



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y ENSAYOS DE GERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES
NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR "EL BOSQUE" PARROQUIA SAN PEDRO DE VILCABAMBA, LOJA.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA FORESTAL**

AUTORAS:

*LILIANA ELIZABETH GONZAGA GODOS
MARITZA SUNILDA MONCAYO NAVARRETE*

DIRECTOR:

ING. VÍCTOR HUGO ERAS GUAMÁN Mg. Sc.

ASESOR:

ING. NIKOLAY AGUIRRE MENDOZA Ph. D

LOJA-ECUADOR

2012

**FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y ENSAYOS DE
GERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES NATIVAS DEL BOSQUE
PROTECTOR “EL BOSQUE” PARROQUIA SAN PEDRO DE VILCABAMBA,
LOJA
TESIS DE GRADO**

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

INGENIERA FORESTAL
EN LA:
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

Ing. Manuel Quizhpe Córdova Mg. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Marjorie Díaz López Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

CERTIFICA:

En calidad de Director de la tesis titulada **“FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y ENSAYOS DE GERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE” PARROQUIA SAN PEDRO DE VILCABAMBA, LOJA”**; de autoría de las señoritas egresadas de la Carrera de Ingeniería Forestal **Liliana Elizabeth Gonzaga Godos y Maritza Sunilda Moncayo Navarrete**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizó su presentación y publicación.

Loja, Noviembre del 2012.

Atentamente

.....
Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg.Sc
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Quizhpe Córdova Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

CERTIFICA:

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada **“FENOLOGÍA, PRODUCCIÓN DE HOJARASCA Y ENSAYOS DE GERMINACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE” PARROQUIA SAN PEDRO DE VILCABAMBA, LOJA”**, de autoría de las señoritas egresadas **Liliana Elizabeth Gonzaga Godos y Maritza Sunilda Moncayo Navarrete** 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 su publicación pública definitiva.

Loja, Noviembre del 2012

Atentamente

.....

Ing. Manuel Quizhpe Córdova 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.**

.....
Liliana Elizabeth Gonzaga Godos

.....
Maritza Sunilda Moncayo Navarrete

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría, todo es posible. A mis queridos padres Francisca y Franco quienes han sido pilar fundamental en mi vida, que con cariño y sacrificio supieron motivarme para salir adelante, gracias por enseñarme que el éxito se logra mediante la constancia y a hacer frente a los obstáculos sin perder nunca la dignidad. A Lorena, porque te quiero infinitamente hermanita. A Ramiro por su cariño y su apoyo, gracias por compartir momentos alegres y difíciles. A mis amig@s, prim@s y demás personas quienes de una u otra manera son parte importante en mi vida.

Liliana

A Dios, a mi familia y en especial a mis padres Ángel y Gladis quienes con su esfuerzo me han apoyado en cada momento dándome el impulso y la motivación para lograr cumplir con mi objetivo de ser ingeniera forestal. A la vida, por haber puesto en mí camino a las personas indicadas que me apoyaron de manera desinteresada e incondicional.

Maritza

AGRADECIMIENTO

“Si confieres un beneficio, nunca lo recuerdes; si lo recibes, nunca lo olvides”

Dejamos constancia de nuestra gratitud, a la Universidad Nacional de Loja, en especial a nuestra Carrera Ingeniería Forestal y a nuestros docentes, en particular a los Ingenieros Víctor Hugo Eras, Jorge García Luzuriaga, Héctor Maza Chamba, Honias Cartuche Ordoñez, Nikolay Aguirre Mendoza y Lucia Quichimbo Saraguro, quienes han contribuido y han hecho posible nuestra formación y capacitación profesional.

A la fundación Alemana para la Investigación (DFG), por el financiamiento otorgado para la realización de la presente investigación y especialmente a los Doctores Daniel Kübler y Patrick Hildebrandt.

Finalmente agradecemos a todas las personas que han intervenido en nuestra vida profesional por su amistad, consejos, apoyo y ánimo.

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	DEFINICIÓN DE FENOLOGÍA	4
2.1.1.	Importancia de la Fenología	4
2.2.	FENOMENOS QUE ESTUDIA LA FENOLOGIA	4
2.2.1.	Defoliación.....	4
2.2.2.	Floración.....	5
2.2.3.	Fructificación	5
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO.	5
2.3.1.	<i>Alnus acuminata</i> O. Kuntze	5
2.3.2.	<i>Cedrela montana</i> Moritz exTurcz.....	6
2.3.3.	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.....	7
2.3.4.	<i>Cinchona officinalis</i> , (Quinine Bark).....	7
2.3.5.	<i>Cupania americana</i> L.....	8
2.3.6.	<i>Juglans neotropica</i> Diels.....	8
2.3.7.	<i>Myrica pubescens</i> H &B ex willdenow	9
2.3.8.	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly.....	10
2.3.9.	<i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub	10
2.3.10.	<i>Weinmannia glabra</i> L.F.....	11
2.4.	GERMINACIÓN.....	12
2.4.1.	Definición de germinación.	12
2.4.2.	Condiciones ambientales para la Germinación.	12
2.5.	ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.....	15
2.5.1.	Semillas Ortodoxas.....	15
2.5.2.	Semillas Recalcitrantes	15
2.5.3.	Factores que influyen en la duración de la vida de las semillas almacenadas.	16
2.5.4.	Madurez de la semilla.....	16
2.5.5.	Las condiciones de almacenamiento y envejecimiento de las semillas.....	16
2.5.6.	Contenido de humedad de las semillas	17

2.5.7.	Temperatura de almacenamiento	17
2.6.	HOJARASCA.....	17
2.6.1.	Importancia de la producción de hojarasca.	18
2.6.2.	Nutrientes acumulados en la hojarasca.....	18
2.6.3.	Hojarasca del Suelo: Fuente de nutrimentos minerales.	19
2.6.4.	Influencia de la disponibilidad de nutrientes del suelo.....	20
2.6.5.	Suelos forestales	20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.	LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.....	22
3.1.1.	Ubicación Geográfica-Política y extensión.	22
3.2.	METODOLOGÍA	24
3.2.1.	Evaluación del proceso de floración, fructificación y defoliación de diez especies forestales nativas.	24
3.2.1.1.	Identificación de los árboles a monitorear.	24
3.2.2.	Monitoreo fenológico.	24
3.2.3.	Aporte de la hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo.....	26
3.2.4.	Pruebas Internacionales para el Análisis de Semillas en Laboratorio (ISTA).	27
3.2.4.1.	Pureza.	27
3.2.4.2.	Peso de la semilla.....	28
3.2.4.3.	Contenido de Humedad.....	28
3.2.4.4.	Germinación	29
3.2.5.	Evaluación de la germinación de cuatro especies potenciales nativas a nivel de laboratorio, usando diferentes técnicas de almacenamiento.	30
3.2.5.1.	Recolección de Semillas.....	30
3.2.5.2.	Construcción de la curva de calibración para la reducción del porcentaje de contenido de humedad en el almacenamiento de semillas.....	31
3.2.5.3.	Ajuste del porcentaje de contenido de humedad en las semillas para su almacenamiento.	32
3.2.5.4.	Almacenamiento de las semillas.	33
3.2.5.5.	Análisis de la información de los resultados de la germinación.	34

3.2.6.	Difusión de los resultados.....	34
4.	RESULTADOS	35
4.1.	PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”	35
4.1.1.	Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Alnus acuminata</i> O. Kuntze.....	35
4.1.2.	Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Cedrela montana</i> Moritz exTurcz.	36
4.1.3.	Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	37
4.1.4.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Cinchona officinalis</i> , (Quinine Bark).	38
4.1.5.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Cupania americana</i> L.	39
4.1.6.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Juglans neotropica</i> Diels.....	40
4.1.7.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Myrica pubescens</i> H &B ex willdenow.....	41
4.1.8.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly.....	42
4.1.9.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Prumnopitys montana</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) de Laub.	43
4.1.10.	Descripción de las respuestas fenológicas <i>Weinmannia glabra</i> L.F.	44
4.2.	APORTE DE HOJARASCA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”	45
4.2.1.	Cantidad de Hojarasca producida por las especies <i>Prumnopitys</i> <i>montana</i> , <i>Cinchona officinalis</i> y <i>Cupania americana</i>	45
4.2.2.	Aporte de K, Ca, Mg, MO y N en la hojarasca para el mejoramiento de la calidad del Suelo.	46
4.2.2.1.	Contenido de K en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.....	46
4.2.2.2.	Contenido de Ca en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.....	48

4.2.2.3. Contenido de Mg en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.....	50
4.2.2.4. Contenido de MO en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.....	52
4.2.2.5. Contenido de N en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.....	54
4.3. GERMINACIÓN DE <i>Myrica pubescens</i> , <i>Cupania americana</i> , <i>Cinchona officinalis</i> y <i>Clethra revoluta</i> A NIVEL DE LABORATORIO, USANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.....	55
4.3.1. Germinación	56
4.3.1.1. Germinación de la especie <i>Myrica pubescens</i>	56
4.3.1.2. Germinación de la especie <i>Cupania americana</i>	57
4.3.1.3. Germinación de la especie <i>Cinchona officinalis</i>	58
4.3.1.4. Germinación de la especie <i>Clethra revoluta</i>	60
4.4. PRUEBAS INTERNACIONALES PARA EL ANALISIS DE SEMILLAS (ISTA), EN CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS.	61
4.4.1. Pruebas estándar de calidad de semillas	61
4.4.1.1. Pureza	61
4.4.1.2. Peso	62
4.4.1.3. Contenido de humedad.	63
4.4.1.4. Germinación	64
4.4.1.5. Viabilidad	68
5. DISCUSIÓN.....	70
5.1. PERIODOS FENOLÓGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”.....	70
5.2. APORTE DE K, CA, MG, MO Y N EN LA HOJARASCA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO.....	71
6. CONCLUSIONES.....	77
7. RECOMENDACIONES.....	79
8. BIBLIOGRAFÍA.....	80
9. APENDICES.	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio	29
Cuadro 2.	Tratamientos aplicados a nivel de laboratorio para evaluar la germinación usando diferentes técnicas de almacenamiento.....	33
Cuadro 3.	Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie <i>Myrica pubescens</i>	56
Cuadro 4.	Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie <i>Myrica pubescens</i>	57
Cuadro 5.	Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie <i>Cupania americana</i>	58
Cuadro 6.	Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie <i>Cupania americana</i>	58
Cuadro 7.	Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie <i>Cinchona officinalis</i>	59
Cuadro 8.	Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie <i>Cinchona officinalis</i>	59
Cuadro 9.	Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie <i>Clethra revoluta</i>	60
Cuadro 10.	Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie <i>Clethra revoluta</i>	61

Cuadro 11.	Porcentaje de pureza de semillas de cuatro especies forestales nativas	62
Cuadro 12.	Peso de 1000 Semillas puras en cuatro especies forestales nativas.	63
Cuadro 13.	Porcentaje de Contenido de Humedad en cuatro especies forestales nativas	64
Cuadro 14.	Promedios de Viabilidad en semillas de cuatro especies forestales nativas	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa base del área de investigación en el Bosque Protector “El Bosque”, de la parroquia de San Pedro de Vilcabamba	23
Figura 2.	División de la copa del árbol en cuatro cuadrantes, tomando en cuenta la pendiente Alvarado y Encalada (2010)	25
Figura 3.	Curva de calibración para reducción de contenido de humedad de <i>Cupania americana</i>	32
Figura 4.	Periodos fenológicos de <i>Alnus acuminata</i>	36
Figura 5.	Periodos fenológicos de <i>Cedrela montana</i>	37
Figura 6.	Periodos fenológicos de <i>Cletra revoluta</i>	38
Figura 7.	Periodos fenológicos de <i>Cinchona officinalis</i>	39
Figura 8.	Periodos fenológicos de <i>Cupania americana</i>	40
Figura 9.	Periodos fenológicos de <i>Juglans neotropica</i>	41
Figura 10.	Periodos fenológicos de <i>Myrica pubescens</i>	42
Figura 11.	Periodos fenológicos de <i>Myrsine sodiroana</i>	43
Figura 12.	Periodos fenológicos de <i>Prumnopitys montana</i>	44
Figura 13.	Periodos fenológicos de <i>Weinmannia glabra</i>	45

Figura 14.	Producción de Hojarasca de tres especies forestales en el bosque protector “El Bosque”, Loja, Ecuador, durante tres meses.....	46
Figura 15.	Contenido de potasio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	47
Figura 16.	Contenido de potasio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.	48
Figura 17.	Contenido de calcio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	49
Figura 18.	Contenido de Calcio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	50
Figura 19.	Contenido de Magnesio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	51
Figura 20.	Contenido de Magnesio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	52
Figura 21.	Contenido de Materia orgánica (%), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja- Ecuador.....	52
Figura 22.	Contenido de Materia orgánica (%), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.....	53

Figura 23.	Contenido de Nitrógeno (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	54
Figura 24.	Contenido de Nitrógeno (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador	55
Figura 25.	Germinación acumulativa con Error estándar de <i>Cupania americana</i> L	65
Figura 26.	Germinación acumulativa con Error estándar de <i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.....	66
Figura 27.	Germinación acumulativa con Error estándar <i>Cinchona officinalis</i> (Quinine Bark)	67
Figura 28.	Germinación acumulativa con Error estándar de <i>Myrica pubescens</i> H&B ex willdenow.	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja y tuvo como finalidad obtener información sobre los eventos fenológicos, análisis de calidad de semilla y almacenamiento en quince tratamientos, además, describe el aporte de la hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo, desde el mes de julio del 2011 hasta junio del 2012, bajo el financiamiento de la Fundación Alemana para la investigación (DFG).

El estudio se realizó en dos fases: La fase de campo efectuada en el bosque protector “El Bosque” y la fase de Laboratorio realizada en el Laboratorio de Fisiología Vegetal perteneciente al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Para evaluar la fenología se hicieron monitoreos cada quince días, durante un periodo de tiempo de doce meses, en diez especies forestales nativas; *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Myrica Pubescens*, *Prumnopitys montana*, *Alnus acumintana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana*, *Weinmania glabra*, para lo cual se trabajó con ocho individuos por especie, dando como resultado que las especies *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana* y *Prumnopitys montana* florecen y fructifican en época seca (agosto-enero), mientras que *Myrica pubescens* y *Weinmannia glabra* lo hacen en época lluviosa (febrero-julio); la defoliación se presentó todo el año, sin embargo, las especies nunca perdieron su follaje totalmente.

Para conocer el aporte de hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo, se eligieron tres especies *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Prumnopitys montana*, escogidas por tener el área foliar grande, mediana y pequeña respectivamente, la recolección de la hojarasca se realizó durante los meses de enero, febrero y marzo del 2012, para ello se utilizó colectores de malla plástica ubicadas debajo de cada árbol y se recogió cuando alcanzó 200 gramos de peso seco, para la toma de muestras de suelo se realizaron calicatas de 1 m de ancho, 1 m de largo y 1 m de profundidad, las mismas que fueron tomadas debajo de los mismos arboles donde se recogió la hojarasca.

Los análisis químicos de N, K, Mg, Ca y MO de hojarasca y suelo se realizaron en el Laboratorio de análisis ambientales de la Universidad del Azuay, obteniendo como resultado, que el potasio en la hojarasca de *Cinchona officinalis* tiene una cantidad aproximada de 6400,45 ppm, seguido de *Cupania americana* con 5440,62 ppm y *Prumnopitys montana* con un valor 1696, 32 ppm, en el suelo la cantidad de potasio es muy baja y se encuentra en el primer horizonte para las tres especies donde *Prumnopitys montana* es la especie con mayor cantidad de este nutriente con un valor de 99,51 ppm, seguido de *Cupania americana* con 76,31 ppm y de *Cinchona officinalis* con una cantidad de 44,36 ppm; el calcio en la hojarasca de la especie *Prumnopitys montana* tiene un valor de 3756,96 ppm, seguido de *Cinchona officinalis* con 1108,68 ppm y *Cupania americana* con 341,18 ppm, el calcio en el suelo de *Prumnopitys montana* presenta la mayor cantidad de este nutriente en los tres horizontes con valores de 2386,57 ppm, lo que significa una cantidad muy alta, 748,92 ppm y 758,75 ppm lo que significa cantidades bajas respectivamente, en las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* tuvieron valores bajos en los tres horizontes minerales; el magnesio en la hojarasca de la especie *Cupania americana* presenta un valor de 1984,61 ppm; seguido de *Prumnopitys montana* con un valor de 1796,67 ppm y *Cinchona officinalis* con una cantidad de 801,12 ppm, en el suelo la especie con mayor cantidad de este nutriente es *Prumnopitys montana* con un valor de 245,70 ppm lo que significa que tiene un alto contenido; seguido del segundo y tercer horizonte con valores de 150,94 ppm y 93,85 ppm lo que significa una baja concentración del nutriente respectivamente. La materia orgánica para las especies *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* presenta valores de 93,54 %; 92,80 %; 84,72 % respectivamente; en el suelo las cantidades de materia orgánica fueron muy altas para las tres especies, *Prumnopitys montana* en el primer horizonte, tiene un porcentaje de 26,60 %, seguido de *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* con porcentajes de 14,26 % y 14,99 % respectivamente; el nitrógeno en la hojarasca de *Prumnopitys montana* presentó un valor de 11146,95 ppm, seguido de *Cinchona officinalis* con un valor de 7250,31 ppm y de *Cupania americana* con 4032, 39 ppm, en el suelo las tres especies presentaron cantidades muy altas en los tres horizontes, *Prumnopitys montana* presentó el valor más alto con 4756,23 ppm lo que

significa una concentración muy alta, seguido de *Cupania americana* con un valor de 3134,17 ppm y *Cinchona officinalis* con un valor de 1701,65 ppm.

Para evaluar la germinación de *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* a nivel de laboratorio, se realizó un diseño experimental simple al azar en arreglo factorial 3x4, usando variables como el contenido de humedad al 2 %, 5 %, 10 %, temperatura a 0 °C, -20 °C y un tiempo de cero meses, tres meses y seis meses, en donde se obtuvo que la especie *Myrica pubescens* no soporto la disminución del contenido de humedad alcanzando una germinación nula en todos los tratamientos, la especie *Cupania americana* de igual manera presentó una germinación nula en todos los tratamientos, al parecer no soporta la disminución del contenido de humedad por ser una especie del tipo recalcitrante; la especie *Cinchona officinalis* presentó germinación con un contenido de humedad del 2 % y cero meses de almacenamiento, la especie *Clethra revoluta* presento la mayor germinación a una temperatura de -20 °C, con un contenido de humedad del 5 % y por un tiempo de almacenamiento de tres meses, dando como resultado un porcentaje de germinación de 6,3 %, en el tratamiento sin almacenamiento de la misma especies se evidenció que la mayor germinación se produjo a un contenido de humedad del 2 % con un porcentaje de germinación de 4, 3 %. Sin embargo, realizando el análisis estadístico ANOVA se determinó que no hay significancia en ninguno de los tratamientos a un nivel del 95 %. En conclusión se determinó que las especies forestales nativas *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* pierden viabilidad con el almacenamiento, por tanto no necesitan ser almacenadas bajo ninguna técnica de almacenamiento en el cual se manipule el contenido de humedad, temperatura y tiempo.

ABSTRACT

This research was conducted in the parish of San Pedro de Vilcabamba, Loja and was aimed at obtaining information on phenological events, seed quality analysis and storage using fifteen treatments. Furthermore, this research also describes the contribution of litter in improving soil quality. This research was carried out July 2011 to June 2012, under the funding of the German Research Foundation (DFG).

The study was conducted in two phases: Field analysis, carried out in the protected forest "El Bosque", and the laboratory phase which was conducted in the Laboratory of Plant Physiology belonging to the Agricultural Area of Renewable Natural Resources, in the National University Loja.

To evaluate the phenology, monitoring was carried out every two weeks, for a period of twelve months, on ten native forest species: *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Myrica Pubescens*, *Prumnopitys montana*, *Alnus acuminata*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana*, and *Weinmannia glabra*. Eight units per species were worked on, and the result was that in species *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana neotropica*, *Juglans*, and *Prumnopitys sodiroana* *Myrsine montana* flowered and bore fruit in the dry season (August to January), while *Myrica pubescens* and *Weinmannia glabra* flowered and bore fruit in the rainy season (February to July). Defoliation occurred throughout the year; however, the species never completely lost their foliage.

In order to ascertain the claim that litterfall improved soil quality, three species were chosen: *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* and *Prumnopitys montana*, these were chosen for having large, medium and small leaf area respectively. Litter collection was conducted during the months of January, February and March 2012. A plastic mesh located under each tree was used for collecting and it was collected when it reached 200 g of dry weight. Soil sampling pits were made measuring 1m wide, 1m long and 1m deep, the samples were taken from under the same trees where the leaf litter was collected. Chemical analysis

of N, K, Mg, Ca and MO of litter and soil was conducted in the environmental analysis laboratory at the University of Azuay, resulting that the k in litter of *Cinchona officinalis* had an estimated quantity of 6400,45 ppm, followed by *Cupania americana* with 5440,62 ppm and *Prumnopitys montana* with a value of 1696,32 ppm. In the ground the quantity of K was very low and it was discovered that on the first horizon for the first three species that *Prumnopitys montana* was the species with the greater quantity of this nutrient with a value of 99,51 ppm, followed by *Cupania americana* with 76,31 ppm and *Cinchona officinalis* with an amount of 44,36 ppm. The ca of the litter for the species *Prumnopitys montana* had a value of 3756,96 ppm, followed by *Cinchona officinalis* with a value of 1108, 68 ppm and *Cupania americana* a value of 341, 18 ppm. The ca in the soil of *Prumnopitys montana* exhibited the greatest quantity of this nutrient in the three horizons with values of 2386, 57 ppm, which signified a very high amount, and 748, 92 ppm and 758,75 ppm which signified low amounts respectively in the *Cinchona officinalis* and *Cupania americana* species. These two species also exhibited low mineral values in the three horizons. The Mg in the litter of *Cupania americana* species had a value of 1984, 61 ppm, followed by *Prumnopitys montana* with a value of 1796, 67 ppm and *Cinchona officinalis* with an amount of 801, 12 ppm. In the soil the species with most of this nutrient was *Prumnopitys montana* with a value of 245, 70 ppm which is considered high, followed by the second and third horizons with values of 150, 94 ppm and 93, 85 ppm which signified a low concentration of nutrient respectively. The MO for species *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* and *Cupania americana* exhibited values of 93,54 %, 92,80 %, 84,72 % respectively. In the soil the amounts of MO were very high for all three species. *Prumnopitys montana* in the first horizon, had a percentage of 26, 60%, followed by *Cinchona officinalis* and *Cupania americana* with percentages of 14, 26% and 14,99 % respectively. The N in litter of *Prumnopitys montana* exhibited a value of 11 146, 95 ppm followed by *Cinchona officinalis* with a value of 7250,31 ppm and *Cupania americana* with 4032, 39 ppm. In the soil the three species exhibited very high quantities in the three horizons *Prumnopitys montana* presented the highest value of 4756, 23 ppm which signified a very high concentration, followed by *Cupania americana* with a value of 3134, 17 ppm and *Cinchona officinalis* with a value of 1701, 65 ppm.

