								1205,42	45,00	54535,00	1,00	54535,00	3,00	100,00	1636,05
Desviacion estandar								137,30	4,24	11292,50	0,00	11292,50	0,00	0,00	338,77
Weimania sp	1	284	213	355	355	213	213	272,17	17,00	4626,83	4,00	18507,33	0,09	200,00	2,08
	2	142	142	213	142	142	142	153,83	9,00	1384,50	4,00	5538,00	0,09	200,00	0,62
	4	568	213	568	284	568	213	402,33	17,00	6839,67	4,00	27358,67	0,09	200,00	3,08
	5	213	213	142	213	213	142	189,33	11,00	2082,67	4,00	8330,67	0,09	200,00	0,94
	6	710	923	710	923	923	710	816,50	32,00	26128,00	4,00	104512,00	0,09	200,00	11,76
SUMATORIA								1834,17	86,00	41061,67	20,00	164246,67	0,45	1000,00	18,48
Promedio/Especie								366,83	17,20	8212,33	4,00	32849,33	0,09	200,00	3,70
Desviacion estandar								268,93	9,01	10245,77	0,00	40983,08	0,00	0,00	4,61
Junglans neotropical	1	5	6	5	7	4	5	5,33	12,00	64,00	1,00	64,00	178,30	8,00	1426,40
	4	4	3	4	5	3	2	3,50	8,00	28,00	1,00	28,00	179,00	8,00	626,50
SUMATORIA								8,83	20,00	92,00	2,00	92,00	357,30	16,00	2052,90
Promedio/Especie								4,42	10,00	46,00	1,00	46,00	178,65	8,00	1026,45
Desviacion estandar								1,30	2,83	25,46	0,00	25,46	0,49	0,00	565,61

Apéndice 3. Datos generales de porcentaje de pureza de cuatro especies forestales nativas del bosque protector “EL BOSQUE”

Especie	N° de árbol	PORCENTAJE DE PUREZA						
		Peso total de la muestra(gr)		Peso semillas puras (gr)		% P1	%P2	% P-Sp
		Sub m.1	Sub m.2	sub m.1	sub m.2			
<i>Cupania americana</i>	8	65,6	65,4	52,6	52,4	80,18	80,12	80,15
	7	91,1	91,5	75,1	75,2	82,44	82,19	82,31
<i>Myrica pubescens</i>	3	2,0	4,6	1,8	4,5	90,00	97,83	93,91
<i>Myrsine sodiroana</i>	5	2,8	2,9	2,7	2,8	96,43	96,55	96,49
	As	2,9	2,9	2,8	2,7	96,55	93,10	94,83
<i>Weinmannia glabra</i>	1	0,0274	0,0289	0,0269	0,0284	98,18	98,27	98,22
	2	0,0279	0,0832	0,0275	0,0829	98,57	99,64	99,10
	5	0,0831	0,0190	0,0825	0,0188	99,28	98,95	99,11

Especie	N° Árbol/ Porcentaje Pureza (%)								- X̄	±S	CV
	1 (As)	2	3	4	5	6	7	8			
<i>Cupania americana</i>							82,31	80,15	81,23	1,53	1,88
<i>Myrica pubescens</i>			93,91						93,91	i	i
<i>Myrsine sodiroana</i>	94,83				96,49				95,66	1,18	1,23
<i>Weinmannia glabra</i>	98,22	99,10			99,11				98,81	0,51	0,52

Apéndice 4. Datos generales del peso de 1000 semillas de cuatro especies forestales nativas del bosque protector “EL BOSQUE”

Especie	N° de Árbol	PESO DE LA SEMILLA(1000 Semillas)								PROME	PESO DE 1000 s
		sub.1 100	sub.2 100	sub.3 100	sub.4 100	sub.5 100	sub.6 100	sub.7 100	sub.8 100		
<i>Cupania americana</i>	8	152,00	191,70	251,60	150,00	159,00	220,25	164,30	173,40	182,78	1827,81
	7	219,12	247,00	200,00	150,00	154,00	161,00	160,00	152,00	180,39	1803,90
<i>Myrica pubescens</i>	3	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,75	27,5
<i>Myrsine sodiroana</i>	As	3	2,8	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	3	2,79	27,88
	5	2,7	2,7	3	2,8	2,7	2,9	2,7	2,7	2,78	27,75
<i>Weinmannia glabra</i>	2	0,0082	0,0079	0,0093	0,0087	0,0086	0,0086	0,0081	0,0089	0,0085	0,085
	5	0,0079	0,0095	0,0080	0,0085	0,0091	0,0079	0,0082	0,0087	0,0085	0,085

Especie	N° Árbol/% Peso 1000 semillas (gr)								- X̄	±S	CV
	1 (As)	2	3	4	5	6	7	8			
<i>Cupania americana</i>							1803,90	1827,81	1815,86	16,91	0,93
<i>Myrica pubescens</i>			27,50						27,50	i	i
<i>Myrsine sodiroana</i>	27,88				27,75				27,81	0,09	0,32
<i>Wenimannia glabra</i>		0,085			0,085				0,09	0,00	0,52

Apéndice 5. Datos generales del porcentaje de contenido de humedad de cuatro especies forestales nativas del bosque protector “EL BOSQUE”