To evaluate the germination of *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* and *Clethra revoluta* in the laboratory, a simple experimental test was carried out in Agar using a random 3x4 factorial arrangement, using variables such as moisture content of 2 %, 5 %, and 10 %, and temperature range from 0 °C, -20 °C and a time period of zero months, three months and six months, whereby it was noted that the species *Myrica pubescens* could not bear the reduction of the moisture content thus resulting in null germination in all treatments. The *Cupania americana* species likewise presented a null germination in all treatments, it too apparently couldn't support the decrease in moisture content as it is a recalcitrant type of species. The species *Cinchona officinalis* exhibited germination with a moisture content of 2 % and zero months storage; the *Clethra revoluta* species exhibited the highest germination ratio at a temperature of -20 °C, with a moisture content of 5 and after three months storage exhibited a germination percentage of 6, 3 %. In the treatment without storage of the same species it was demonstrated that the highest germination occurred with a moisture content of 2 % resulting in a germination rate of 4,3 %. However, performing ANOVA statistical analysis it was determined that there was no significance in any treatment at a level of 95 %. In conclusion it was found that native forest species *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* and *Clethra revoluta* lose viability in storage, thus demonstrating that they should not be stored using any storage technique which manipulates moisture content, temperature and time.

1. INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista geográfico Ecuador es un país pequeño. No obstante está caracterizado por su singular topografía, su diversidad de zonas climáticas, y una población de especies vegetales y animales megadiversa. Ministerio de Turismo de Ecuador (2012). Cuenta con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas cubiertas de bosques, que representan el 42 % del área total del país Vitalideas (2010).

Pero lamentablemente, a pesar de su diversidad, presenta una de las tasas de deforestación más altas en América Latina con 1,7 % anual. Las cifras estimadas indican que sobre las 200.000 hectáreas deforestadas cada año, sólo 7.500 hectáreas están replantadas Vitalideas (2010).

Si bien es cierto, los bosques juegan un papel importante en mitigar el cambio climático, también conservan la biodiversidad, los suelos, el agua, y cuando son manejadas de manera sostenible, pueden fortalecer economías locales y nacionales y promover el bienestar de las generaciones presentes y futuras Vitalideas (2010).

Frente a la situación expuesta, es un deber contribuir a lucha contra la destrucción de los bosques, es por ello que actualmente los estudios fenológicos y la descomposición de hojarasca Glover y Beer (1987), han tomado una mayor importancia, en el ciclo bioquímico de la materia orgánica y los elementos minerales, constituyendo uno de los fenómenos ecológicos esenciales en el ecosistema forestal Vitousek (1995) citado por González (2009). Se ha observado que los procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo expresados en función de la fenología pueden mejorar la precisión de los modelos de predicción de la distribución futura de las especies Chuine y Beaubien (2001) citado por (Márquez *et al.* 2010).

La fenología ha mostrado su sensibilidad a los indicadores del clima, de tal manera que se han observado variaciones en los periodos reproductivos de las especies ya sea retrasando o adelantando la producción de semillas (Márquez *et al.* 2010).

La producción de semillas forestales es una función primordial en la conservación de los ecosistemas forestales, para la obtención de bienes como madera y otras materias primas (Márquez *et al.* 2010), en el manejo de los recursos genéticos para un ambiente en constante cambio, es decir, la sustentabilidad forestal Bazzaz (2000) citado por (Márquez *et al.* 2010); además, los estudios de descomposición de hojarasca son punto clave para conocer la dinámica del bosque porque la hojarasca constituye la vía de entrada principal de los nutrientes en el suelo Aerts y De Caluwe (1997) citado por (Márquez *et al.* 2010); sin embargo, esta fase del ciclo de vida de las plantas ha sido casi olvidada a nivel técnico y económico, a pesar de que se reconoce su importancia y la necesidad de asegurar la calidad de semillas forestales y mejoramiento del suelo SEDARPA-CONAFOR (2006) citado por Márquez *et al.* (2010).

La presente investigación se realizó con la finalidad de obtener datos y registros de los eventos fenológicos, análisis de calidad de semilla y almacenamiento en quince tratamientos, además, describe el aporte de hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo, realizados en el Bosque Protector “El Bosque” bajo el financiamiento de la Fundación Alemana para la investigación (DFG), en la parroquia de San Pedro de Vilcabamba, desde el mes de julio del 2011 hasta junio del 2012.

Objetivo General.

- Proporcionar información a través del estudio fenológico, producción de hojarasca y viabilidad de semillas de diez especies potenciales nativas del bosque protector “El Bosque” de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

Objetivos Específicos.

- Evaluar el proceso de floración, fructificación y defoliación de diez especies forestales nativas del bosque protector “El Bosque”.
- Conocer el aporte de hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo en el bosque protector “El Bosque”.
- Evaluar la germinación de *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* a nivel de laboratorio, usando diferentes técnicas de almacenamiento.
- Difundir los resultados de la presente investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE FENOLOGÍA

Según Gastiazoro (1987) citado por Alvarado y Encalada (2010), se refiere a los fenómenos periódicos que presentan las plantas y su relación con las condiciones ambientales tales como temperatura, luz, humedad, etc.; conociéndose como fenómeno periódico a las manifestaciones externas que se producen en los vegetales, con algunas variaciones, año tras año y en las épocas: aparición de las hojas, floración, maduración, etc.

2.1.1. Importancia de la Fenología

El conocimiento fenológico contribuye al entendimiento de los patrones reproductivos y vegetativos de las plantas, contribuye a la solución de algunos problemas forestales, ya que sienta bases para comprender la biología de las especies, la dinámica de las comunidades, las interacciones planta-animal. Este conocimiento proporciona información sobre la disponibilidad de recursos a lo largo del año y permite determinar las estrategias de recolecta de frutos, lo que puede favorecer la calidad y cantidad de semillas para la producción de nuevas plántulas (Mantovani *et al.* 2003).

2.2. FENOMENOS QUE ESTUDIA LA FENOLOGIA

En el proceso de desarrollo, los arboles muestran varios cambios visibles externos, que son resultado de las condiciones ambientales. Estos cambios externos son denominados fases fenológicas del desarrollo de la planta. Entre ellos se define los siguientes:

2.2.1. Defoliación

Es el proceso natural en el cual un árbol queda desprovisto de su follaje, debido a oscilaciones climáticas, cambios atmosféricos o procedimientos artificiales que provoca la caída prematura de éstas Varela (2010).

2.2.2. Floración.

Este periodo corresponde al lapso de tiempo en el cual se desarrollan las flores en las plantas y varía de acuerdo con la especie y a los factores naturales del sitio. Es la primera etapa del proceso reproductivo de las plantas superiores, requisito para la formación de las semillas e indicativo de la madurez de la planta. Las formas de cuantificar la floración es contar el número de flores Bosque (2011).

2.2.3. Fructificación

Comprende la conformación (cuajado) inicial del fruto hasta la madurez. Una planta es productiva cuando los frutos amarran y prosperan hasta la madurez, y es fértil cuando produce semillas viables Varela (2010).

2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO.

2.3.1. *Alnus acuminata* O. Kuntze



Pertenece al orden FAGALES, de la familia BETULACEAE, su nombre común es Aliso, es uno de los árboles nativos del callejón interandino. Se desarrolla desde los 2300 a 3800 ms.n.m, es un árbol de rápido crecimiento, Monoico (flores masculinas y femeninas separadas, presentes en un mismo árbol). Dependiendo del sitio puede alcanzar hasta 10 m de altura en seis años. Una de las características principales es el de poder rebrotar fácilmente. En cuanto a sus características botánicas presenta copa estrecha (angosta) y piramidal (en plantaciones), las hojas tienen la lámina ovada, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez.

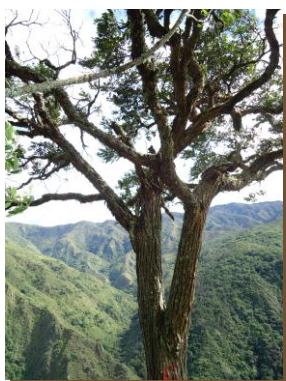
El tronco es cilíndrico a ligeramente ovalado. Generalmente con varios troncos. En campo abierto desarrolla ramas gruesas desde la base mientras que en bosque denso alcanza una mayor proporción de tronco libre de ramas y nudos por una poda natural. La corteza es lisa o ligeramente rugosa, escamosa en

individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes El semillero (2007).

Las inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm de largo, generalmente en agrupaciones de 3; inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm de largo en anthesis; conos de 11 a 28 mm de largo y de 8 a 12 mm de diámetro.

El fruto es dehiscente, elíptico a obovado, coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2,3 mm de largo y 0,2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1,5 a 3 mm de largo y 1,5 a 1,8 mm de ancho. La semilla se produce frecuente y abundantemente y es fácil de recolectar. Los conos deben recolectarse de árboles maduros, cuando aún están cerrados y la punta del fruto cambia de verde a amarillento o marrón El semillero (2007).

2.3.2. ***Cedrela montana* Moritz exTurcz**



Pertenece al Orden Sapindales de la familia MELIACEAE, su nombre común es Cedro; es un árbol caducifolio que alcanza de 20 - 35 m de altura y 80 cm a 1 m de DAP, sus hojas son alternas y compuestas, paripinadas, de 7 a 12 pares de folíolos generalmente opuestos, pubescentes y con borde entero; caducifolias; la inflorescencia que presentan es un racimo compuesto, las flores son bisexuales, de color amarillo pálido, con cáliz y corola presente, con sépalos y pétalos libres; su fruto es una cápsula elíptica leñosa y muy lenticelada de unos 5 cm de largo y 2 cm de diámetro; dehiscente de color café oscuro cuando madura, sus semillas son planas y aladas de 3,5 cm de largo de color café rojizo; además su copa es abierta y globosa, follaje bien oscuro; tronco cilíndrico de base recta, corteza color café oscuro, y fisurado longitudinalmente, la parte interna de color café, sabor amargo, carece de látex Ordoñez y Lalama (2006).

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



Pertenece al orden ERICALES de la familia CLETHRACEAE, su nombre común es Almizcle; se lo encuentra como árbol o arbusto. Sus hojas son alternas o a veces opuestas, simples, coriáceas, dentadas o enteras, nerviación pinnada, envés con pelos simples y/o estrellados. Sus flores son de color blanco amarillentas, el fruto es una cápsula loculicida por tres valvas hendidas; semillas numerosas. Cuando los frutos están maduros se abren y las pequeñas semillas son esparcidas por el viento.

Este árbol nativo se encuentra en las provincias de Azuay, Bolívar, Tungurahua y Loja, y en el oriente en las provincias de Morona Santiago, Napo y Zamora. En el sector Uritusinga ha registrado esta especie en la formación ecológica bosque húmedo montano (bh-M), desde los 2600 hasta los 2900 msnm, encontrándose mayor frecuencia de individuos en bosques menos alterados Ordoñez y Lalama (2006).

2.3.4. *Cinchona officinalis*, (Quinine Bark)

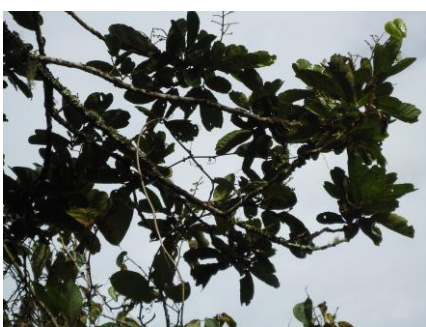


Su nombre común es Cascarilla pertenece al orden RUBIALES de la familia RUBIACEAE, es de origen sudamericano, su hábitat son bosques andinos del Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia y Bolivia, esta especie se encuentra en el sur del Ecuador en los sectores de Cajanuma Lojan (2003) citado por Aponte y Sanmartin (2011).

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. Se propaga

por semillas y las plantas que se obtienen por semilla tienen un desarrollo muy lento. La floración se inicia en febrero y declina en mayo, la fructificación se inicia en abril y declina en junio, la recolección de las semillas en los meses de mayo y junio. El tipo de germinación para esta especie es epigea y el principal agente dispersante es el viento y el agente polinizador son las aves (colibríes) Lojan (2003) citado por Aponte y Sanmartín (2011).

2.3.5. *Cupania americana* L



Pertenece al orden SAPINDALES de la familia SAPINDACEAE, su nombre común es Sachanispero, es un árbol de hasta 20 m, corteza de color rojo-marrón, suave y marrón cuando madura, de tallos surcados, hojas paripinadas o imparipinadas compuestas, sin estipulas, folíolos alternos. Inflorescencias terminales o subterminales en panículas o tirso racimosos, flores pequeñas actinomorfas blancas o verdosas, sépalos de 4 a 5 límbos orbiculares cóncavos. El fruto es una cápsula seca de dos a cuatro lobulada, semillas ariladas Vásquez (1997). El tipo de germinación para esta especie es hipogea, los principales agentes dispersantes son la gravedad y el viento y el agente polinizador es el viento.

2.3.6. *Juglans neotropica* Diels



El nombre común es Nogal pertenece al orden JUGLANDALES de la familia JUGLANDACEAE. Es nativo en Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia en América del Sur. Su distribución altitudinal varía de 1000 a 3000 msnm, con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm y temperaturas de 12 a 18 °C. Especie de bosques deciduos y semideciduos, donde forma parte del dosel superior. Prefiere suelos profundos, de textura franca a

franca arenosa, bien drenados y pH de neutro a ácido; no tolera suelos calcáreos, fríos intensos ni heladas.

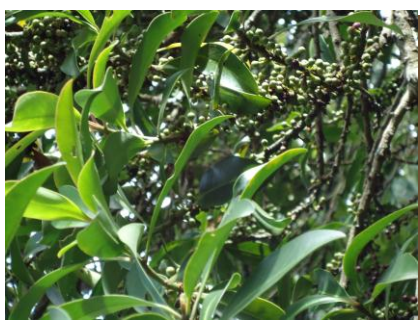
Es un árbol monoico que alcanza alturas de 20 m a 30 m, de copa tipo irregular, amplia o extendida, rala, con ramificación casi horizontal.

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 (2008).

2.3.7. *Myrica pubescens* H &B ex Willdenow



El nombre común es Laurel de Cera pertenece al Orden MYRICALES de la Familia MYRICACEAE; es un arbusto 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. 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. Su rango de adaptación está entre los 1 500 y 4 500 msnm Cabrera y Ordoñez (2004).

2.3.8. *Myrsine sodiroana* (Mez) Pipoly



Pertenece a la familia MYRSINACEAE del Orden Primulales es un árbol pequeño de 7 metros de altura y 16cm de DAP aproximadamente; tronco ramificado, corteza lisa, de color gris, de 0,8 cm de espesor, olor y sabor ausente, sin estipulas, sin exudado, copa irregular.

Hojas persistentes, simples, alternas, coreceas de borde entero penninervias, ápice obtuso, base tenuada, forma elíptica; 9 cm de largo y 3,5 cm de ancho. Haz de color verde oscuro y envés de color verde claro.

Las flores son hermafroditas, de ovario semi-infero, pétalos de color café, axiales miden como término medio 0,4 cm. El fruto es una drupa, de color café cuando tierno se torna café amarillento a la madurez, forma redondeada y tamaño 0,2 cm; olor y sabor ausente. Existe una sola semilla por fruto.

Las semillas son de forma redondeada, color café claro de 0,2 cm de tamaño, olor y sabor ausentes y con promedio aproximado de 780000 semillas por kilogramos Inga y Jaramillo (1992).

2.3.9. *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub



Pertenece al orden de los PINALES de la familia PODOCARPACEAE su nombre común es Romerillo Colorado. Son 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) citado por Aponte y Sanmartin, (2011).

2.3.10. *Weinmannia glabra* L.F



Pertenece a la Familia CUNONIACEAE del Orden Rosales es un árbol de 22 metros de altura y 68 cm de DAP aproximadamente, tronco ramificado, corteza rugosa, color gris de un centímetro de espesor, olor y sabor ausente, sin exudado, con estipulas, copa irregular.

Las hojas son persistentes, compuestas, opuestas bipinadas; las hojuelas de ápice obtuso, base redondeada, borde aserrado, pinnatinervias de forma ovalada; 1,5 cm de largo y 1 cm de ancho. Haz de color verde y envés verde más claro.

Tiene flores, hermafroditas, pétalos de color crema, terminales, miden como término medio 0,2 cm colocados en una inflorescencia racimosa.

El fruto es una capsula de color verde cuando tierno, se torna café a la madurez de forma ovoide y un tamaño de 0,2 cm, olor y sabor ausentes. Existen varias semillas por fruto.

Las semillas son de forma alada, de 0,08 cm de tamaño, color café, olor y sabor ausente, con promedio aproximado de 3800000 semillas por kilogramo Inga y Jaramillo (1992).

2.4. GERMINACIÓN

El conocimiento de la floración permite determinar cuál es el momento y los métodos más adecuados para recolectar la semilla de una determinada especie Ante (2011).

2.4.1. Definición de germinación.

La germinación es un proceso donde la semilla recupera la actividad biológica del crecimiento embrionario, para lo cual se necesitan ciertas condiciones ambientales favorables y adecuadas para los procesos metabólicos y el desarrollo de la nueva planta Ante (2011).

2.4.2. Condiciones ambientales para la Germinación.

2.4.2.1. Agua

Es un elemento esencial, para el proceso de germinación, ya que es constituyente de muchos compuestos, como sustrato de las reacciones químicas y como agente hidratante y de transporte. Se debe evitar el exceso de agua, ya que desplaza al oxígeno y favorece el ataque de enfermedades fungosas FAO (1991).

2.4.2.2. Oxígeno

La semilla necesita de oxígeno para su actividad fisiológica normal, ya que no puede funcionar bajo condiciones anaeróbicas (respiración). Generalmente no existe un problema por falta de oxígeno, pero se puede convertir en un problema en el caso de haber exceso de agua FAO (1991).

2.4.2.3. Temperatura

La temperatura tiene influencia directa sobre las reacciones que ocurren en la germinación. En general a temperaturas más altas hay una mayor velocidad de

germinación pero menor porcentaje, mientras que a temperaturas más bajas la velocidad es menor pero el porcentaje aumenta. Las temperaturas muy bajas impiden que las reacciones de la germinación ocurran, mientras que a temperaturas muy altas pueden traer una dormancia e incluso matar el embrión. En el caso de semillas con poco contenido de humedad, estas pueden soportar temperaturas muy altas sin sufrir mucho FAO (1991).

2.4.2.4. Luz

Solo algunas especies necesitan de luz para germinar, otras son inhibidas por ella y un tercer grupo es indiferente. Las que requieren de luz generalmente son semillas pequeñas Fernández (2011).

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

Las normas ISTA forman parte de la presente investigación por ser una técnica estandarizada. A continuación se muestra los análisis realizados:

2.4.3.1. 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.

2.4.3.2. Pesaje internacional.

Se expresa como el peso de 1000 semillas puras por kg; ISTA (2007), prescribe ocho réplicas 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.

2.4.3.3. 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) citado por Aponte y Sanmartin (2011).

2.4.3.4. 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

2.4.3.5. 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.

2.5. ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

Se puede definir el almacenamiento como la conservación de semillas viables desde el momento de la recolección hasta que se necesitan para la siembra Holmes y Buszewicz (1958) citado por FAO (1991). Los medios que se precisan están relacionados con la cantidad de semilla que se va a almacenar y con la duración del almacenamiento Barner (1975) citado por FAO (1991).

Entre el tipo de semillas para su almacenamiento tenemos:

2.5.1. Semillas Ortodoxas.

Son aquellas que en su maduración tienen un bajo contenido en humedad, entre un 20 % y un 50 %, por lo que admiten para su almacenamiento un secado que mantenga entre 5 % y 8 % de humedad, perdiendo su viabilidad con contenidos en agua inferiores al 5 %. Consecuentemente, resisten bajas temperaturas, hasta $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ Serrada (2000).

2.5.2. Semillas Recalcitrantes

Son aquellas que en su maduración tienen un alto contenido en humedad, entre un 40 % y un 90 %, por lo que admiten para su almacenamiento un secado que mantenga entre 25 % y 80 % de humedad, pudiendo perder su viabilidad con contenidos en agua inferiores al 20 % o 30 %.

Consecuentemente, no resisten bajas temperaturas hasta $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ Serrada (2000).

2.5.3. Factores que influyen en la duración de la vida de las semillas almacenadas.

Aún en las condiciones de almacenamiento ideales, la semilla pierde enseguida su viabilidad si desde el principio no se encuentra en buen estado. Los factores a considerar son los siguientes:

2.5.4. Madurez de la semilla.

Las semillas plenamente maduras conservan su viabilidad durante más tiempo que las semillas que se recolectan inmaduras Stein *et al.* (1974), citado por FAO (1991). Es posible que determinados compuestos bioquímicos que son esenciales para conservar la viabilidad no se formen antes de las fases finales del proceso de maduración de la semilla. Entre ellos figuran en algunas especies unos compuestos que inducen la latencia, y ésta aparece a veces asociada con la longevidad de la semilla FAO (1991).

2.5.5. Las condiciones de almacenamiento y envejecimiento de las semillas.

En las semillas ortodoxas, la pérdida de viabilidad es un fenómeno que está regido en gran parte por la tasa de respiración. Es probable que todas las medidas que reduzcan la tasa de respiración, sin producir por otra parte daños a la semilla, consigan prolongar la vida de la semilla almacenada. Esas medidas son el control de oxígeno, el control del contenido de humedad y el control de la temperatura. En las semillas recalcitrantes, los niveles mínimos seguros de oxígeno, contenido de humedad y temperatura, y por consiguiente de respiración, son todos considerablemente más altos que los aplicables a las semillas ortodoxas, pero siempre que esos niveles se mantengan por encima del mínimo seguro en cada especie, parece que puede prolongarse la

longevidad manteniendo las semillas lo más cerca posible de esos mínimos a fin de evitar una tasa de respiración excesivamente elevada FAO (1991).

2.5.6. Contenido de humedad de las semillas

El contenido de humedad es uno de los factores más importantes que determinan la longevidad de la semilla Holmes y Buszewicz (1958), citado por FAO (1991). Reduciendo el contenido de humedad se reduce la respiración, y con ello se desacelera el envejecimiento de la semilla y se prolonga su viabilidad Harrington (1959) citado por FAO (1991); relacionó el contenido de humedad con varios procesos que tienen lugar dentro de la semilla y en torno a ella:

Contenido de humedad de la semilla: % (Peso en húmedo)

Más de	45 – 60 %	Empieza la germinación
Más de	18 – 20 %	La semilla puede calentarse (debido a una tasa rápida de respiración y liberación de energía)
Más de	12 – 14 %	Posible desarrollo de hongos
Menos de	8 – 9 %	Importante reducción de la actividad de insectos
	4 – 8 %	Almacenamiento sin peligro en condiciones herméticas FAO (1991).

2.5.7. Temperatura de almacenamiento

Cuanto más baja es la temperatura, tanto menor es la tasa de respiración, y por ello tanto más prolongada la vida de la semilla almacenada. La elección de la temperatura de almacenamiento varía considerablemente según la especie y el período de tiempo durante el que se va a almacenar la semilla FAO (1991).

2.6. HOJARASCA

La hojarasca es la acumulación de los residuos vegetales (hojas, tallos, frutos.) sobre la superficie del suelo, que son sometidos a una serie de procesos interrelacionados que implican la ruptura, la transformación química y posterior

liberación de minerales que constituye una importante fuente de nutrimentos para las plantas Crespo y Pérez (1999) citado por Sánchez (2007).

La caída de hojarasca se considera un proceso dinámico de cambio continuo donde las diferencias anuales y estacionales, causadas por fluctuaciones climáticas y cambios en la composición vegetal y fenología, afectan a la descomposición y mineralización de la hojarasca e inmovilización de nutrientes Lousier y Parkinson (1976) citado por Salazar (2008).

2.6.1. Importancia de la producción de hojarasca.

La hojarasca acumulada en el suelo juega un papel muy importante en los ecosistemas terrestres. Además de ser una fuente de nutrientes para las plantas, la hojarasca también modifica el ambiente físico local proporcionando cobertura, cambiando el microclima de la superficie del suelo e incrementando la disponibilidad de otros recursos, especialmente el agua. Así, afecta a la distribución y abundancia de los organismos en el suelo como insectos, plantas y microorganismos (Weltzin *et al.* 2005) citado por Salazar (2008). También protege y aísla al suelo frente a cambios extremos de humedad y temperatura y también frente a la erosión; además, facilita la infiltración de agua Schutz (1990) citado por Salazar (2008).

La hojarasca actúa como un sistema de entrada-salida de nutrientes y la proporción en la que cae la hojarasca y su posterior descomposición es una contribución a la regulación del ciclo de nutrientes, así como a la fertilidad del suelo y la producción primaria en ecosistemas forestales Martín *et al.* (1996) citado por Salazar (2008).

2.6.2. Nutrientes acumulados en la hojarasca.

La cantidad de hojarasca que retorna al suelo y la concentración de nutrientes acumulados en ella van a determinar la cantidad de cada uno de los elementos minerales que retornarán al suelo. Las hojas presentan una alta demanda de nutrientes frente al resto de órganos del árbol, entre el 30 % y el 70 % del total

de los nutrientes almacenados anualmente se encuentran en las hojas Piatek y Allen (2000) citado por Salazar (2008).

2.6.3. Hojarasca del Suelo: Fuente de nutrimentos minerales.

La cantidad de hojarasca producida por una comunidad vegetal es la suma de los componentes vegetales aéreos finos aportados al suelo durante un período de tiempo, expresados en peso seco, es decir cuántos kilogramos se depositan por unidad de área en cierto tiempo (por decir, en un metro cuadrado o una hectárea; en un mes o en un año). Allí se incluyen, por tanto, hojas, flores, frutos, semillas, ramas, entre otros. La calidad de la hojarasca se refiere a la cantidad de nutrimentos contenidos en ella. La cantidad de bioelementos (aquellos proporcionados por los tejidos vegetales; como por ejemplo: calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg), nitrógeno (N), fósforo (P), cobre (Cu), hierro (Fe), contenidos en la hojarasca constituye la principal fuente de nutrimentos (fertilizante) incorporados al suelo en un ecosistema natural, una vez que la hojarasca se descompone.

Por tanto, el ciclo de nutrimentos en ecosistemas forestales se encuentra ligado con el aporte de hojarasca y su posterior descomposición. Esta ruta es la principal fuente de fertilización natural en un bosque o matorral. Adicionalmente, la deposición de hojarasca al suelo es muy importante, puesto que produce un mantillo orgánico sobre la superficie del suelo, el cual, a través de su descomposición por la actividad de microorganismos y variables del ambiente como lo es la temperatura, lluvia y radiación solar tendrá un efecto favorable sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y consecuentemente determinará el potencial de las plantas para mejorar la calidad de la fertilidad del suelo y productividad en un ecosistema González (2012).

2.6.4. Influencia de la disponibilidad de nutrientes del suelo.

La disponibilidad de nutrientes en el suelo puede tener una influencia notable sobre las tasas de descomposición. Para medir este influjo se suelen emplear estudios consistentes en añadir nutrientes a través de fertilización y se han tenido respuestas diversas con algunos estudios, encontrando una estimulación de la descomposición Hobbie (2000) citado por Salazar (2008), mientras que en otros no se observa ningún efecto Hobbie (2005) citado por Salazar (2008); e incluso en algunos pocos se produce una inhibición de la descomposición Prescott (1995) citado por Salazar (2008).

La textura del suelo controla la mineralización por su influencia sobre la disponibilidad de oxígeno y la distribución física de los materiales orgánicos. Así, la descomposición en suelos arenosos es más rápida que en suelos arcillosos Mengel (1996) citado por Salazar (2008).

El control que ejercen los distintos nutrientes va a depender de las características del suelo, así, por ejemplo, la disponibilidad de los mismos que tenga ese suelo hará que unos nutrientes ejerzan mayor control que otros sobre las tasas de descomposición Garrido (2001) citado por Salazar (2008).

2.6.5. Suelos forestales

Es un sistema dinámico que ejerce funciones de soporte biológico en los ecosistemas terrestres; interviene en los ciclos de carbono, azufre, nitrógeno y fósforo como parte fundamental en el equilibrio de los ecosistemas, funciona como filtro y amortiguador que retiene sustancias, protegiendo las aguas subterráneas y superficiales contra la penetración de agentes nocivos, transforma compuestos orgánicos descomponiéndolos o modificando su estructura consiguiendo la mineralización, también proporciona materias primas renovables y no renovables de utilidad para el ser humano CONAFOR (2012).

A pesar de ser un recurso clave en las funciones ecológicas de los ecosistemas, el suelo ha sido subestimado. La intervención humana ha alterado los ciclos bioquímicos con actividades productivas intensas como la ganadería, prácticas agrícolas inadecuadas que provocan la pérdida de productividad del suelo, originando problemas ecológicos que, de continuar, ponen en riesgo la subsistencia humana CONAFOR (2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

La presente investigación se realizó en el Bosque Protector “El Bosque” en la parroquia San Pedro de Vilcabamba, cabe mencionar que se realizó en dos fases: campo y laboratorio.

3.1.1. Ubicación Geográfica-Política y extensión.

El Bosque Protector “El Bosque” tiene un área aproximada de 2 000 ha, y se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas:

04° 15 ' 30" a 04° 10' 00" Latitud Sur.

79° 06 ' 00 " a 79° 10' 15" Longitud Oeste.

Está ubicado en la parte alta de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, perteneciente al cantón y provincia de Loja, situado en la franja occidental del Parque Nacional Podocarpus convirtiéndose en parte de la zona de amortiguamiento del mismo Ríos y Ríos (2000) (ver figura 1). Tiene una altitud de 1800 a 3693 msnm, con una precipitación media anual de 1500 mm y una temperatura promedio de 14 °C a 18 °C.

Los límites son los siguientes:

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.

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

Oeste: Parte baja del Bosque Protector, con cuatro propietarios Aponte y Sanmartin (2011).

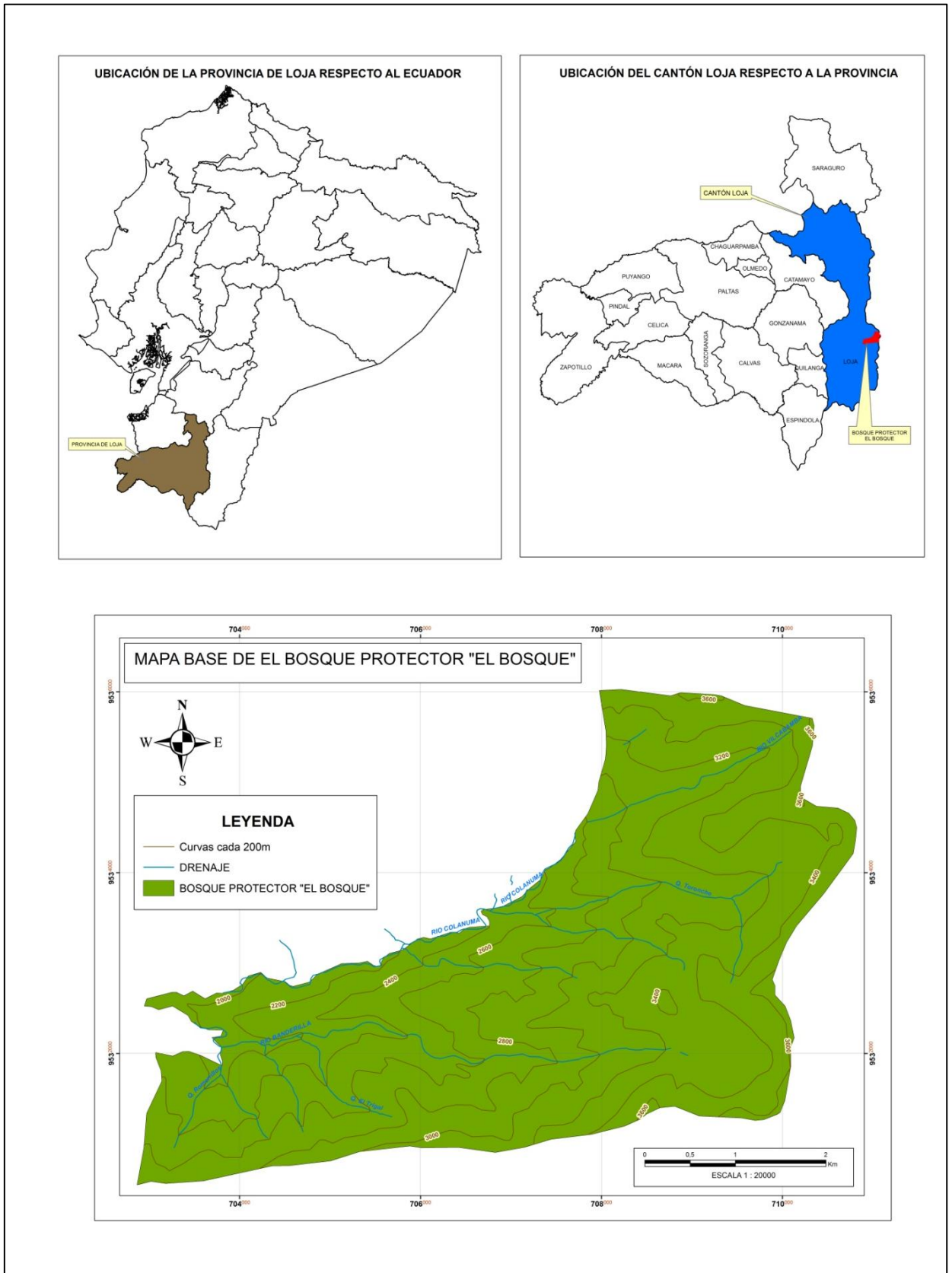


Figura 1. Mapa base del área de investigación en el Bosque Protector “El Bosque”, de la parroquia San Pedro de Vilcabamba.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Evaluación del proceso de floración, fructificación y defoliación de diez especies forestales nativas.

3.2.1.1. Identificación de los árboles a monitorear.

La presente investigación es un seguimiento al trabajo realizado por Aponte y Sanmartín (2011), quienes utilizaron el método sistemático, el cual consistió en evaluar el comportamiento fenológico por individuo de 80 árboles es decir 8 árboles por especie, los mismos que fueron previamente seleccionados por Diaz y Loján (2004) y Aponte y Sanmartín (2011), tomando en cuenta los siguientes criterios: que la ubicación de los árboles semilleros no estuvo limitada únicamente a lugares cercanos, sino que trató de cubrir y encontrar áreas que permitan cumplir las necesidades de semillas, libres de plagas y enfermedades. Las características visibles de alta heredabilidad como son: forma del fuste, hábito de ramificación y hábito de bifurcación, en cada árbol semillero, tuvieron prioridad; además, de evaluar variables cualitativas también se evaluó variables cuantitativas como: DAP, altura total y diámetro de la copa. 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 Aponte y Sanmartín (2011).

3.2.2. Monitoreo fenológico.

Las especies monitoreadas fueron: *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Myrica Pubescens*, *Prumnopitys montana*, *Alnus acumintana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Junglans neotropica*, *Myrsine sodiroana*, *Weinmania glabra*, para ello se necesitó de binoculares lo cual facilitó la observación (ver apéndice 3).

El seguimiento se realizó cada quince días durante un periodo de tiempo de doce meses, a partir del mes de julio del 2011 hasta junio del 2012.

La evaluación del proceso fenológico se realizó de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se dividió la copa del árbol en cuatro cuadrantes: arriba - izquierda (cuadrante 1), arriba - derecha (cuadrante 2), abajo - izquierda (cuadrante 3) y abajo - derecha (cuadrante 4), tomando como base la pendiente Alvarado y Encalada (2010) (ver figura 2):

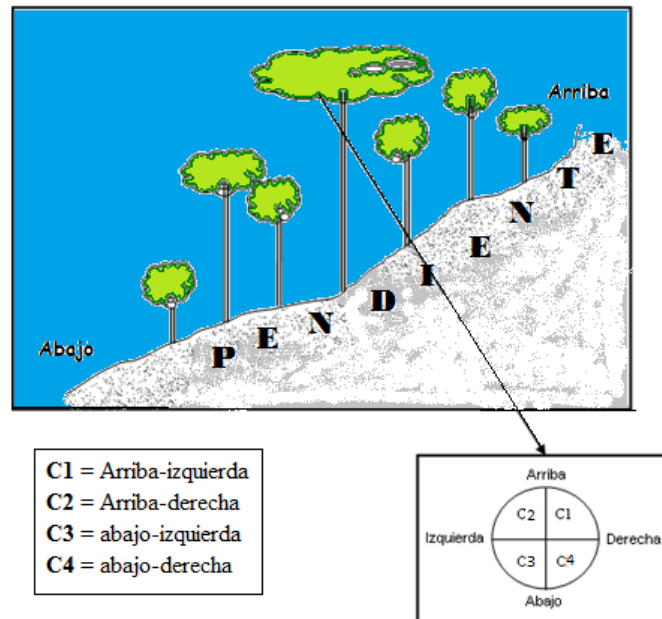


Figura 2. División de la copa del árbol en cuatro cuadrantes, tomando en cuenta la pendiente Alvarado y Encalada (2010).

- Los valores relativos de floración, fructificación y defoliación se observaron de lugares estratégicos con binoculares, cada quince días durante un periodo de tiempo de doce meses.

Las características se evaluaron siguiendo la metodología de Fournier (1976), utilizando una escala de 1 a 5 que indica cuando el valor es uno la ausencia total del fenómeno y cuando el valor es 5 un valor máximo de 76 a 100 % así:

1. Ausencia del fenómeno observado
2. Presencia del fenómeno con una magnitud entre 1 – 25 %

3. Presencia del fenómeno con una magnitud entre 26 – 50 %
4. Presencia del fenómeno con una magnitud entre 51 – 75 %.

La información de campo se ordenó de acuerdo a la hoja de registro, que se indica en el apéndice 12.

➤ El análisis final de los datos se organizó relacionando, el tiempo con el porcentaje promedio de floración, fructificación y defoliación con su respectiva desviación estándar y así se estableció los periodos fenológicos de cada especie.

3.2.3. Aporte de la hojarasca en el mejoramiento de la calidad del suelo.

Para conocer el aporte de hojarasca se seleccionó tres especies forestales: *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Prumnopytis montana* (ver apéndice 4), elegidas por tener el área foliar grande, mediana y pequeña respectivamente, las mismas que fueron tomadas del estudio fenológico a las diez especies forestales.

La hojarasca se recolectó en trampas de malla plástica con medidas de 1m de largo por 1m de diámetro y manguera de ½ pulgada, fueron ubicadas a 0,50 m de la superficie del suelo y una distancia del 0,50 m del árbol (ver apéndice 13). El material vegetal se recolectó (ver apéndice 3) cuando alcanzó 200 gramos de peso seco, cantidad necesaria para el análisis químico de: Nitrogeno (N), Potasio (K), Magnesio (Mg) , Calcio (Ca) y Materia Organica (MO).

Así mismo, para realizar el análisis químico de: N, K, Mg, Ca y Mo del suelo se realizaron calicatas de un metro de ancho, por un metro de largo y un metro de profundidad (ver apéndice 13), las muestras fueron tomadas de cada horizonte mineral, luego se dejó secar al ambiente en el Laboratorio de Fisiología Vegetal (ver apéndice 4) para su posterior análisis.

Todos los análisis químicos de hojarasca y suelo se realizaron en el Laboratorio de Análisis Ambientales de la Universidad del Azuay.

Los resultados sirvieron para relacionar el contenido de: N, K, Mg, Ca y MO de la hojarasca y el suelo del Bosque Protector “El Bosque”, en las tres especies antes mencionadas, con área foliar grande, mediana y pequeña.

3.2.4. Pruebas Internacionales para el Análisis de Semillas en Laboratorio (ISTA).

Las pruebas de calidad de semillas se aplicó a las cuatro especies forestales: *Cinchona officinalis*, *Clethra revoluta*, *Cupania americana* y *Myrica pubescens*, esto se realizó en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, en base a la metodología estandarizada de International Seed Testing Association ISTA (2007).

Los parámetros evaluados fueron:

3.2.4.1. Pureza.

Para determinar el porcentaje de pureza, se dividió el total de semillas recolectadas en dos muestras de pesos similares; luego se procedió a separar las impurezas manualmente, para después pesar cada muestra en la balanza de precisión.

El porcentaje de pureza se calculó con la siguiente fórmula:

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

3.2.4.2. Peso de la semilla

Para determinar el peso de las semillas, se usó una la balanza de precisión, con ocho muestras al azar de 100 semillas cada una, tomadas del ensayo de pureza para luego sacar una media; usando la siguiente formula:

$$\text{Peso de 1000 semillas} = \text{Promedio} \times 10$$

Además, se calculó la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación lo que permite conocer la homogeneidad de las muestras, se consideró si el coeficiente de variación es inferior a cuatro se acepta la media por ser muestras homogéneas, caso contrario se tomó nuevas muestras ISTA (2007).

3.2.4.3. Contenido de Humedad.

Para calcular el contenido de humedad inicial de las semillas, se tomó dos muestras en gramos con pesos similares, tomadas del ensayo de pureza.

Luego se realizó los siguientes pasos:

- Se pesó el recipiente vacío, incluida la tapa (M1)
- Se colocó la muestra de la semilla en el recipiente y se pesó en gramos (M2).
- Para obtener el peso seco se colocó en un recipiente al horno a 103 °C por 17 horas.
- Luego se retiró el recipiente del horno, para nuevamente pesar (M3).

Se calculó mediante la siguiente formula:

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

3.2.4.4. Germinación

Para determinar el porcentaje de germinación, de cada especie se tomó una muestra con tres réplicas de 100 semillas cada una, luego se desinfectó en cloro al 5 % en un lapso aproximado de 2 minutos, esto dependió del tamaño de la semilla y su permeabilidad, en seguida se lavó con agua destilada; posteriormente se realizó diferentes tratamientos pre-germinativo (ver apéndice 6) para cada especie como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. 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 alrededor del embrión, e imbibición en agua destilada por 8 días con renovación periódica	La escarificación debe hacerse con un bisturí mediante un pequeño corte alrededor del embrión ejerciendo una suave presión y tratando de evitar dañar la semilla.
<i>Myrica pubescens</i>	Cloro 5 % 3 min/enjuague agua destilada	Escarificación física e imbibición en agua destilada por 8 días con renovación periódica	La escarificación consistió en remojar la semilla, para luego quitar totalmente la cubierta.
<i>Clethra Revoluta</i>	Cloro 3 % 1 min/enjuague agua destilada	No se realizó ningún tratamiento Pregerminativo.	—
<i>Cinchona officinalis</i>	Cloro 3 % 1 min/enjuague agua destilada	No se realizó ningún tratamiento Pregerminativo.	—

Luego se colocó en cajas Petri previamente esterilizadas e identificadas, preparadas con papel absorbente en agua destilada para las especies: *Cinchona officinalis*, *Clethra revoluta*, *Cupania americana* y en algodón para *Myrica pubescens*; el número de semillas se dividió en 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, se adicionó agua destilada y se cambió periódicamente las cajas Petri, conforme la semilla lo requiera. Para establecer el porcentaje de germinación se efectuó una relación simple, tomando como base el total de semillas del ensayo.

3.2.5. Evaluación de la germinación de cuatro especies potenciales nativas a nivel de laboratorio, usando diferentes técnicas de almacenamiento.

Es importante señalar que para la recolección de semillas, se identificó árboles con una alta productividad de frutos.

3.2.5.1. Recolección de Semillas.

Para cumplir con el presente objetivo se eligieron cuatro especies forestales: *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta*, de las diez especies del monitoreo fenológico, las mismas que fueron escogidas por ser buenos árboles semilleros y por estar libres de plagas y enfermedades.

La recolección de semillas de las especies (ver apéndice 9) se realizó, cuando los frutos alcanzaron su madurez fisiológica, posteriormente fueron guardados y llevados al Laboratorio de Fisiología Vegetal para extraer las semillas, de forma manual, quedando listas para aplicar los diferentes tratamientos.

3.2.5.2. Construcción de la curva de calibración para la reducción del porcentaje de contenido de humedad en el almacenamiento de semillas.

Para reducir el contenido de humedad en las semillas de las cuatro especies forestales, se aplicó la metodología de Alvarado y Encalada (2010), la misma que se menciona a continuación:

- Se utilizó dos muestras de semillas pesadas en verde, considerando que tengan pesos similares, una de ellas se dejó secar en la estufa a 103 °C por 17 horas, para obtener el peso seco y la otra muestra sirvió para el ajuste del contenido de humedad.
- Se desinfectó la semilla en cloro a una concentración del 5 % durante tres minutos, para el caso de *Cupania americana* y *Myrica pubescens*; y a una concentración de cloro al 3 % para *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* durante un minuto, luego se enjuagó con agua destilada y se dejó secar al ambiente por un lapso de 24 horas.
- Se calculó el porcentaje del contenido de humedad que tuvieron las semillas, mediante la fórmula del contenido de humedad.

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

Dónde:

M1: Peso del recipiente (Caja Petri).

M2: Peso verde de la semilla.

M3: Peso seco de la semilla.

% CH: Porcentaje del contenido de humedad.

- Luego se colocó las muestras en la estufa a una temperatura inicial de 30 °C para las cuatro especies por un lapso de tiempo de 10 minutos.
- Cumplidos los 10 minutos se pesaron las muestras para volver a calcular el contenido de humedad, si el peso se estabilizaba, se aumentó el tiempo a 20, 30 y 60 minutos o más de acuerdo al peso que perdían las semillas.

- Cuando la semilla estabilizó su peso se aumentó la temperatura de 30 °C a 40 °C o más y se realizó el pesaje en el mismo intervalo de tiempo de 10 minutos hasta llegar al contenido de humedad deseado.
- Para la construcción de la curva de calibración se realizó entre 10 a 17 mediciones de peso entre el máximo (peso verde) y el mínimo absoluto (peso seco) (ver figura 3).