Especie	PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD									
	N° de Árbol	SUB MUESTRA 1				SUB MUESTRA 2				%CH
		M1	M2	M3	%CHsub1	M1	M2	M3	%CHsub2	
<i>Cupania americana</i>	7	82,2	104,3	93,6	48,42	82,2	106,1	95,3	45,19	46,80
	8	79,9	102	91,5	47,51	82,00	105,9	95,00	45,61	46,56
<i>Myrica pubescens</i>	3	74,6	77,4	77,0	14,29	86,3	89,1	88,6	17,86	16,07
<i>Myrsine sodiroana</i>	5	82,7	84,3	84,1	12,50	67,90	69,40	68,80	40,00	26,25
	As	80,2	81,8	81,6	12,50	67,97	69,46	68,87	39,60	26,05
<i>Weinmannia glabra</i>	5	87,49	88,79	88,59	15,38	87,47	88,77	88,57	15,38	15,38
	6	87,50	88,80	88,60	15,38	95,3	96,5	96,2	25,00	20,19

Especie	N° Árbol/ Contenido de Humedad (%)								- X	±S	CV
	1 (As)	2	3	4	5	6	7	8			
<i>Cupania americana</i>							46,80	46,56	46,68	0,17	0,37
<i>Myrica pubescens</i>			16,07						16,07	i	i
<i>Myrsine sodiroana</i>	26,05				26,25				26,15	0,14	0,54
<i>Weinmannia glabra</i>					15,38	20,19			17,79	3,40	19,11

Apéndice 6. Evaluación de la viabilidad con el método de tetrazolium.

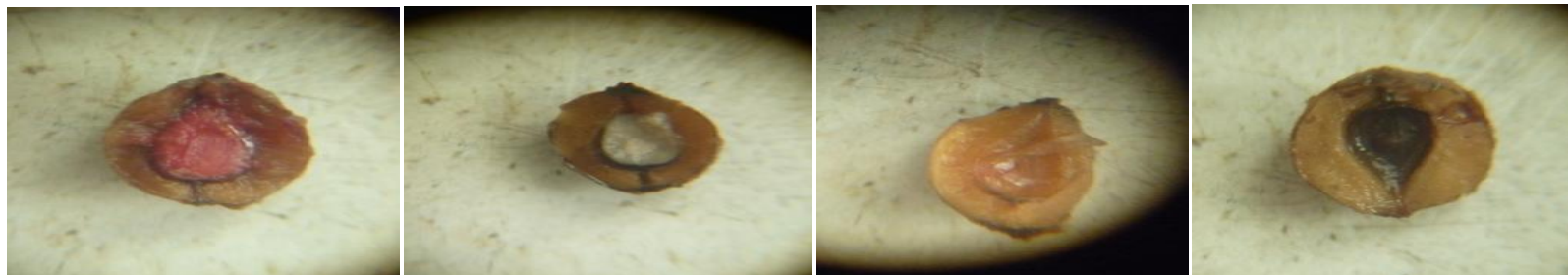


Foto 11 Semilla con
embrión teñido (viable)

Foto 12 Semilla - embrión
no teñido (no viable)

Foto 13 Semilla hueca

Foto 14 Semilla podrida

Apéndice 7. Etapas del proceso investigativo fenológico en el campo.



Foto 15 Observaciones
fenológicas

Foto 16 Recolección de
hojarasca

Foto 17 Recolección de
frutos

Foto 18 Envasado de
frutos

Apéndice 8. Etapas del proceso investigativo fenológico en el laboratorio.



Foto 19 Aireación de frutos

Foto 20 Ensayos de germinación

Foto 21 Cauterización de hongos

Foto 22 Secado de hojarasca

Foto 23 Peso en seco de hojarasca

Apéndice 9. Identificación rápida de plagas en algunas especies forestales.

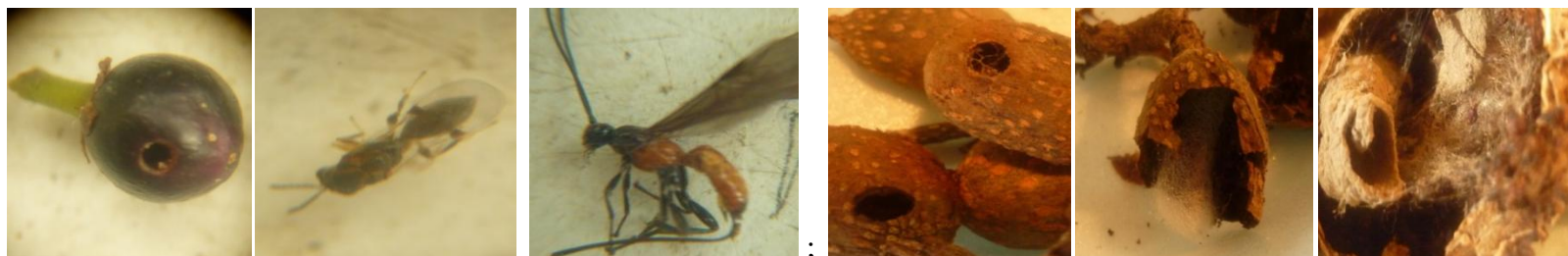


Foto 24, *Myrsine sodiroana* (Insecto del orden himenoptera)

Foto 25 *Cedrela montana* (larva posiblemente de insecto del orden himenóptero)