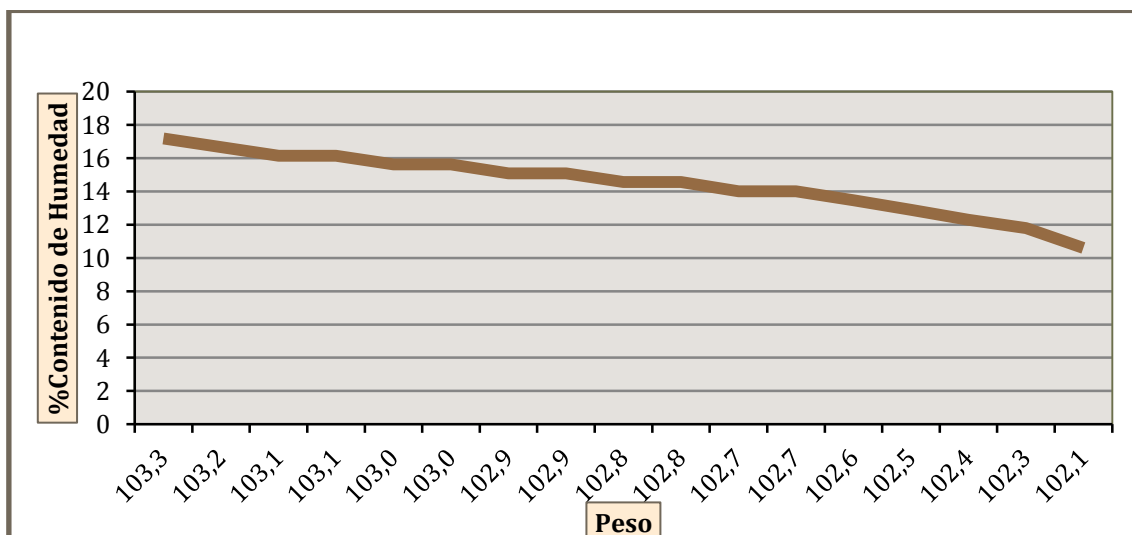


Figura 3. Curva de calibración para reducción de contenido de humedad de *Cupania americana*.

3.2.5.3. Ajuste del porcentaje de contenido de humedad en las semillas para su almacenamiento.

Para ajustar el contenido de humedad de las semillas se utilizó la curva de calibración determinada para cada especie, tomando en cuenta los contenidos de humedad al que se fueron almacenadas (2 %, 5 % y 10 %).

Una vez que se ajustó el contenido de humedad de las semillas de las cuatro especies forestales: *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta*; estas fueron inmediatamente colocadas en fundas herméticas para su almacenamiento en refrigerador a (0 °C) y en congelador a (-20 °C).

3.2.5.4. Almacenamiento de las semillas.

El almacenamiento de las semillas se realizó durante un periodo de tiempo de tres y seis meses utilizando fundas herméticas previamente identificadas con el nombre científico, fecha de almacenamiento, porcentaje de contenido de humedad y temperatura de almacenamiento, al final de este periodo se realizó un monitoreo del porcentaje de germinación (ver apéndice 5).

Todo esto con la finalidad de evaluar el porcentaje de germinación en los quince tratamientos aplicados a las cuatro especies forestales, para ello se realizó un diseño experimental simple al Azar en arreglo factorial 3x4 como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados a nivel de laboratorio para evaluar la germinación usando diferentes técnicas de almacenamiento.

Tratamientos	
Variables	Semillas ortodoxas
Contenido de humedad (% CH)	2 %
	5 %
	10 %
Temperatura (t)	0 °C
	-20 °C
Tiempo (T)	0 meses
	3 meses
	6 meses

Es importante mencionar que se realizó un tratamiento testigo sin almacenamiento (cero meses) para cada especie *Cupania americana*, *Myrica pubescens*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta*, a las cuales se les ajustó el contenido de humedad a (2 %, 5 % y 10 %) y fueron inmediatamente sembradas.

3.2.5.5. Análisis de la información de los resultados de la germinación.

Se empleó la Estadística Descriptiva en la representación de los gráficos lineales, en barras y en cuadros. Se realizó comparaciones de las variables de interés para lo cual se aplicó la Estadística No Paramétrica a través del SOFTWARE MSTAT. El análisis utilizado, fue el procedimiento denominado ANOVA. El objetivo básico de las comparaciones fue establecer si existen diferencias significativas entre tratamientos (temperatura, tiempo de almacenamiento y contenido de humedad en la germinación). La prueba específica que se utilizó fue la prueba de comparaciones múltiples de TUKEY para doce tratamientos con almacenamiento y tres tratamientos sin almacenamiento, analizando al porcentaje de germinación como variable.

3.2.6. Difusión de los resultados.

Para la difusión de los resultados de la investigación se socializó 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. Además, se realizó un artículo científico y un tríptico de la presente investigación.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación se indican para cada objetivo y especie de manera separada.

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

En las siguientes figuras se indica, el porcentaje promedio de las fases fenológicas: floración, fructificación y defoliación de las diez especies en estudio representadas en el tiempo.

4.1.1. Descripción de las respuestas fenológicas de *Alnus acuminata* O. Kuntze

Como se observa en la figura 4, la floración y fructificación se da durante todo el año, estos fenómenos fueron similares, es decir se presentaron al mismo tiempo. Estos resultados se corroboran con la investigación realizada por Aponte y Sanmartin (2011).

La especie *Alnus acuminata*, alcanza su máxima floración en septiembre y fructificación en los meses de noviembre a diciembre; en cuanto a defoliación también se presentó todo el año con diferente intensidad y alcanzó su máxima en los meses de julio, febrero y mayo.

Para la recolección de frutos de esta especie se recoge los conos y luego se deja secar al ambiente, las semillas empiezan a desprenderse luego de tres días de la recolección, pasan de tener un color amarillento a marrón, lo que significa que han obtenido su madurez y están listas para ser sembradas.

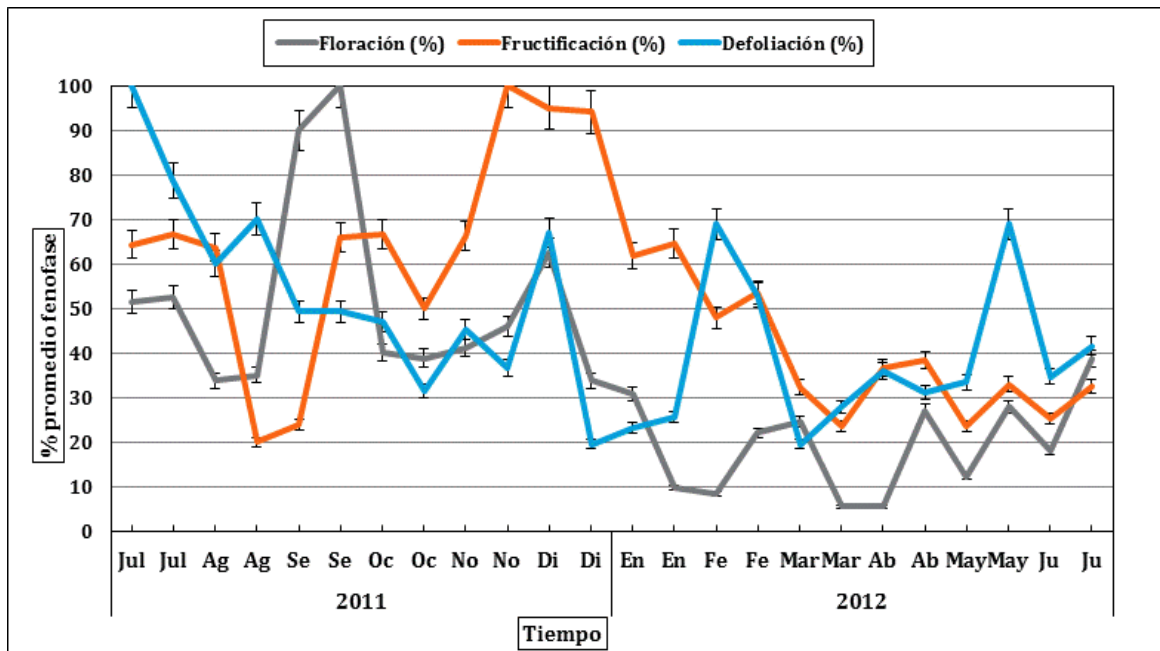


Figura 4. Periodos fenológicos de *Alnus acuminata*.

4.1.2. Descripción de las respuestas fenológicas de *Cedrela montana* Moritz exTurcz.

De acuerdo a la figura 5, la especie *Cedrela montana* inicia la floración en el mes de julio, 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. Las flores al poco tiempo de presentarse se marchitaron y se secaron.

En cuanto a la fructificación esta inicia en el mes de julio y permanece hasta el mes de enero, alcanza su máxima intensidad a mediados del mes de julio hasta los primeros días del mes de septiembre; la defoliación se observó durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto, observando una pequeña disminución del porcentaje en el mes de marzo y en el mes de junio.

Los resultados para esta especie fueron tomados de los individuos 1 y 5 que florecieron y fructificaron, los individuos restantes no presentaron un desarrollo normal de sus flores y frutos, inicialmente las flores se formaron pero no llegaron a su madurez fisiológica.

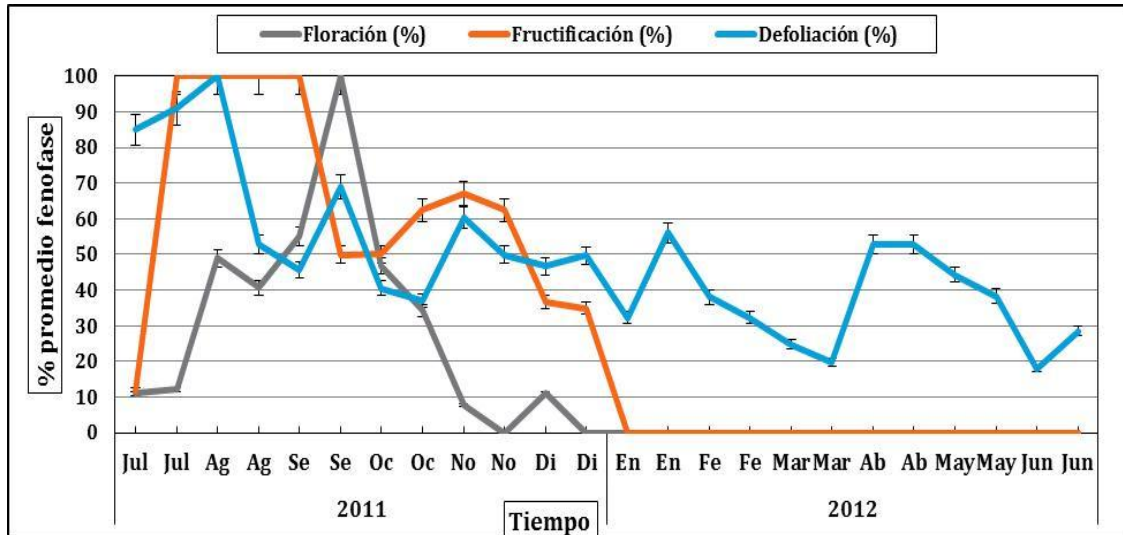


Figura 5. Periodos fenológicos de *Cedrela montana*.

4.1.3. Descripción de las respuestas fenológicas de *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng.

La especie *Clethra revoluta* como se muestra en la figura 6, presenta floración en los meses octubre hasta el mes de marzo, alcanzando su máxima intensidad en el mes de noviembre.

En cuanto a la fructificación esta inicia en el mes de octubre y alcanza su máxima en el mes de noviembre y llega hasta el mes de febrero; la defoliación se observó durante todo el año con diferente intensidad, alcanzando su máxima en el mes de febrero.

Esta especie presenta abundante producción de semillas que va desde los 1000 a los 2000 frutos por árbol, a pesar de ello, su regeneración natural es baja, las plántulas de esta especie son pequeñas, y no llegan a desarrollarse; esto se confirma con el estudio que se realizó en laboratorio (ver apéndice 1).

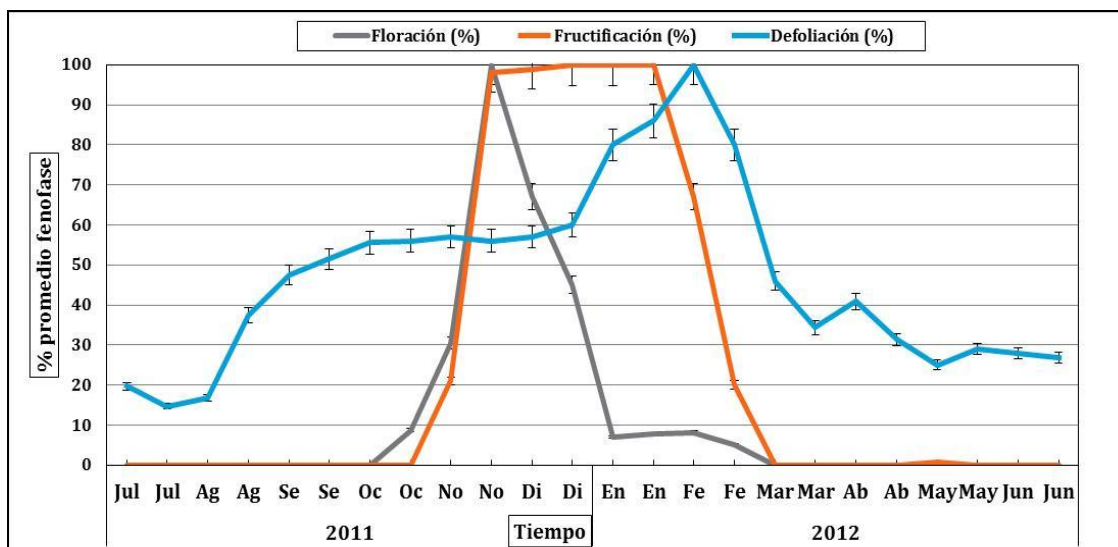


Figura 6. Periodos fenológicos de *Clethra revoluta*.

4.1.4. Descripción de las respuestas fenológicas *Cinchona officinalis*, (Quinine Bark).

La figura 7, demuestra que el fenómeno de floración se produce durante todo el año con periodos variables de intensidad, incrementándose en el mes de septiembre y declinando en el mes de febrero. La fructificación, al igual que la floración se presenta durante todo el año alcanzando su máxima porcentaje en el mes de noviembre y empieza a disminuir desde el mes de diciembre presentando frutos de manera constante; la defoliación de la especie se presentó durante todo el año con una intensidad máxima en el mes de abril y mayo.

Para la cosecha de semillas de esta especie es mejor recolectar cuando las capsulas están cerradas y presentan un color rojo - intenso, porque si se realiza la recolección cuando las capsulas presentan un color verde, significa que las la semillas aún no tienen la madurez fisiológica y por el contrario si se hace la recolección cuando la cápsulas están abiertas, de color café no se encontraran semillas más de 5 a 8 semillas, lo imposibilita cualquier investigación.

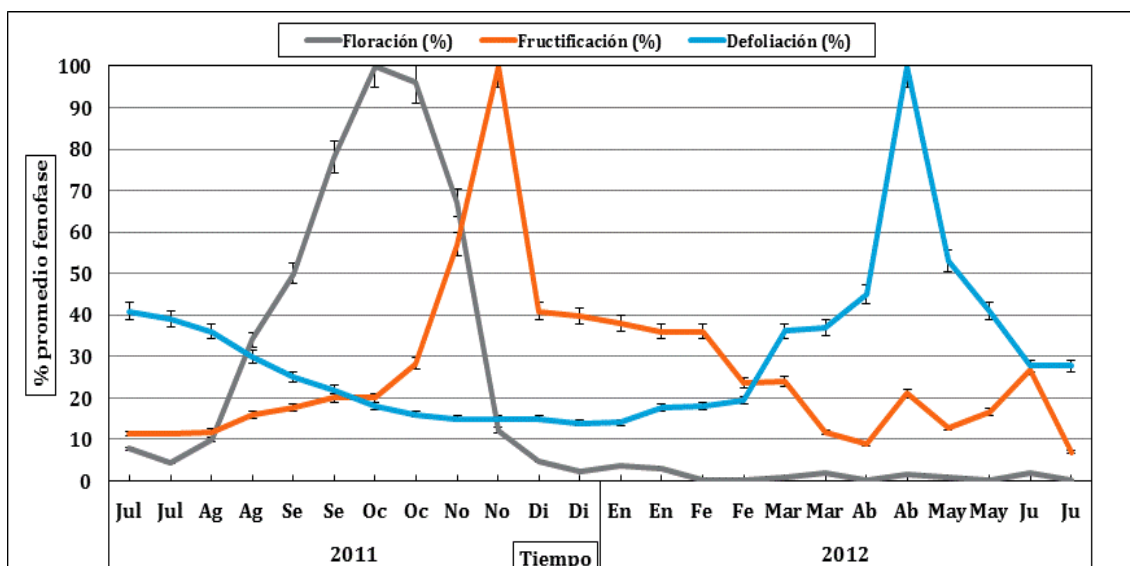


Figura 7. Periodos fenológicos de *Cinchona officinalis*.

4.1.5. Descripción de las respuestas fenológicas *Cupania americana* L.

El mayor porcentaje de floración de *Cupania americana*, se observó en el mes de diciembre, da inicio en el mes de julio y declina en el mes de febrero, esta especie manifiesta un periodo de floración muy amplio, la mayor cantidad de flores se encuentra en la época de lluvia y por el contrario la fructificación se da a inicios de la temporada seca.

La fructificación inicia en el mes de agosto hasta el mes de marzo se observó con mayor intensidad en el mes de diciembre. En cuanto a la defoliación, esta se presentó durante todo el año pero la temporada más marcada fue en el mes de noviembre (ver figura 8).

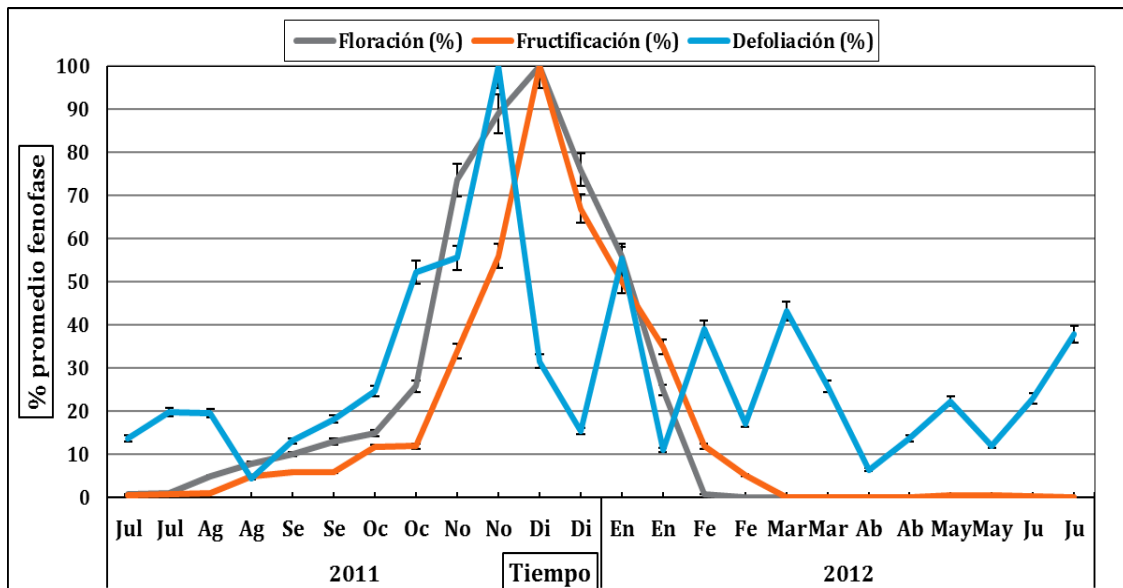


Figura 8. Periodos fenológicos de *Cupania americana*.

4.1.6. Descripción de las respuestas fenológicas *Juglans neotropica* Diels.

Juglans neotropica, presentó un proceso de floración que inició en el mes de julio hasta el mes de octubre, su mayor porcentaje se observó en el mes de agosto.

En cuanto a fructificación inició en el mes de octubre y alcanza su máxima intensidad en el mes de noviembre y termino en el mes de diciembre. *Juglans neotropica* es una especie caducifolia, sin embargo la pérdida de hojas, se observó durante todo el año y con un período marcado en los meses de junio y julio (ver figura 9).

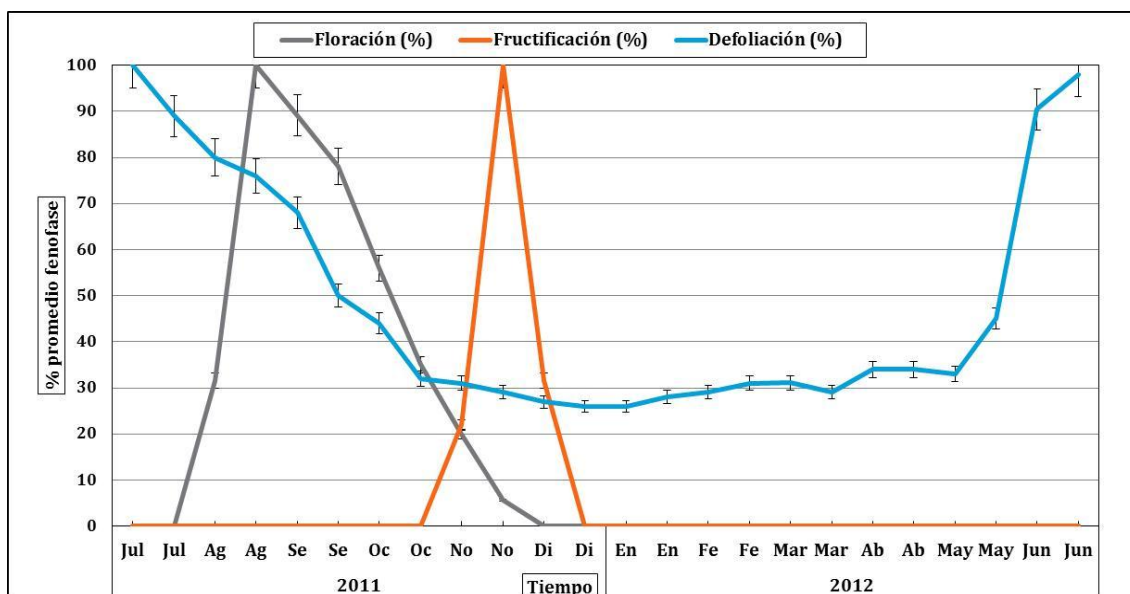


Figura 9. Periodos fenológicos de *Juglans neotropica*.

4.1.7. Descripción de las respuestas fenológicas *Myrica pubescens* H & B ex willdenow.

La especie *Myrica pubescens*, presento un proceso de floración muy amplio manifestándose todos los meses del año, sin embargo la mayor producción de flores se dio en el mes de mayo (ver figura 10).

La fructificación se observó casi todo el año, inicia en el mes de julio y culmina en el mes de enero pero se manifiesta con mayor intensidad en los meses de julio a octubre. La gran mayoría de frutos maduran en el mes de septiembre su color morado-intenso indican que las mismas han alcanzado su madurez y están listas para ser cosechados. De igual manera la defoliación, se presentó durante todo el año en diferentes porcentajes y con mayor intensidad en el mes de septiembre. La especie produce una gran cantidad de frutos, alcanzando promedios de hasta 400 unidades.

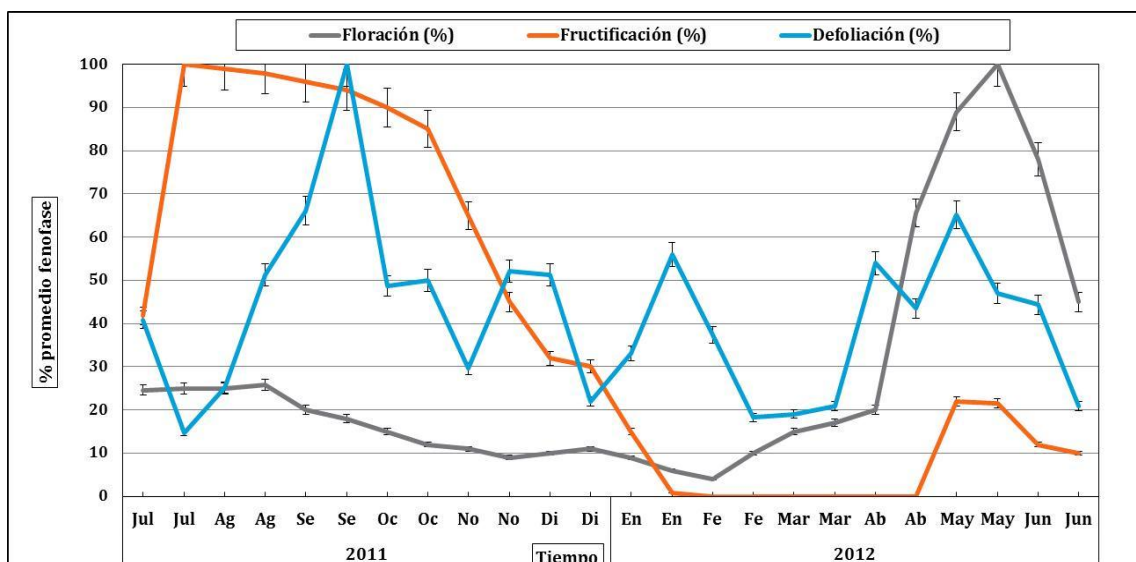


Figura 10. Periodos fenológicos de *Myrica pubescens*.

4.1.8. Descripción de las respuestas fenológicas *Myrsine sodiroana* (Mez) Pipoly.

La especie *Myrsine sodiroana*, presenta una floración que va desde los meses de julio hasta el mes de enero acentuando su mayor producción de flores en el mes de noviembre; la fructificación se despliega desde el mes de agosto hasta el mes de febrero demostrando mayor intensidad en el mes de noviembre, los frutos de esta especie son abundantes pero son atacados por un insecto del orden himenóptera que los perfora, disminuyendo la disponibilidad de semilla (ver apéndice 1).

Por otro lado la figura 11, nos muestra que la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad alcanzando su producción máxima en el mes de julio, las hojas de *Myrsine sodiroana* son atacadas por el mismo insecto el cual torna el haz de las hojas de color negro.

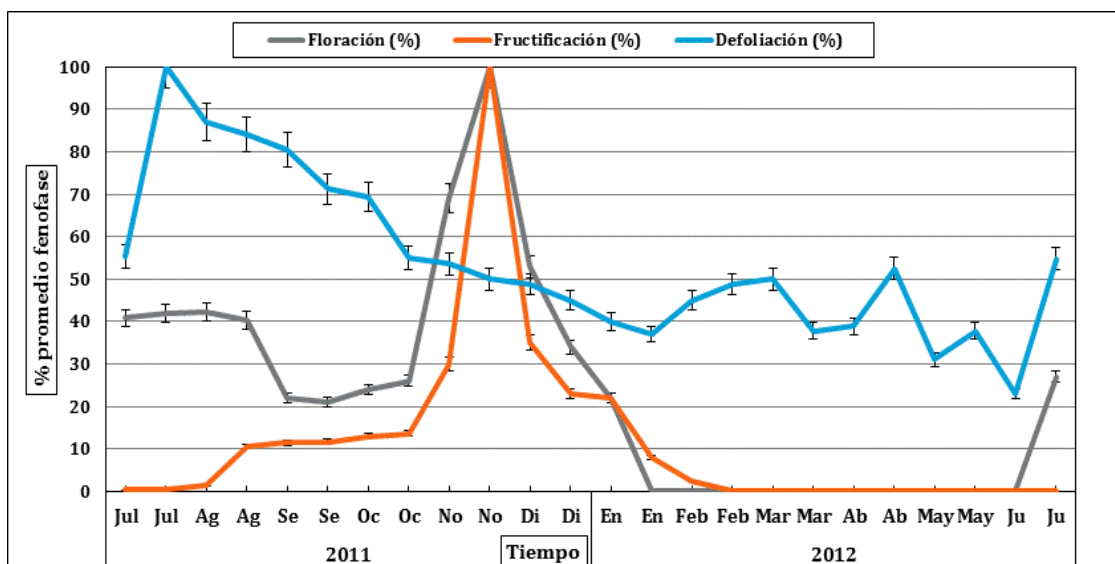


Figura 11. Periodos fenológicos de *Myrsine sodiroana*.

4.1.9. Descripción de las respuestas fenológicas *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) de Laub.

De acuerdo a la figura 12, *Prumnopitys montana* presentó la floración en los meses de octubre a febrero incrementando la presencia de flores en el mes de diciembre.

La fructificación se desarrolló en los meses de diciembre hasta el mes de marzo y alcanzó su máxima intensidad en el mes de enero, los individuos de *Prumnopitys montana*, son árboles de hasta 30 metros de altura y presentan frutos muy pequeños de hasta 0,5 cm de diámetro lo que dificultó la observación directa de los frutos. En cuanto a la defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máximo porcentaje en el mes de noviembre (ver figura 16).

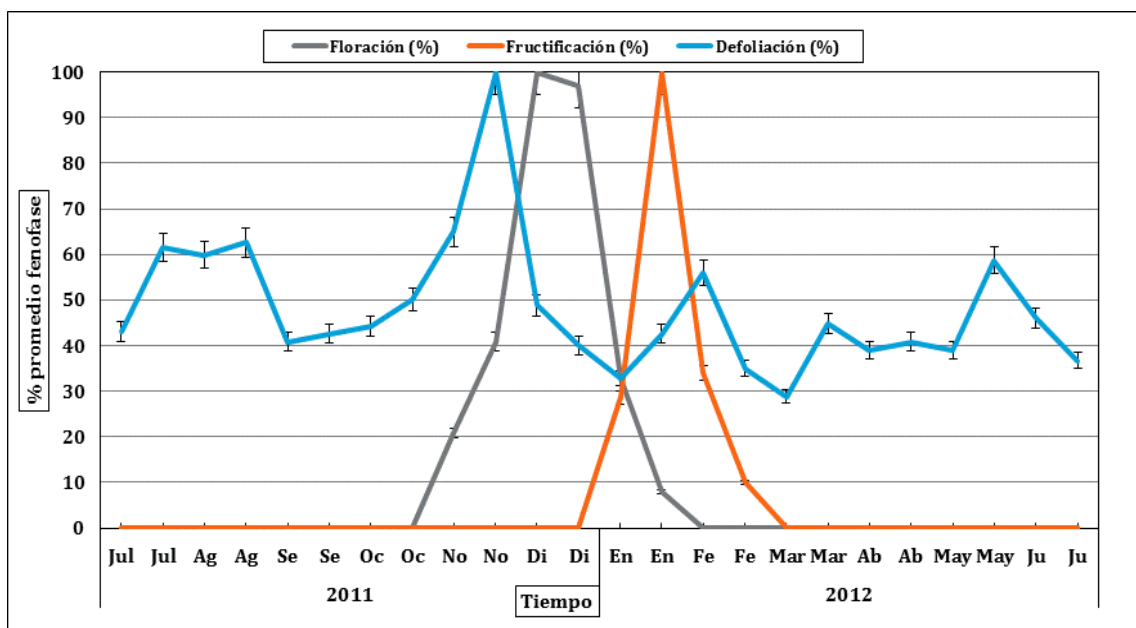


Figura 12. Periodos fenológicos de *Prumnopitys montana*.

4.1.10. Descripción de las respuestas fenológicas *Weinmannia glabra* L.F.

La especie *Weinmannia glabra*, presenta un fenómeno de floración durante los meses de junio y julio, muestra muy poca cantidad de flores llega a tener hasta 27 inflorescencias por árbol y además son muy pequeñas lo que dificulta la contabilización. En cuanto a la fructificación esta al igual que la floración se presenta durante los meses de julio a febrero, la mayor intensidad la presenta en el mes de enero, se produce la mayor parte del año pero en porcentajes muy bajos.

Por otro lado la defoliación es muy marcada se presenta la mayor parte del año sin hojas, pero alcanza su intensidad máxima en los meses de octubre a diciembre. Esta especie posee hojas muy pequeñas es por ello que al momento de la recolección de la hojarasca su peso fue bajo, tuvo hasta 0,47 gramos en seco (ver figura 13).

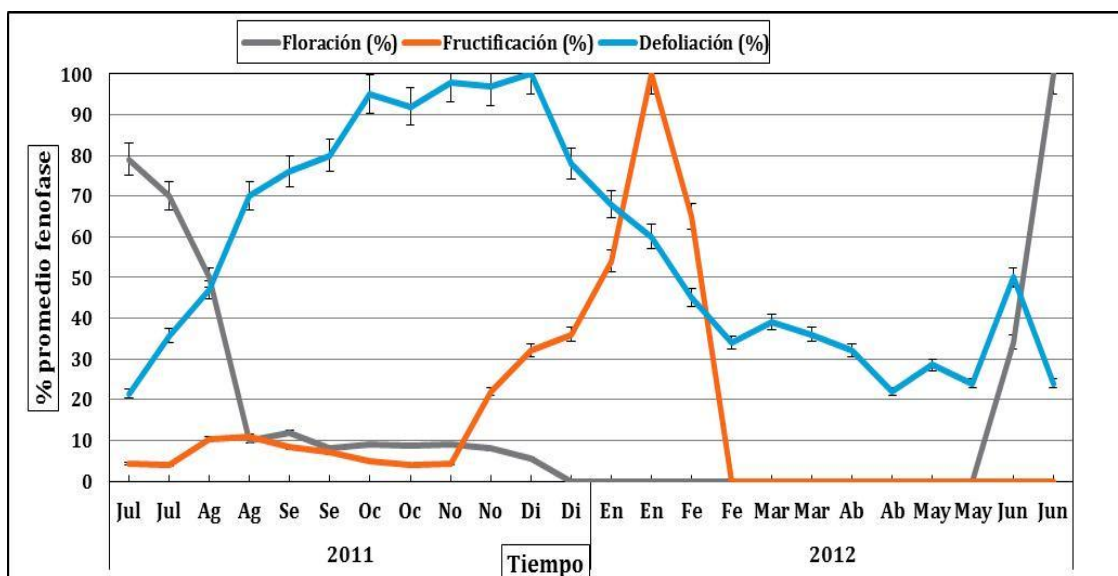


Figura 13. Periodos fenológicos de *Weinmannia glabra*.

4.2. APOORTE DE HOJARASCA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”.

En el apéndice 10, se presenta los resultados de los análisis químicos del suelo y la hojarasca realizados en la Universidad del Azuay. Los elementos analizados fueron: K, Ca, Mg, MO y N.

4.2.1. Cantidad de Hojarasca producida por las especies *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* y *Cupania americana*.

La figura 14, demuestra que la especie con mayor producción de hojarasca es *Prumnopitys montana* con una cantidad de 2,39 kg, seguido de la especie *Cupania americana* con una cantidad de 1,91 kg, y la especie con menor producción de hojarasca es *Cinchona officinalis* con una cantidad de 1,41 kg. Es importante mencionar que la recolección de la hojarasca se la realizó en los meses de enero, febrero y marzo del 2012.

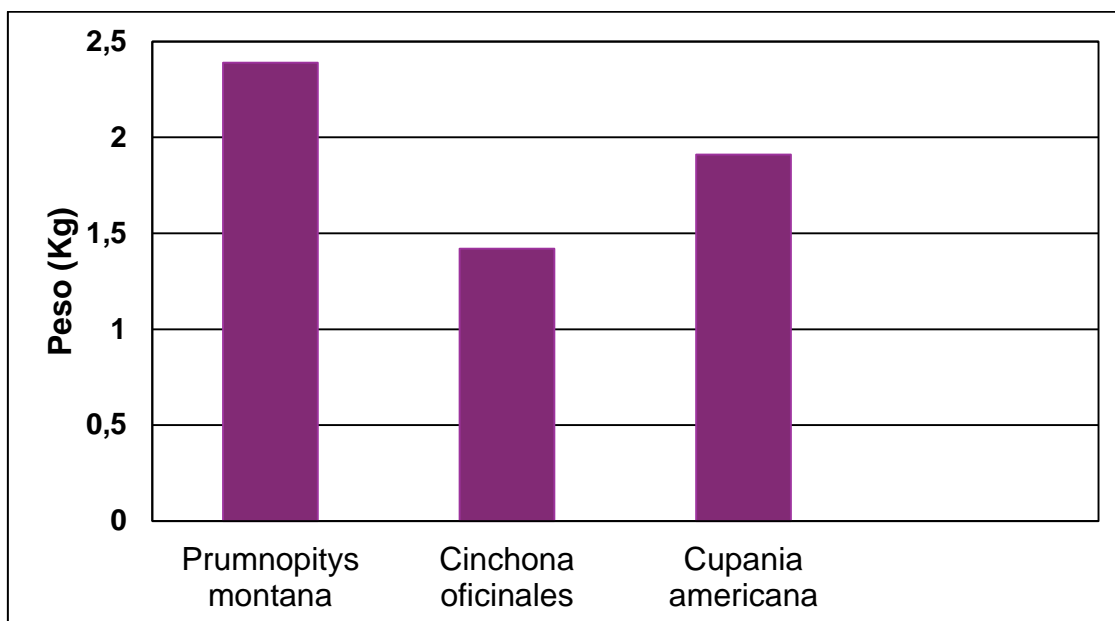


Figura 14. Producción de hojarasca de tres especies forestales en el Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador, durante tres meses.

4.2.2. Aporte de K, Ca, Mg, MO y N en la hojarasca para el mejoramiento de la calidad del Suelo.

A continuación se muestra en gráficos los contenidos de los elementos K, Ca, Mg, MO, N, de las especies: *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* y *Cupania americana*. Se debe indicar que la interpretación de los resultados se realizó en base a la tabla de interpretación de Iñiguez, 2005 para los bosques del Sur del Ecuador (ver apéndice 11).

4.2.2.1. Contenido de K en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.

En la figura 15, se puede notar que la concentración de potasio en la hojarasca de *Cinchona officinalis* tiene una cantidad aproximada de 6400,45 ppm, seguido de *Cupania americana* con 5440,62 ppm y *Prumnopitys montana* que posee la cantidad más baja de este nutriente con 1696,32 ppm.

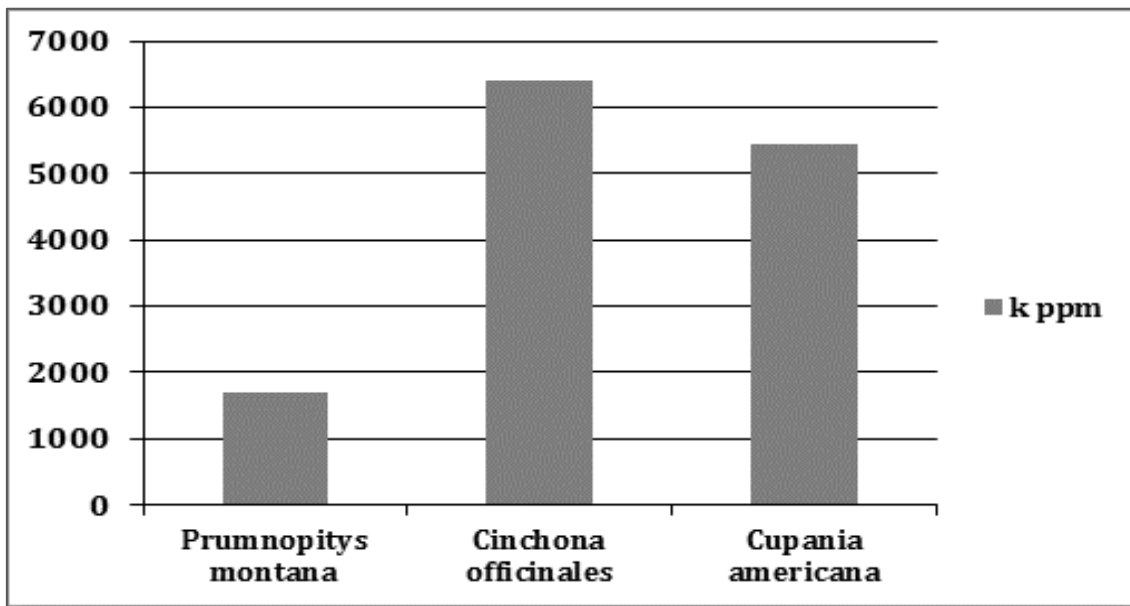


Figura 15. Contenido de potasio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

De acuerdo a la figura 16, la concentración de potasio en el suelo es muy baja y se encuentra en el primer horizonte para todas las especies siendo *Prumnopitys montana* con un valor de 99,51 ppm, la especie que aprovecha la mayor cantidad de este nutriente, seguido de *Cupania americana* con 76,31 ppm y *Cinchona officinalis* con una cantidad de 44,36 ppm.

Para el horizonte 2, *Prumnopitys montana* sigue siendo la especie con mayor aprovechamiento de potasio con una cantidad de 35,27 ppm, seguido de *Cinchona officinalis* con 29,01 ppm y *Cupania americana* con 28,66 ppm.

El horizonte 3, está presente en una sola especie *Prumnopitys montana*, porque no se observó en el suelo de *Cupania americana* y *Cinchona officinalis*. A pesar que la hojarasca de *Prumnopitys montana* tiene el más bajo contenido de potasio, es la especie que más aprovecha este nutriente en el suelo.

Cabe mencionar que a medida que se profundiza el suelo, el potasio va disminuyendo en los tres horizontes, para el caso de *Prumnopitys montana* en el primer horizonte presenta 99,51 ppm, en el segundo horizonte disminuye en 35,27 ppm y en el tercer horizonte se reduce a un valor de 21,17 ppm, situación

similar presentan las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* (ver figura 16).

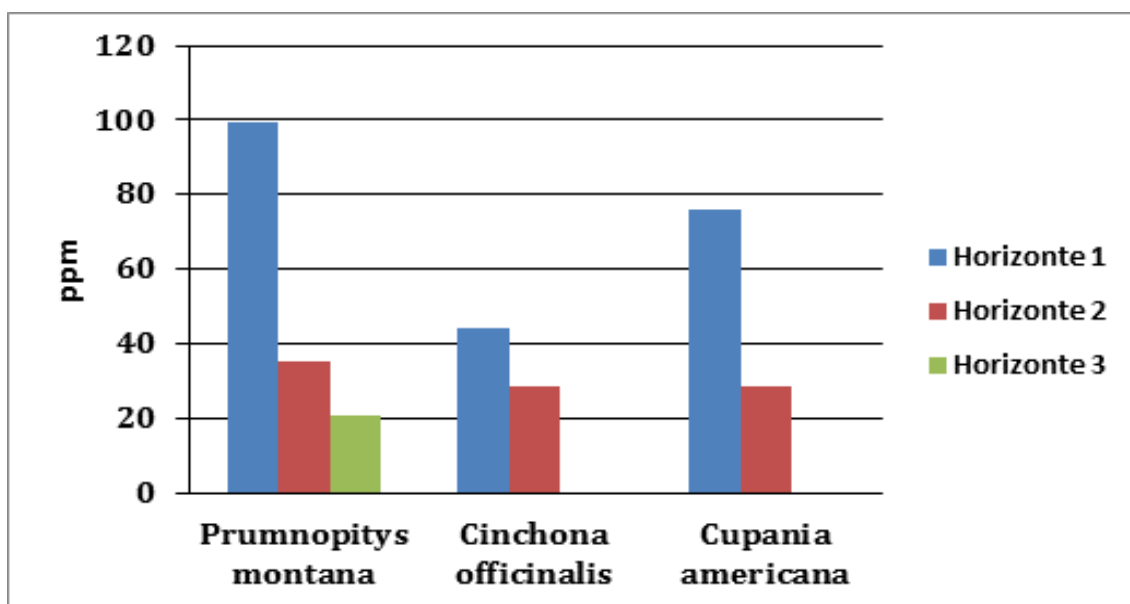


Figura 16. Contenido de potasio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

4.2.2.2. Contenido de Ca en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.

En la figura 17, se observa el contenido de Calcio en la hojarasca donde *Prumnopitys montana* tiene un valor de 3756,96 ppm, seguido de *Cinchona officinalis* con 1108,68 ppm y de *Cupania americana* con 341,18 ppm siendo esta la especie con menor cantidad del nutriente.

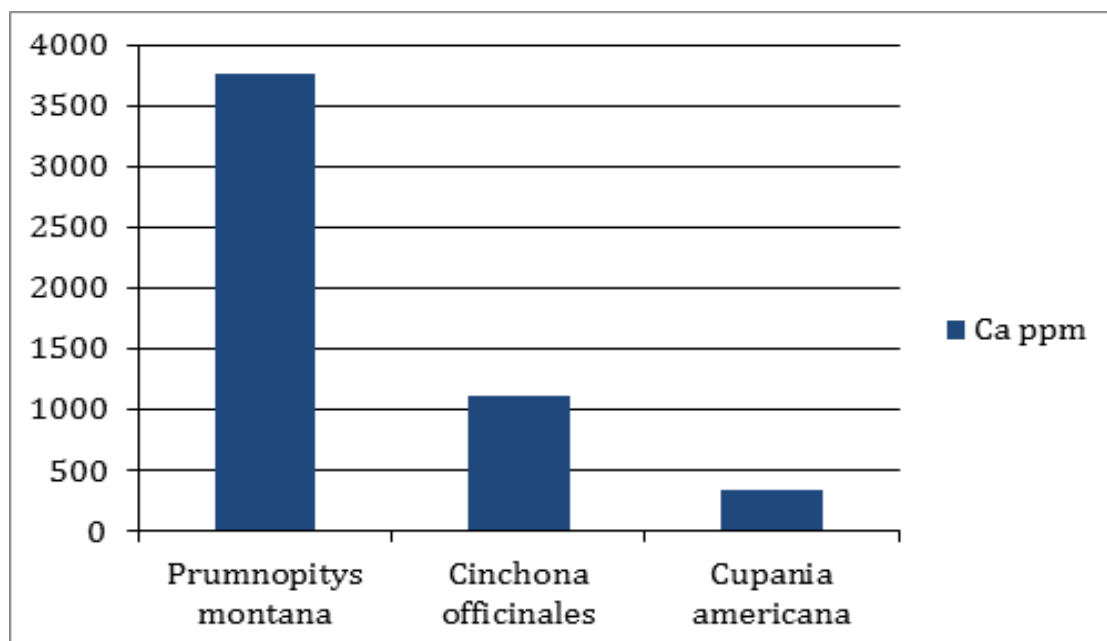


Figura 17. Contenido de calcio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

La figura 18, demuestra las concentraciones de calcio en el suelo, notando que *Prumnopitys montana* es la especie con mayor aprovechamiento de este nutriente en los tres horizontes con valores de 2386,57 ppm lo que significa una cantidad muy alta; 748,92 ppm y 658,75 ppm lo que significa cantidades bajas respectivamente. En las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* los horizontes 1 y 2 tuvieron valores de calcio muy bajos y no se observó el tercer horizonte del suelo.

Además, se presenta una diferencia significativa entre el primero, segundo y tercer horizonte con valores de 2386,57 ppm, 748,92 ppm y 658,75 ppm respectivamente notándose que a medida que se profundiza el suelo el calcio va disminuyendo en los tres horizontes. Las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* no demuestran mayor distinción (ver figura 18).

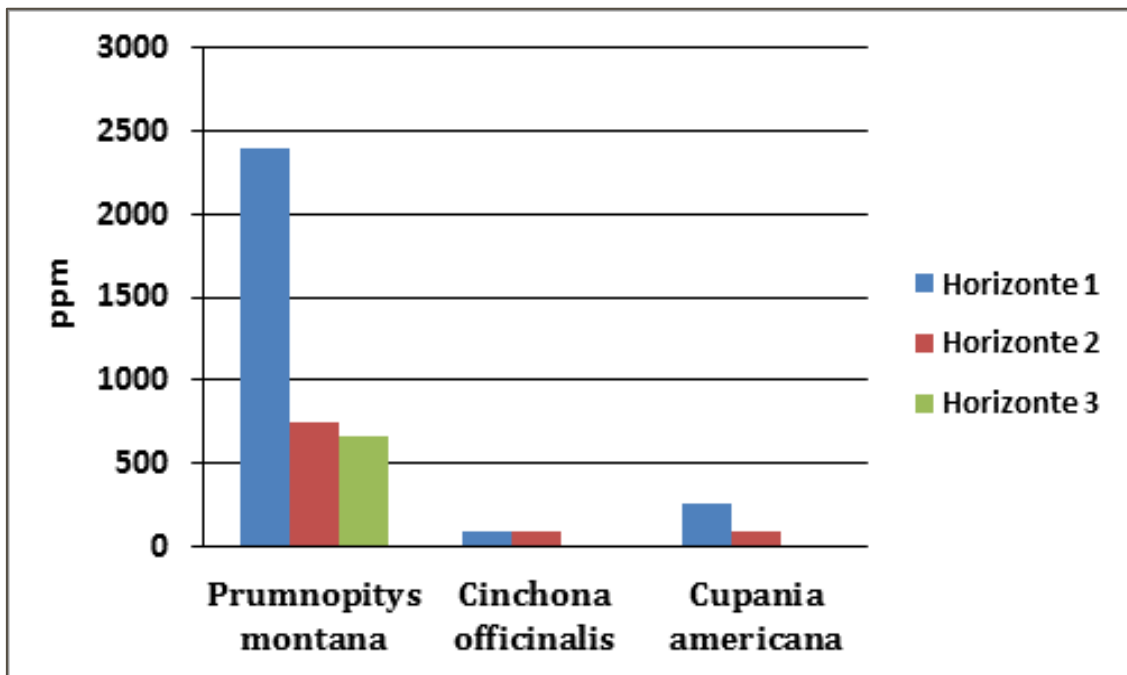


Figura 18. Contenido de Calcio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

4.2.2.3. Contenido de Mg en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.

Como se puede observar en la figura 19, la hojarasca de la especie *Cupania americana* presenta un valor de 1984,61 ppm; seguido de *Prumnopitys montana* con un valor de 1796,67 ppm y finalmente *Cinchona officinalis* con una cantidad de 801,12 ppm. Cabe resaltar que las especies *Prumnopitys montana* y *Cupania americana* tienen la mayor cantidad de Magnesio, con una diferencia de 187,94 ppm.

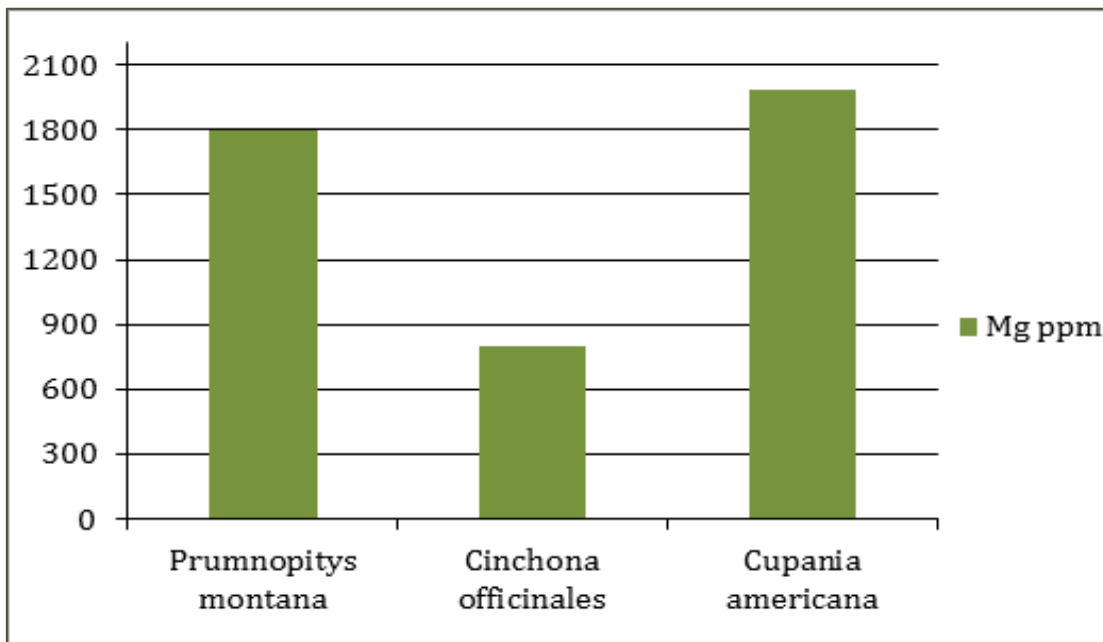


Figura 19. Contenido de Magnesio (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

La figura 20, demuestra las concentraciones de magnesio en el suelo, apreciando que *Prumnopitys montana* es la especie con mayor aprovechamiento de este nutriente en los tres horizontes con valores de 245,70 ppm con un alto contenido de magnesio; seguido del segundo y tercer horizonte con valores de 150,94 ppm y 93,85 ppm con una baja concentración del nutriente respectivamente. Seguido del primer horizonte de *Cupania americana* con un valor bajo de 105,59 ppm; y de *Cinchona officinalis* con una concentración muy baja de magnesio.

Es importante mencionar que a mayor profundidad del suelo existe menor concentración de Magnesio, para el primer horizonte de la especie *Prumnopitys montana* presenta un valor de 245,70 ppm, en el segundo horizonte disminuye a 150,94 ppm y el tercer horizonte se reduce a un valor de 93,85 ppm. Lo mismo ocurre con *Cupania americana*, observándose que en el primer horizonte tiene 105,59 ppm y en el segundo horizonte disminuye a 9,67 ppm; y, *Cinchona officinalis* no demuestra mayor distinción (ver figura 16).

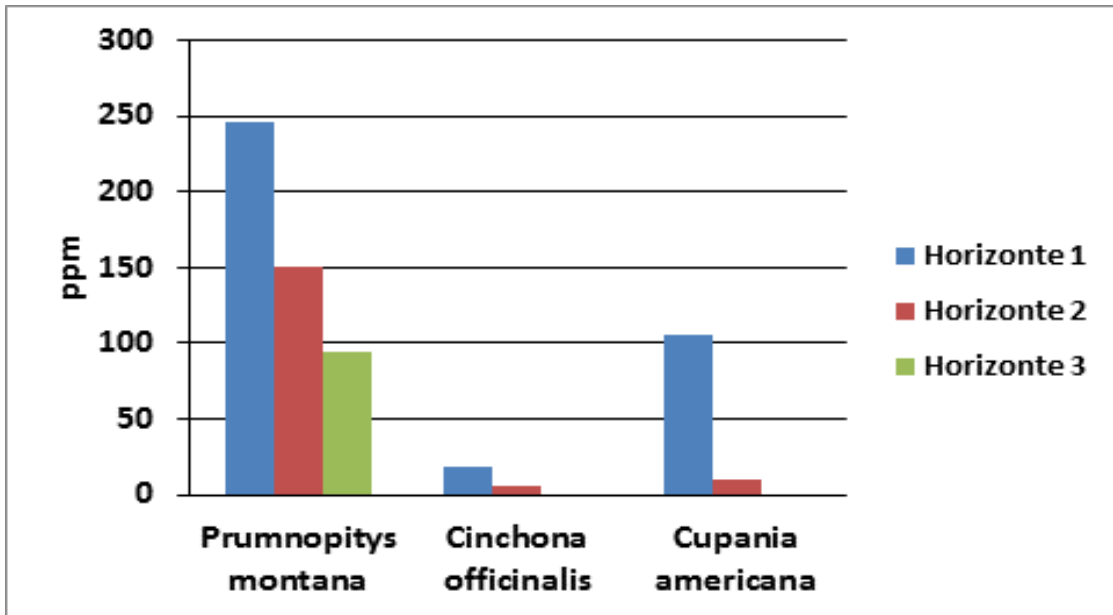


Figura 20. Contenido de Magnesio (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

4.2.2.4. Contenido de MO en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.

Como se aprecia en la figura 21, el contenido de Materia Orgánica para las especies *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* es similar, con valores de 93,54 %; 92,80 %; 84,72 % respectivamente.

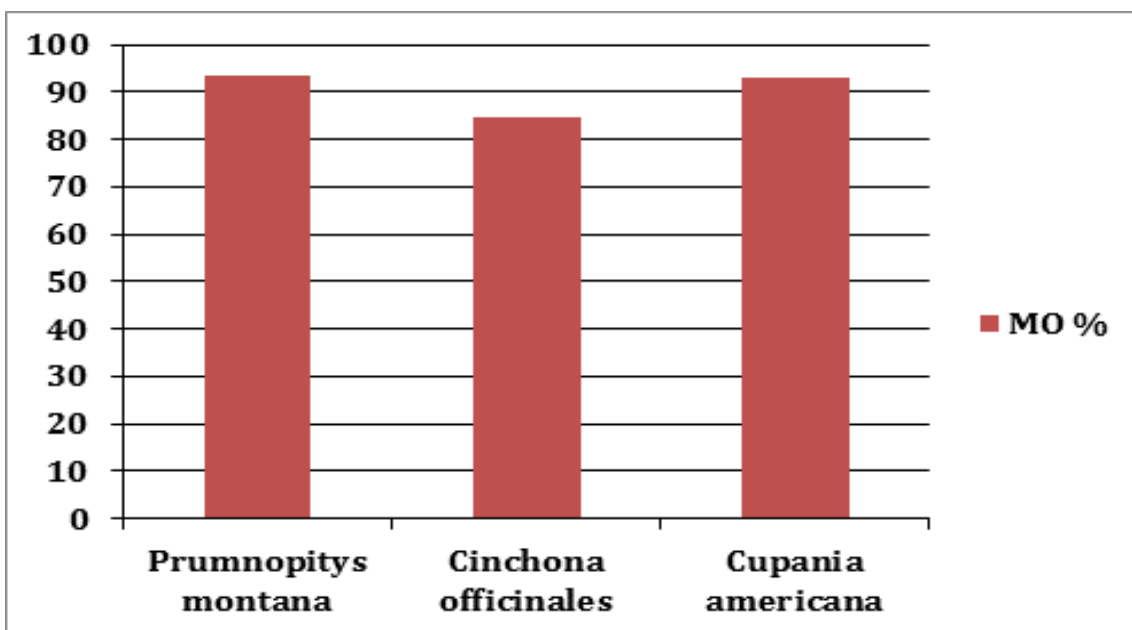


Figura 21. Contenido de Materia orgánica (%), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja- Ecuador.

En la figura 22 se distingue que el aprovechamiento de la Materia orgánica al suelo en las tres especies es muy alto; *Prumnopitys montana* en el primer horizonte, tiene un porcentaje de 26,60 %, seguido de las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* con porcentajes de 14,26 % y 14,99 % respectivamente. Los horizontes 2 y 3 de las especies *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* tienen una concentración muy baja y *Prumnopitys montana* posee una concentración baja.

Por otro lado, se nota que en la especie *Prumnopitys montana* existe una diferencia significativa entre el primero, segundo y tercer horizonte con valores de 26,60 %, 3,02 % y 2,98 % respectivamente, apreciándose que a medida que se profundiza el suelo la Materia orgánica disminuye en los tres horizontes. Caso similar sucede con *Cinchona officinalis* que en el primer horizonte presenta 14,26 % y en el segundo horizonte disminuye a 1,54 % y *Cupania americana* en el primer horizonte presenta 14,99 % y en el segundo horizonte desciende a 1,68 % (ver figura 22).

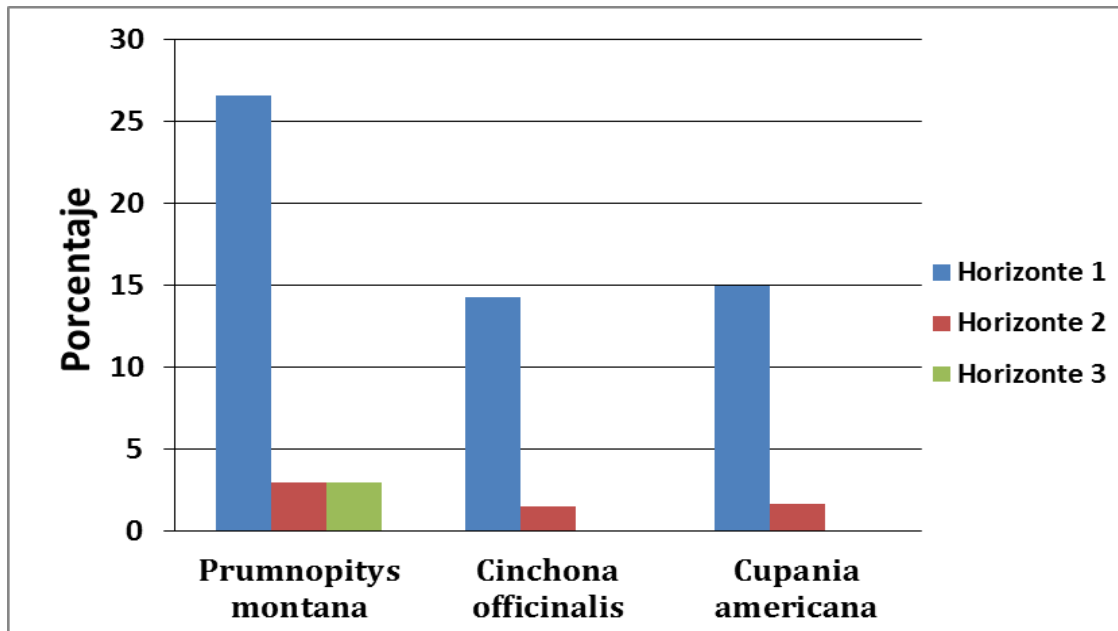


Figura 22. Contenido de Materia orgánica (%), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

4.2.2.5. Contenido de N en la hojarasca y suelo según el tipo de especie forestal.

La mayor cantidad de nitrógeno se observa en la hojarasca de *Prumnopitys montana* con un valor de 11146,95 ppm, seguido de *Cinchona officinalis* con un valor de 7250,31 ppm y de *Cupania americana* con 4032,39 ppm (ver figura 23).

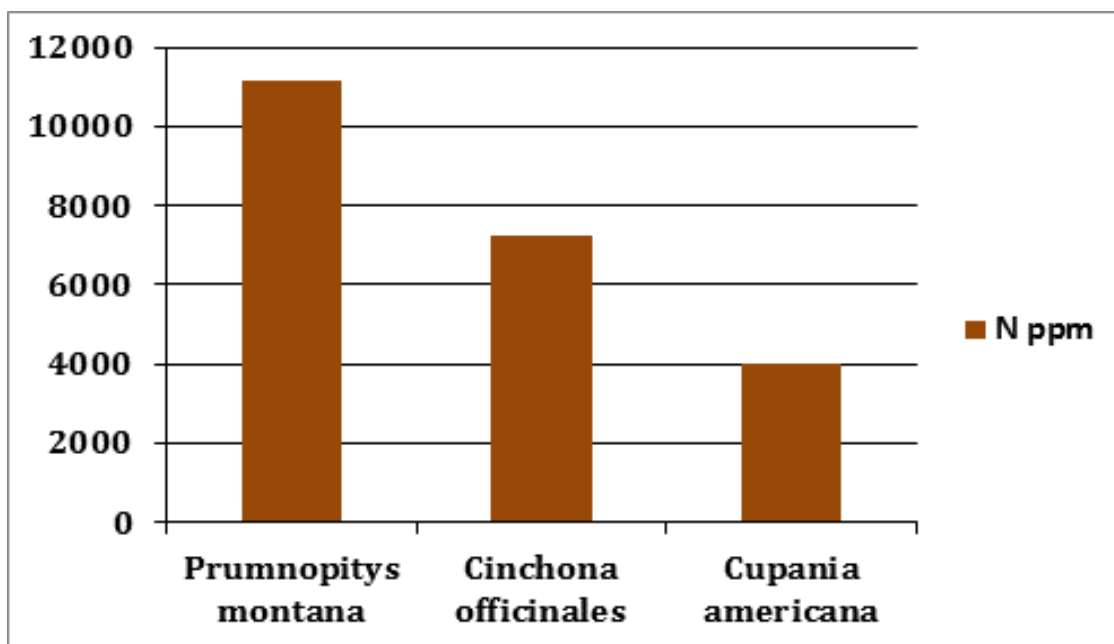


Figura 23. Contenido de Nitrógeno (ppm), en la hojarasca, en tres especies forestales, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

Como se observa en la figura 24, la mayor cantidad de nitrógeno en el suelo presenta la especie *Prumnopitys montana*, en el primer horizonte con un valor de 4756,23 ppm lo que significa una cantidad muy alta, en el segundo horizonte reduce su valor a 148,71 ppm con una concentración muy baja, y en el tercer horizonte presenta un valor de 362,66 ppm de igual manera con una concentración muy baja. Caso contrario ocurre con *Cinchona officinalis* que en el primer horizonte presenta una cantidad baja del nutriente con un valor de 1701,65 ppm, en el segundo horizonte tiene un valor de 279,00 ppm con una concentración muy baja; por otro lado la especie *Cupania americana* presenta una concentración alta en el primer horizonte con un valor de 3134,17 ppm y el segundo horizonte con un valor de 20,40 ppm lo que significa una concentración muy bajo del nutriente.

Cabe resaltar que en los horizontes de las tres especies existen diferencias significativas en la concentración del nitrógeno, en el caso de la especie *Prumnopitys montana*, va de una concentración muy alta a muy baja, apreciándose que a medida que se profundiza el suelo el nutriente se disminuye. Caso similar sucede con *Cinchona officinalis*, que en el primer horizonte presenta una concentración baja y en el segundo horizonte disminuye a una concentración muy baja y *Cupania americana* en el primer horizonte tiene una concentración alta y en el segundo horizonte desciende a una concentración muy baja (ver figura 24).

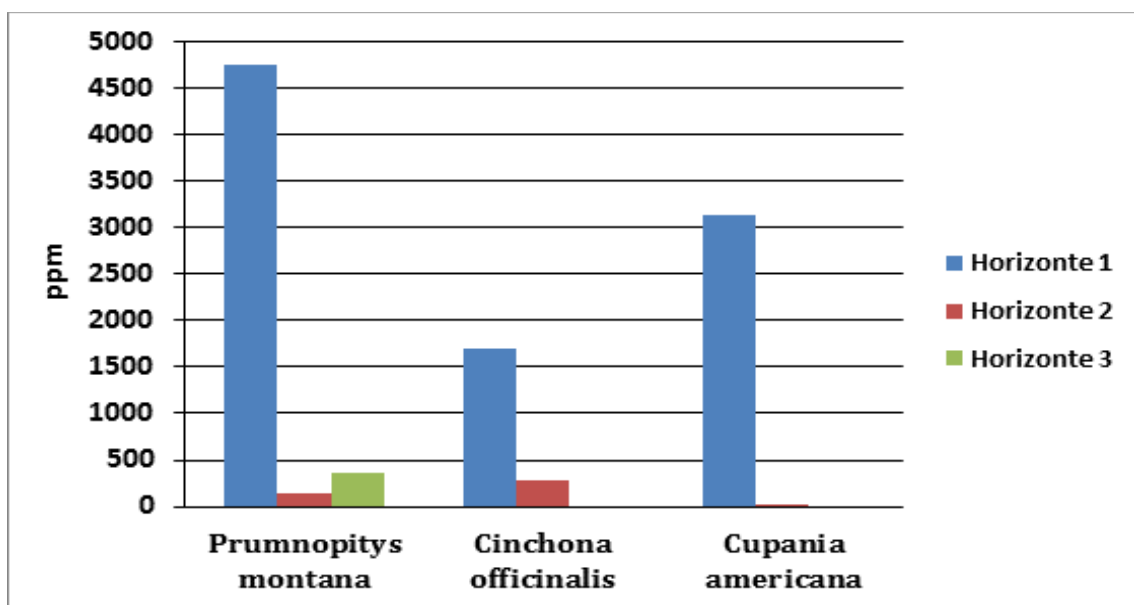


Figura 24. Contenido de Nitrógeno (ppm), en el suelo, en tres horizontes, del Bosque Protector “El Bosque”, Loja, Ecuador.

4.3. GERMINACIÓN DE *Myrica pubescens*, *Cupania americana*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* A NIVEL DE LABORATORIO, USANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS.

A continuación se presenta los resultados de germinación de las cuatro especies forestales, aplicando diferentes tratamientos a nivel de laboratorio.

4.3.1. Germinación

Para evaluar los porcentajes de germinación a nivel de laboratorio se controlaron temperatura, humedad, horas luz, y contenido de humedad dependiendo del tratamiento aplicado a cada especie. Los resultados de los análisis estadísticos ANOVA y comparaciones múltiples de TUKEY, se presentan en los apéndices 14 y 15.

4.3.1.1. Germinación de la especie *Myrica pubescens*

El cuadro 3, indica que la especie *Myrica pubescens* no respondió a ninguno de los métodos de almacenamiento al cual fue sometida (ver apéndice 5), obteniendo como resultado germinación nula, es decir cero semillas germinadas; debido a que esta especie no soportó la disminución del contenido de humedad, razón por la cual al momento de la siembra en los primeros 20 días se observó muestras de contaminación y al abrirlas el embrión se presentaba podrido.

Cuadro 3. Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie *Myrica pubescens*.

Especie	Tiempo de almacenamiento	Temperatura de almacenamiento	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Myrica pubescens</i>	3 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
	6 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0

De la misma manera la especie no respondió al tratamiento sin almacenamiento (ver cuadro 4), las semillas no soportan la reducción del contenido de humedad debido al estresamiento, por las variaciones de temperatura, que se realiza durante la disminución de la humedad.

Cuadro 4. Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie *Myrica pubescens*.

Especie	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Myrica pubescens</i>	2 %	0
	5 %	0
	10 %	0

4.3.1.2. Germinación de la especie *Cupania americana*.

Cupania americana no presentó germinación en ninguno de los tratamientos (ver cuadro 5), esta especie tuvo un contenido de humedad inicial alto 44,45 %, lo que la identifica como una especie recalcitrante, demostrando así intolerancia a la reducción del contenido de humedad; es decir cuando se disminuye la humedad también disminuye la viabilidad de su embrión. Además, tampoco soporta ser almacenada por periodos largos de tiempo (ver apéndice 5), presentando así alta contaminación (ver apéndice 7).

Cuadro 5. Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie *Cupania americana*.

Especie	Tiempo de almacenamiento	Temperatura de almacenamiento	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Cupania americana</i>	3 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
	6 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0

Caso similar ocurrió con el tratamiento que no se realizó almacenamiento, la especie como se señaló anteriormente no soporta la reducción del contenido de humedad (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie *Cupania americana*.

Especie	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Cupania americana</i>	2 %	0
	5 %	0
	10 %	0

4.3.1.3. Germinación de la especie *Cinchona officinalis*.

El cuadro 7, demuestra que *Cinchona officinalis* no presento germinación en ninguno de los tratamientos aplicados para su almacenamiento (ver apéndice 5) y presento alta contaminación (ver apéndice 7).

Cuadro 7. Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie *Cinchona officinalis*.

Especie	Tiempo de almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Cinchona officinalis</i>	3 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
	6 meses	0 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	0

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de germinación fue el método sin almacenamiento con un contenido de humedad del 2 %, presentando una germinación de 0,5 % al parecer cuanto más baja es la temperatura, menor es la tasa de respiración, y por ello más prolongada la vida de la semilla almacenada, sin embargo esta especie presenta germinación baja, al igual que *Myrica pubescens* se estresa por las variaciones de temperatura que soporta hasta obtener el contenido de humedad deseado (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie *Cinchona officinalis*.

Especie	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Cinchona officinalis</i>	2 %	0,5
	5 %	0
	10 %	0

4.3.1.4. Germinación de la especie *Clethra revoluta*.

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de germinación en la relación temperatura-tiempo de almacenamiento - contenido de humedad, fue a -20°C de temperatura y 5 % de contenido de humedad con un tiempo de almacenamiento de 3 meses obtuvo una germinación del 6,3 % (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentajes promedios de germinación en semillas almacenadas de la especie *Clethra revoluta*.

Especie	Tiempo de almacenamiento	Temperatura de Almacenamiento	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Clethra revoluta</i>	3 meses	0 °C	2 %	0,5
			5 %	2
			10 %	2
		-20 °C	2 %	4
			5 %	6,3*
			10 %	0,3
	6 meses	0 °C	2 %	2,3
			5 %	6
			10 %	4,8
		-20 °C	2 %	0
			5 %	0
			10 %	2

Diferencia estadística a un nivel de significancia del 95 %

De acuerdo al cuadro 10, para *Clethra revoluta* en el tratamiento sin almacenamiento se evidenció que la mayor germinación se produjo a un contenido de humedad del 2 %. Sin embargo, realizando el análisis estadístico ANOVA se determinó que no hay significancia en ninguno de los tratamientos a un nivel del 95 %.

Cuadro 10. Porcentajes promedios de germinación en semillas sin almacenamiento de la especie *Clethra revoluta*.

Especie	% Contenido de humedad	% Germinación
<i>Clethra revoluta</i>	2 %	4,3
	5 %	1
	10 %	2

4.4. PRUEBAS INTERNACIONALES PARA EL ANALISIS DE SEMILLAS (ISTA), EN CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS.

La determinación de las pruebas de calidad se realizó exclusivamente para cuatro especies: *Cupania americana*, *Myrica pubescens*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta*. El lugar donde se aplicó las pruebas, fue en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, en base a la metodología estandarizada del Internacional Seed Testing Association (ISTA, 2007), donde se determinó los siguientes parámetros:

4.4.1. Pruebas estándar de calidad de semillas

El propósito principal del análisis de semillas es brindar información sobre los indicadores: pureza, peso, contenido de humedad, germinación y viabilidad para estandarizar las investigaciones a las semillas.

4.4.1.1. Pureza

El porcentaje de pureza de las especies examinadas está estrechamente ligada con el estado fitosanitario de los individuos. Los valores obtenidos en este ensayo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Porcentaje de pureza de semillas de cuatro especies forestales nativas:

Especie	PORCENTAJE DE PUREZA								
	Peso de semillas con impureza (gr)		Peso semillas puras (gr)		% P1	% P2	Promedio	±S	CV %
	M 1	M 2	M 1	M 2					
<i>Cupania americana</i>	40,8	40,7	35,7	39,8	87,5	97,8	92,6	7,3	7,9
<i>Myrica pubescens</i>	82,7	82,8	68,2	69,6	82,5	84,1	83,3	1,1	1,4
<i>Clethra revoluta</i>	45	45,3	8,1	9	18	19,9	18,9	1,3	7
<i>Cinchona officinalis</i>	77,1	79,2	60,5	68,7	78,5	86,7	82,6	5,8	7,1

±S: desviación estándar; CV: coeficiente de variación, P: peso; M: muestra.

De acuerdo al cuadro 11, la especie *Cupania americana* presenta en promedio, el porcentaje más alto de pureza con 92,6 %; mientras que *Clethra revoluta* promedia el porcentaje más bajo con 18,9 % (ver apéndice 9). Las especies restantes se encuentran entre el 82 - 83 % de pureza. Esta diferencia entre especies, probablemente se debe a la cantidad de semillas que presentan características desfavorables como por ejemplo ataque de plagas y enfermedades o semillas fisiológicamente verdes.

4.4.1.2. Peso

El peso de las 1000 semillas es variado, está relacionado con el tamaño del fruto y el número de semillas. Los valores obtenidos en este ensayo se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 12. Peso de 1000 Semillas puras en cuatro especies forestales Nativas.

Especie	N° Árbol/% Peso 1000 semillas (gr)		Promedio	±S	CV %
	Muestra 1	Muestra 2			
<i>Cupania americana</i>	1002,5	991,13	996,81	8,04	0,81
<i>Myrica pubescens</i>	69,25	69,375	69,31	0,09	0,13
<i>Clethra revoluta</i>	0,048	0,043	0,05	0,003	6,83
<i>Cinchona officinalis</i>	0,5946	0,5723	0,58	0,02	2,71

±S: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación.

Las semillas con mayor peso (ver cuadro 12), son *Cupania americana* con un valor de 996,81 gramos, seguido de la especie *Myrica pubescens* con 69,31 gramos esto se debe a que las semillas son grandes y de testa dura, mientras que *Clethra revoluta* y *Cinchona officinalis*, por tener un tamaño pequeño y ser livianas tienen los pesos más bajos con 0,05 gramos y 0,58 gramos respectivamente.

4.4.1.3. Contenido de humedad.

Los resultados de este ensayo permitieron identificar las semillas ortodoxas y recalitrantes de acuerdo con el contenido de humedad inicial de las semillas. Los valores obtenidos se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 13. Porcentaje de contenido de humedad en cuatro especies forestales Nativas.

PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD											
Especie	MUESTRA 1				MUESTRA 2				Promedio	±S	CV %
	M1	M2	M3	%CH ₁	M1	M2	M3	%CH ₂			
<i>Cupania americana</i>	92,0	108,8	101,1	45,8	93,0	113,9	104,9	43,1	44,4	1,0	2,2
<i>Myrica pubescens</i>	88,2	95,0	92,5	36,8	81,2	95,9	91,5	29,9	33,3	2,4	7,2
<i>Clethra revoluta</i>	87,9	88,7	88,6	12,3	91,2	91,3	91,3	12,8	12,6	0,2	1,4
<i>Cinchona officinalis</i>	88,5	91,0	90,6	15,3	85,0	87,5	87,1	16,9	16,1	0,6	3,6

±S: desviación estándar; CV: coeficiente de variación, M: muestra.

Como se observa en el cuadro 13, la especie *Cupania americana* por ser una especie recalcitrante tiene el contenido de humedad más alto con un valor de 44,45 %, mientras que las semillas de *Myrica pubescens* con un valor de 33,35 %, *Clethra revoluta* con 12,58 % y *Cinchona officinalis* con 16,11 % son consideradas semillas ortodoxas.

4.4.1.4. Germinación

La germinación en las semillas fue muy variada y depende de cada especie, del estado fitosanitario, de la madurez de la semilla, del estado de dormancia al que se encuentre, la época de recolección, al monitoreo y la asepsia del laboratorio (ver apéndice 5).

Es importante aclarar que los resultados que se muestran en las figuras que se indican a continuación, son el resultado de los ensayos de germinación que se realizaron previo a la aplicación de los tratamientos, es decir a estos ensayos

no se les redujo el contenido de humedad y fueron sembradas inmediatamente, luego de su recolección en el campo.

En la figura 25, se muestra las curvas de germinación acumulativas para cada especie.

a) *Cupania americana* L

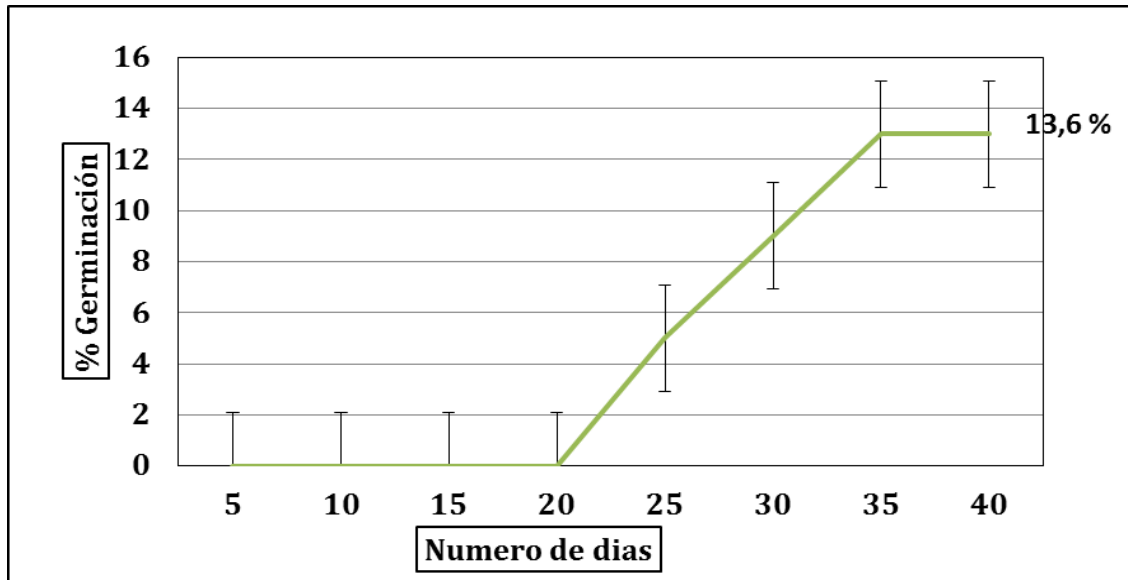


Figura 25. Germinación acumulativa con Error estándar de *Cupania americana* L.

Como se observa en la figura 25, *Cupania americana* tiene una germinación lenta, inicia a partir de los 20 días, esto a pesar que se aplicó un tratamiento pre-germinativo de escarificación alrededor del embrión e imbibición de agua por 8 días, para acelerar la germinación, porque la especie posee una testa dura. El porcentaje promedio fue del 13,6 % mismo que es bajo, al parecer los frutos de esta especie se encontraba atacada por plagas y enfermedades afectando el poder germinativo de las mismas.

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

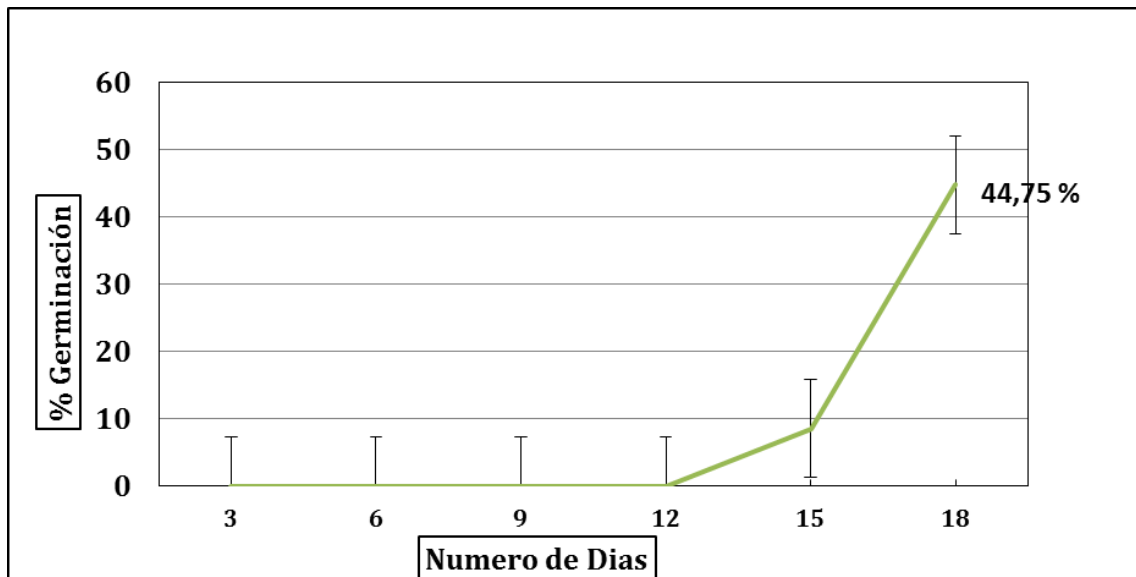


Figura 26. Germinación acumulativa con Error estándar de *Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng.

Como se aprecia en la figura 26, *Clethra revoluta* inicia su germinación a partir de los 12 días y detiene su proceso a los 18 días, a partir de la siembra; esta especie posee semillas diminutas, muy difíciles de contabilizar, es por ello que al momento de la germinación las plántulas son pequeñas y difíciles de desarrollarse. El porcentaje de germinación fue de 44,75 % (ver apéndice 1).

c) *Cinchona officinalis* (Quinine Bark).

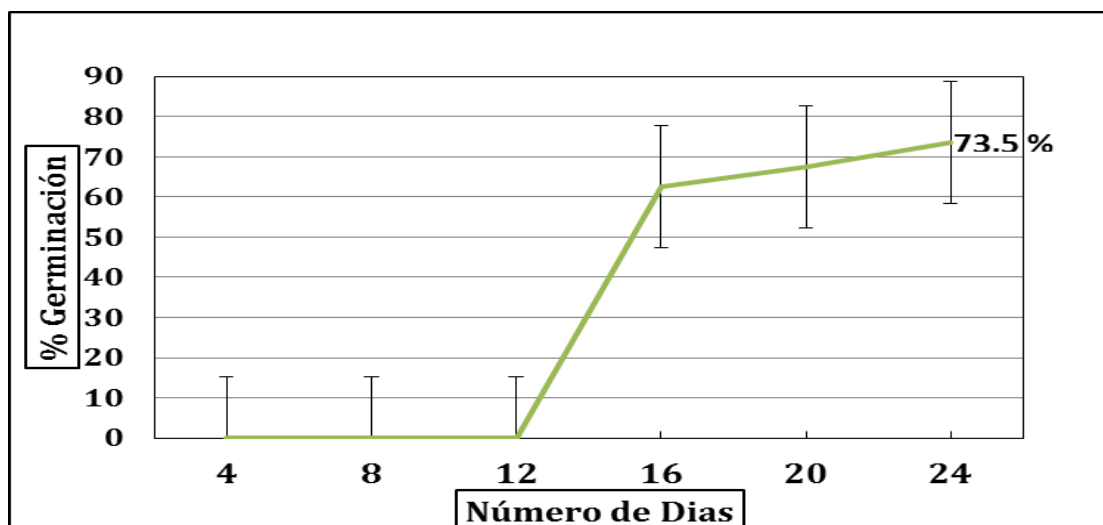


Figura 27. Germinación acumulativa con error estándar *Cinchona officinalis* (Quinine Bark).

Las semillas de *Cinchona officinalis* poseen un alto poder germinativo, alcanzaron el 73,5 % en un periodo muy corto de tiempo, teniendo en cuenta que su germinación inicia a los 12 días y finaliza a los 24 días. Este fenómeno se debe a que la especie al momento de la cosecha la especie completo su madurez fisiológica (ver figura 27).

d) *Myrica pubescens* H&B ex willdenow.

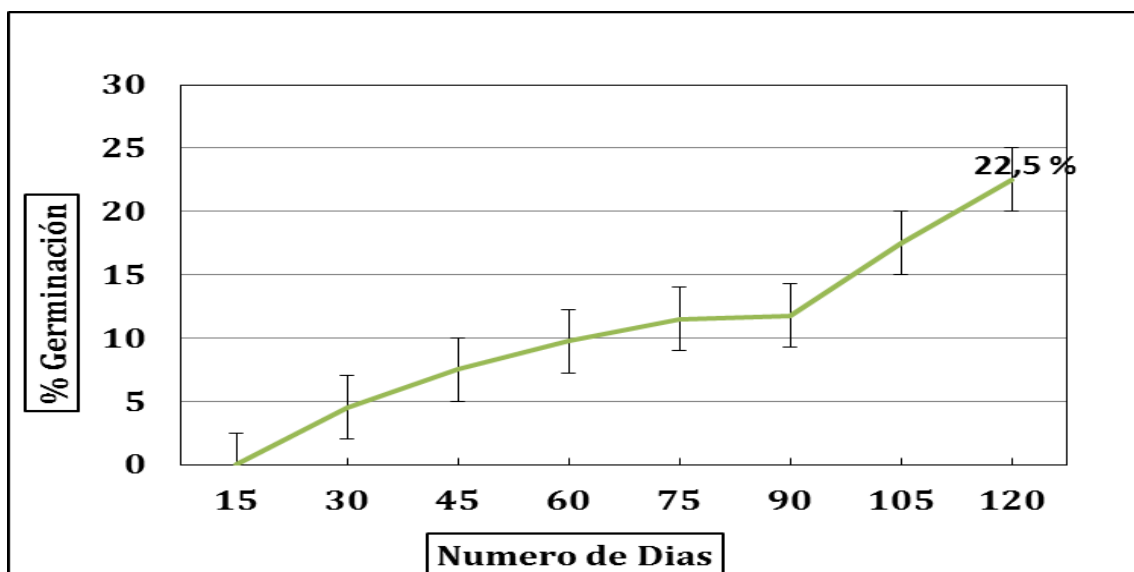


Figura 28. Germinación acumulativa con error estándar de *Myrica pubescens* H&B ex willdenow.

La germinación de las semillas de esta especie fue muy lenta y esporádica (ver apéndice 1), inicio a los 15 días y se estabilizó a los 120 días de la siembra alcanzando un porcentaje máximo de germinación del 22,5 %. Esta especie presenta un estado de dormancia muy pronunciado porque la germinación no es sucesiva es decir algunas semillas inician su germinación y las demás aún no, tardan un periodo de una a dos semanas para continuar (ver figura 28).

4.4.1.5. Viabilidad

Las pruebas de viabilidad realizadas a las semillas no germinadas, mostraron un alto porcentaje de ataque de hongos y ausencia de embrión. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 14. Promedios de viabilidad en semillas de cuatro especies forestales nativas.

Especie	Germinación %	Sin embrión %	Embrión podrido %	Viables %	No viables %	TOTAL
<i>Cupania americana</i>	13,6	0,0	60,5	25,9	0,0	100
<i>Myrica pubescens</i>	22,5	52,3	12,5	6,7	6	100
<i>Clethra revoluta</i>	44,75	40,9	0,3	14,05	0	100
<i>Cinchona officinalis</i>	73,5	0	3,2	22,8	0,5	100

En el cuadro 14, la especie *Cupania americana* tiene un bajo porcentaje de germinación con el 13,6 % y con un valor de 25,9 % en cuanto a semillas viables y un alto porcentaje 60,5 % de embrión podrido.

Myrica pubescens tiene un bajo porcentaje de germinación con el 22,5 % y con valores del 6 % en cuanto a semillas viables y no viables, un alto porcentaje de semillas con embrión podrido que va desde 52,3 %, al parecer esta fue la causa del bajo porcentaje de germinación.

Por otro lado *Clethra revoluta* con un valor considerable de germinación (44,8 %) presenta un 40,9 % de semillas sin embrión, un 0,3 % de embrión podrido y un valor de 14,05 % de semillas viables.

Finalmente *Cinchona officinalis* es la especie de mayor germinación con un valor de 73,5 %, esto se debió al bajo porcentaje de embrión podrido (3,2 %), a la ausencia de semillas sin embrión, y al 22,8 % de semillas viables.

5. DISCUSIÓN

5.1. PERIODOS FENOLOGICOS DE DIEZ ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE PROTECTOR “EL BOSQUE”.

Actualmente los estudios fenológicos han tomado mayor importancia debido al calentamiento global, se ha observado que los procesos biológicos de supervivencia y éxito reproductivo expresados en función de la fenología pueden mejorar la precisión de los modelos de predicción de la distribución futura de las especies Marquez (2010); en particular, la fenología ha mostrado su sensibilidad a los indicadores del clima de tal manera que se han observado variaciones en los periodos reproductivos de las especies ya sea retrasando o adelantando la producción de semillas Sherry (2007) citado por Marquez (2010).

De acuerdo a los resultados de la investigación los fenómenos de floración, fructificación, y defoliación se presentaron a lo largo de todo el año, sin embargo, la mayoría de las especies mostraron picos máximos en los meses de agosto a enero, estos resultados se corroboran con los de Aponte y Sanmartin (2011) y Alvarado y Encalada (2010).

La época de floración y fructificación de las especies *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana* y *Prumnopitys montana* presentan picos máximos de floración y fructificación en los meses de agosto a enero (época seca), a diferencia de *Myrica pubescens* y *Weinmannia glabra* que florecen en época lluviosa y fructifican en época seca, probablemente esto se deba, según Willan (1991) citado por Alvarado y Encalada (2010) a los factores climáticos que pueden afectar a la abundancia de floración y con ello directamente a la producción de semilla.

Se identificó, que *Cedrela montana* y *Prumnopitys montana* tuvieron una floración interrumpida dada principalmente al aborto o caída de sus flores. Por otro lado la fructificación de las especies *Myrica pubescens*, *Cupania*

americana y *Myrsine sodiroana*, fue afectada por agentes dañinos, lo que provocó perforaciones en los frutos, afectando notablemente a la producción de semilla de buena calidad; según FAO (1991), insectos, hongos y bacterias son todos agentes dañinos en la fase de floración y fructificación.

Según Aponte y Sanmartín (2011), para *Myrsine sodiroana* la baja productividad puede deberse al estado fitosanitario, donde se presentó una patología conocida como la enfermedad del Tizne, causada por el patógeno *Capnodium*, que aparece sobre la superficie de las hojas y los tallos; estos resultados se confirman con las observaciones realizadas en la presente investigación.

Los resultados en cuanto a defoliación demuestran que todas las especies en estudio pierden sus hojas todo el año en menor o mayor grado, estos resultados coinciden con los de Aponte y Sanmartín (2011), la defoliación de *Alnus acuminata*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana*, se observó época lluviosa y en época seca a las especies *Cedrela montana*, *Cupania americana*, *Myrica pubescens*, *Prumnopitys montana* y *Weinmannia glabra*. Por esta razón Aponte y Sanmartín (2011), consideraron al bosque como perennifolio, debido a las características fisiológicas y estructurales.

Sin embargo, *Weinmannia glabra* fue la especie con mayor pérdida de hojas, defoliando en un periodo de cinco meses (agosto a enero), porcentajes del 70 y 100 % de su follaje, de igual manera *Alnus acuminata* tuvo un periodo marcado de defoliación en los meses de julio - agosto. Caso contrario ocurrió con *Cinchona officinalis* la misma que presenta follaje la mayor parte del año en los meses de julio a febrero.

5.2. APORTE DE K, CA, MG, MO Y N EN LA HOJARASCA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO.

El retorno anual de materia orgánica y bioelementos al suelo, asociados bajo la forma de hojarasca, constituye el proceso principal de reciclaje de nutrientes de los ecosistemas forestales Santa (1954) citado por Prauce (2003). La liberación

de nutrientes durante la descomposición de la hojarasca, es conocido como uno de los procesos más importantes que contribuyen con el ciclo de los nutrientes Laskowski y Berg (1993) citado por Prauce (2003).

La caída masiva de la hojarasca se produce a lo largo de cada año en un tiempo determinado; en un ecosistema forestal en equilibrio hay una relación entre la cantidad de material vegetal aportado anualmente al suelo y el que se descompone en ese tiempo; además, en estos ecosistemas la fracción aportada más importante por su abundancia le corresponde a las hojas que tienen composiciones químicas que son características de cada especie Prauce (2003).

La hojarasca y en especial las hojas caídas son las que generan el mayor retorno de nutrientes al suelo Vitousek (1994) citado por Sánchez (2008). La cantidad de nitrógeno en la hojarasca de las especies *Prumnopitys montana*, *Cupania americana* y *Cinchona officinalis* registran valores de 11146,95 ppm; 7250,31 ppm y 4032,39 ppm, respectivamente, nutriente que tiene un valor muy alto en el primer horizonte de la especie *Prumnopitys montana* con una cantidad de 4756,23 ppm, seguido de *Cupania americana* con 3134,17 ppm y *Cinchona officinalis*, con la cantidad más baja 1701,65 ppm, esto quiere decir que el suelo de *Prumnopitys montana* y *Cupania americana* son ricos en este nutriente porque alcanza los niveles óptimos, a excepción de *Cinchona officinalis* que posee un suelo con pocas cantidades de nutrientes y presento un valor más bajo (ver apéndice 11).

Esto es importante porque el nitrógeno es un elemento que en altas concentraciones constituye niveles óptimos para el desarrollo de las plantas según Kalra (1998) citado por Peña y Sanmartin (2011). Sin embargo, Vitousek (1984) citado por González (2009), supone que el bosque tropical de montaña está limitado usualmente por baja disponibilidad del nitrógeno.

Los contenidos de K, Ca, Mg MO y N, son los nutrientes con estrecha relación entre el horizonte 1 del suelo y la hojarasca de las tres especies (*Prumnopitys montana*, *Cupania americana* y *Cinchona officinalis*), esto significa que la planta toma la mayor cantidad de nutrientes del primer horizonte.

El nivel óptimo de calcio en el suelo es de 1222,44 ppm, según Iñiguez (2005), en el caso del Bosque Protector “El Bosque”, el calcio en la hojarasca de *Prumnopitys montana* presento un valor de 3756,96 ppm, observando que la mayor acumulación se manifestó en el suelo de la misma especie en los tres horizontes, principalmente en el primer horizonte con un valor de 2386,57 ppm, entonces se trata de un suelo con altos niveles de nutrientes porque alcanza los niveles óptimos de concentración de calcio (ver apéndice 11). Debido a que es uno de los elementos que se libera más rápidamente en la descomposición de la hojarasca por lo cual la planta rápidamente lo asimila Peña y Sanmartin (2011).

El potasio en la hojarasca se encontró en concentraciones variables en todas las especies con valores de 6400,45 ppm en *Cinchona officinalis*, seguido de *Cupania americana* con un valor de 5440,62 ppm y de *Prumnopitys montana* con un valor de 1696,32, en el suelo de *Cinchona officinalis*, *Prumnopitys montana* y *Cupania americana* presentan valores que van de 28,66 ppm a 99,51 ppm que son valores bajos y muy bajos de concentración de potasio, conociendo que el nivel óptimo en el suelo. Según Iñiguez (2005) es de 238,52 ppm, lo que significa que el suelo de estas tres especies presentan bajos niveles del nutriente (ver apéndice 11).

Esto quizá se deba según Sundarapandian y Swamy (1999) citado por González (2009), a que la circulación de estos nutrientes en el ecosistema depende de la cantidad de materia orgánica y su tasa de descomposición, el tiempo medio de permanencia de la hojarasca en el bosque varían entre 1,0 a 1,3 años, según Duivenvoorden y Lips (1995) citado por González (2009).

Según Iñiguez (2005), la concentración optima de magnesio en el suelo es de 230,94 ppm; en el Bosque Protector “El Bosque” la hojarasca de *Cupania americana* tiene un valor de 1984, 61 ppm, seguido de *Prumnopitys montana* con un valor de 1796,61 ppm y de *Cinchona officinalis* con un valor de 801,12 ppm sin embargo, en el suelo de *Cupania americana* y *Cinchona officinalis* presentan los valores más bajos de este nutriente en cantidades que van de 105,59 ppm a 6,11 ppm convirtiéndose en suelos pobres porque poseen mínimas cantidades de este nutriente; a diferencia de *Prumnopitys montana*

que posee un valor alto de retención de magnesio solo en el primer horizonte, en el segundo y tercer horizonte la concentración es baja (ver apéndice 11).

De acuerdo a Iñiguez (2005), el nivel óptimo de materia orgánica en el suelo es de 6,10 %; el aporte del nutriente en el lugar de estudio posee porcentajes que van del 85 al 90 % en la hojarasca de las tres especies, consecuentemente en el suelo las especies asimilan el nutriente en porcentajes muy altos (*Prumnopitys montana* un 26,60 %, *Cupania americana* 14 % y *Cinchona officinalis* 15 %) para el primer horizonte, convirtiéndolos en suelos ricos en materia orgánica alcanzando los niveles máximos del nutriente. Sin embargo Garrido (2008), indica que el contenido de materia orgánica es más elevado en los primeros 5 cm de profundidad en zonas naturales, disminuyendo en profundidad primero drásticamente y después paulatinamente hasta llegar casi a desaparecer a los 30 - 60 cm, es por ello que en el segundo y tercer horizonte poseen porcentajes bajos y muy bajos de materia orgánica.

5.3. GERMINACIÓN DE CUATRO ESPECIES POTENCIALES NATIVAS A NIVEL DE LABORATORIO USANDO DIFERENTES TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO.

Según Samaniego *et al.* (2005), la finalidad del almacenamiento es la conservación de semillas vivas, desde la época de recolección hasta el momento de la siembra. El almacenaje permite mantener la viabilidad de las semillas sin la presencia de agentes dañinos, permitiendo contar con suficiente cantidad de semillas en buen estado para satisfacer las demandas del mercado.

Sin embargo, según Holmes y Buszewicz (1958) citado por FAO (1991); el factor temperatura y el factor humedad son los condicionantes para un buen almacenamiento de semillas viables, es por ello que están muy interrelacionadas.

El incremento de temperatura acelera el proceso de secado a una humedad relativa dada. El agua se evapora más fácilmente a alta temperatura: un incremento de 10 °C duplica la velocidad Stubsgaard y Poulsen (1997).

Las semillas que guardan mayor humedad tienen un menor porcentaje de germinación y viceversa Chimbo (2002), citado por Alvarado y Encalada (2010), Esto se confirma al observar los ensayos de germinación de la especie *Cupania americana* que presentó el más alto contenido de humedad 44,45 % y el más bajo porcentaje de germinación 13,6 %, caso similar ocurrió con la especie *Myrica pubescens* que tiene un contenido de humedad del 33,35 % y presentó un porcentaje de germinación del 22,5 %.

Las especies *Clethra revoluta* y *Cinchona officinalis* en los ensayos de germinación a los cuales no se les aplicó ningún tratamiento presentaron el contenido de humedad más bajo 12,58 % y 16,11 % respectivamente, y a pesar de ello obtuvieron el porcentaje de germinación más alto con valores del 44,75 % y 73,5 %; probablemente las especies que guardan menor humedad tienen un mayor porcentaje de germinación Chimbo (2002) citado por Alvarado y Encalada (2010).

Con respecto al almacenamiento de especies nativas, Moreno (1996), indica que la mayoría de las semillas de árboles nativos no toleran la desecación, por lo cual resulta difícil su almacenamiento. Además, FAO (1991), indica que es probable que todas las medidas que reduzcan el contenido de humedad y por ende la tasa de respiración, pueden producir daños a la semilla. Es por ello que las especies *Cupania americana*, *Myrica pubescens* y *Cinchona officinalis* cuando se aplicó los diferentes tratamientos y se redujo el contenido de humedad presentaron porcentajes nulos de germinación resultados muy contradictorios con los obtenidos cuando las semillas fueron puestas a germinar inmediatamente después de la cosecha y no se les aplicó ningún tratamiento.

La especie *Clethra revoluta*, presentó germinación baja, en 10 de los tratamientos aplicados, estos resultados son inversos a los obtenidos en los ensayos ISTA de germinación en los cuales se logró porcentajes altos, por lo que no requieren almacenamiento.

Al parecer las semillas forestales de bosques nativos no toleran el almacenamiento. Sin embargo, Sandoval (2008) citado por Alvarado y Encalada (2010) menciona que las semillas almacenadas a un contenido de humedad de 7 a 8 % en bolsas plásticas cerradas herméticamente en nevera conservan su viabilidad por seis meses, pero FAO (1991) afirma que las semillas maduras de especies exóticas como Eucaliptos y Pinos, pueden conservar su viabilidad durante varios años si se almacenan con un contenido de humedad bajo en recipientes herméticos a 3 – 5 °C.

Para las cuatro especies forestales nativas, *Cupania americana*, *Myrica pubescens*, *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* los quince tratamientos aplicados no dieron resultados de germinación, es decir tuvieron un porcentaje de germinación bajo, al parecer cuando se reduce el contenido de humedad y se almacena en temperaturas bajas las semillas del Bosque Protector “El Bosque” pierden inmediatamente su poder germinativo.

6. CONCLUSIONES

- Las especies *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania americana*, *Juglans neotropica*, *Myrsine sodiroana* y *Prumnopitys montana* florecen y fructifican en época seca, mientras que *Myrica pubescens* y *Weinmannia glabra* lo hacen en época lluviosa.
- Las especies a pesar de presentar defoliación todo el año no perdieron su follaje totalmente. Sin embargo, *Weinmannia glabra* fue la única especie con mayor pérdida de hojas, presentando porcentajes de defoliación del 70 y 100 %.
- El suelo donde se desarrollan las especies *Prumnopitys montana*, *Cinchona officinalis* y *Cupania americana* presentan cantidades bajas de los nutrientes, puesto que la hojarasca tiene un proceso de descomposición lento.
- En el suelo donde crece y se desarrolla la especie *Prumnopitys montana*, presenta tres horizontes minerales, además, aprovecha la mayor cantidad de nutrientes K, Ca, Mg, N y MO en el suelo.
- La mayor concentración de nutrientes K, Ca, Mg, N y MO se encuentra en el primer horizonte del suelo en todas las especies estudiadas.
- Las semillas de la especie *Cupania americana*, son de tipo recalcitrante, debido a que presentó un contenido de humedad del 43, 1 %.
- Las semillas de las especies *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis* y *Myrica pubescens* son de tipo ortodoxas, porque presentaron contenidos de humedad que van del 16 al 30 %.

- Las semillas de las especies *Cupania americana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis* y *Myrica pubescens* no necesitan almacenamiento, presentan mayor porcentaje de germinación cuando son sembradas inmediatamente luego de la recolección.
- Las semillas de especies forestales nativas *Cupania americana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis* y *Myrica pubescens* pierden viabilidad con el almacenamiento, por tanto no necesitan ser almacenadas bajo ninguna técnica de almacenamiento en el cual se manipule el contenido de humedad, temperatura y tiempo.

7. RECOMENDACIONES

- Para las semillas de especies forestales nativas, debe hacer la siembra en forma inmediata para evitar que pierdan su capacidad germinativa y viabilidad o se contaminen con hongos, bacterias patógenas o sean atacadas por insectos nocivos.
- Para las semillas de las especies *Myrica pubescens*, y *Cupania americana* se debe aplicar tratamientos pre-germinativos, para ello hay que remojar las semillas, luego despegar la membrana protectora, así se libera el embrión para que empiece la imbibición de agua y la germinación se acelere.
- Para el caso de especies con germinación lenta se puede adicionar azúcar al agua en la caja Petri para activar la germinación y a la vez aumentar el desarrollo de las plántulas.
- La especie *Clethra revoluta* posee semillas diminutas, lo que dificulta el conteo, por ello es aconsejable, pesar el primer lote de 100 semillas y luego asumir de acuerdo al peso la cantidad de 100 semillas.
- Para el caso de las semillas de *Cinchona officinalis* y *Clethra revoluta* se encuentran dentro de una cápsula, es por ello que se debe dejar secar al ambiente con ayuda de luz por 24 horas hasta que se liberen las semillas.

8. BIBLIOGRAFÍA.

Acuña, B. 2009. Situación ambiental en el Ecuador. Capítulo 1. Disponible en <http://www.geojuvenilecuador.org/13-28%20tema%201.pdf>. Consultado 01/08/2012

Alvarado, C y Encalada, D. 2010. Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas de seis especies forestales nativas en Bosque tropical montano, potenciales para reforestación en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. 88pp. Loja- Ecuador.

Ante, E. 2011. Desarrollo de la HMI para un scada para el departamento de producción de semilla de palma africana de la estación INIAP, Santo Domingo de los Tsachilas. Tesis ingeniero en electrónica y control. Escuela Politécnica Nacional. 96pp. Quito Ecuador. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4005/1/CD-3777.pdf> Consultado 01/08/2012. Consultado el 01/08/2012.

Aponte, R y Sanmartin, J. 2011. Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector “el bosque de la parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja.”. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. 102pp. Loja- Ecuador.

Bazzaz, F.A.; Ackerly, D.D. and Reekie, E.G. 2000. Reproductive allocation in plants. In: Fenner, M. Ed. Seeds the ecology of regeneration in plants communities. 2nd Edition. CABI Publishing. New Cork USA. 1-30. Consultado el 02/08/2012

Bosque Natural org.2011. floración, fructificación y fenología. Disponible en: <http://amazoniaforestal.blogspot.com/2011/10/floracion-fructificacion-y-fenologia.html>. Consultado el 31/07/2012.

- Cabrera, M; Ordóñez, H. 2004. fenología, almacenamiento de semillas y propagación a nivel de vivero de diez especies forestales nativas del sur del Ecuador. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja.136p
- Conafor. 2012. Suelos Forestales. Comision nacional forestal. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/suelos>. Consultado 03/08/2012.
- Crespo, G.; Pérez, A. 1999. Significado de la hojarasca en el reciclaje de los nutrientes en los pastizales permanentes. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 33:349
- Chuine, I. & E.G. Beaubien. 2001. Phenology is a major determinant of tree species range. Ecol. Lett. 4: 500-510. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200020. Consultado el 31/07/2012.
- El Semillero. 2007. Estudio de *Alnus acuminata* H.B.K. Disponible en: http://www.elsemillero.net/nuevo/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=206.html. Consultado 03/03/2011.
- FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Compilado por R. L. Willan. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/ad232s00.htm#TOC>. Consultado el 01/08/2012.
- Fernandez, R. 2011. Propagación de plantas. Disponible en <http://es.scribd.com/tag/propagacion%20de%20plantas?l=4>. Consultado 01/08/2012.
- Garrido, S. 2008. Interpretación de análisis de suelo. Ministerio de Agricultura y alimentación. Madrid. 40 pp

- Glover, N.; Beer, J. 1984. Spatial and temporal fluctuations of litterfall in the agroforestry associations *Coffea arabica* var. *caturra*, *Erythrina poppigiana* and *C. arabica* var *caturra*, *E. poeppigiana* - *Cordia alliodora*. Turrialba (Costa Rica). Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ORTON.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000303>. Consultado 02/08/2012. Consultado el 02/08/2012
- González, E. 2009. Efecto de la aplicación de N, P y Ca sobre las concentraciones de cationes básicos, N y P, en la lluvia que atraviesa el dosel y la hojarasca, en el Bosque de la Estación Científica San Francisco, y su correspondencia con el incremento de estos elementos en la atmósfera. Loja – Ecuador. 98pp.
- González, H. 2012. Hojarasca del Suelo: Fuente de Nutrimientos Minerales. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Disponible en http://www.fcf.uanl.mx/publicaciones/hojarasca_del_suelo.php. Consultado 03/08/2012.
- Inga, J. y Jaramillo, J. 1992. Clasificación dendrológica y estudio de algunos aspectos fenológicos de las especies forestales en un sitio de Cajanuma: Parque Nacional Podocarpus. Tesis de ingeniero forestal. Universidad Nacional de Loja. 215 pp. Loja Ecuador.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 2007. International Rules for seed testing. Edición. 2007.
- Iñiguez, M. 2005. Fertilidad, Fertilizantes y fertilización del suelo. Universidad Nacional de Loja. 322pp. Loja- Ecuador.
- 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

- Mahecha G., Ovalle A., Camelo D., Rozo A., Barrero D. (2004) Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá-Colombia 871pp. Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1022&method=displayAAT>. Consultado 31/07/2012.
- Ministerio de Turismo de Ecuador. 2012. actualizado 30/07/12, La biodiversidad de Ecuador. Disponible en: <http://www.e-travelware.com/ztravel/ecuador.htm>. Consultado 31/07/2012.
- Mantovani, M., A.R. Ruschel, M. Sedrez dos Reis, A. Puchalski & R.O. Nodari. 2003. Fenología reproductiva de especies arbóreas em uma formação secundária da floresta Atlântica. Rev. Árvore 27: 451-458. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200020. Consultado el 31/07/2012.
- Márquez, J; Alba-Landa, J; Mendizábal, L; 2010. La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. La fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. Universidad Veracruzana. Foresta Veracruzana, vol. 12. pp. 35-38. Xalapa, México. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/497/49719770006.pdf>. Consultado 31/07/2012.
- Moreno, P. 1996. Vida y obra de granos y semillas. Fondo de cultura económica. México, D.F. Disponible en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/sec_9.htm. Consultado el 29/08/2012.
- Ordoñez O, Lalama, K, 2006. Experiencias del manejo apícola en uritusinga. Loja- ecuador. http://www.asocam.org/biblioteca/ECOBONA_0288.pdf. Consultado 31/07/2012.
- Peña, J; Sanmartin, S. 2011. Efecto de la variación natural del suelo en la producción de hojarasca en los bosques de Bombuscaro, Reserva San

Francisco y Cajanuma. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Loja. 71pp. Loja- Ecuador.

Prauce, J. 2003. Dinámica de la mineralización de N, P y K en las hojas de *Schinopsis balansae* NGL. Sobre un suelo forestal Chaqueño húmedo. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Revista de ciencias forestales. Santiago de Estero Argentina. 46-56 pp

Rojas, F. 2008. Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. Revista forestal. Disponible en: http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior13/pdf/solucion%204.pdf. Consultado 02/03/2011.

Salazar, S. 2008. Estudio de procesos ecológicos para el desarrollo sostenible del castaño (*castanea sativa* mill.) de la sierra de Francia. Tesis presentada en opción al Grado de Doctor. Universidad de Salamanca. 340pp. España. Disponible en <http://digital.csic.es/bitstream/10261/10206/1/TESIS.pdf>. Consultado 02/08/2012.

Samaniego, C; Ordoñez, O; Prado L; Morocho, M. 2005. Fuentes semilleras y semillas forestales nativas de Loja y Cañar: Participación social en el manejo. Loja- Ecuador. 126pp. Disponible en http://www.asocam.org/biblioteca/ECOBONA_0258.pdf. Consultado el 04/09/2012.

Sanchez, C; Lama, D; Suatunce, P. 2008. Hojas caídas y aporte de nutrimentos de diez especies forestales tropicales. De la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Escuela de ingeniería forestal, facultad de ciencias ambientales. Quevedo los Ríos Ecuador. 73-78 pp.

Sánchez, S. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq. y en un sistema silvopastoril de *P. máximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Tesis presentada en

opción al Grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto De Ciencia Animal. 124 pp. La Habana- Cuba.

Serrada, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid.
Disponble en
<http://www.secforestales.org/web/images/serrada/s1textosemillas.pdf>.
Consultado 02/08/2012

Stubsgaard, F; Poulsen, K. 1997. Humedad de las semillas y principios de secado. 32pp. Disponible en
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0013S/a0013s03.pdf> Consultado el 04/09/2012.

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.

Varela, S. 2010. Mantenimiento de identidad. Grupo de Ecología Forestal.
Disponble en: <http://www.inase.gov.ar>.

Vázquez, C; Orozco, A; Rojas, M; Sánchez, M; Cervantes V. 1997. La Reproducción De Las Plantas Semillas Y Meristemas Disponible en:
http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/sec_5.htm . Consultado 17/11/ 2010.

Vílchez, B., R. Chazdon & A. Redondo. 2004. Fenología reproductiva de cinco especies forestales del bosque secundario tropical. Kurú: Rev. For 1: 1-10. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=027220>. Consultado el 31/07/2012.

Vitalideas. 2010. La Reforestación. Disponible en
<http://www.vitalideas.info/es/reforestacion.php>. Consultado 01/08/2012.

9. APENDICES.

Apéndice 1. Especies Forestales en estudio.



Foto 1. Perforación del insecto del orden Himenoptera a la especie *Myrica pubescens*



Foto 2. Ataque del insecto del orden Himenoptera a la especie *Myrica pubescens*.



Foto 3. Germinación de *Clethra revoluta* a nivel de Laboratorio.



Foto 4. Germinación de *Myrica pubescens* a nivel de Laboratorio.

Apéndice 2. Datos del peso de 1000 semillas de cuatro especies forestales nativas del bosque protector “EL BOSQUE”.

Especie	PESO DE LA SEMILLA(1000 Semillas)								
	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	PESO DE
	100 sem	100 sem	100 sem	100 sem	100 sem	100 sem	100 sem	100 sem	1000 SEMILLAS
<i>Cupania americana</i>	104,8	80	97,3	108,7	104,3	105,9	89,8	111,2	1002,50
	102,3	99,2	89,7	101,4	101,5	102,7	99,7	96,4	991,13
<i>Myrica pubescens</i>	7,1	6,4	6,8	7,1	7	6,8	7,4	6,8	69,25
	7,6	6,8	6,1	5,9	7,2	6,9	7,2	7,8	69,38
<i>Clethra revoluta</i>	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05
	0,0035	0,0044	0,0052	0,0036	0,0045	0,0053	0,0038	0,0042	0,04
<i>Cinchona officinalis</i>	0,0702	0,0578	0,0511	0,0654	0,0515	0,0764	0,0503	0,053	0,59
	0,0531	0,0568	0,0667	0,0434	0,0666	0,0532	0,0613	0,0567	0,57

Especie	N° Árbol/% Peso 1000 semillas (gr)		-	±S	CV %
	1	2	X		
<i>Cupania americana</i>	1002,50	991,13	996,81	8,04	0,81
<i>Myrica pubescens</i>	69,25	69,375	69,31	0,09	0,13
<i>Clethra revoluta</i>	0,048	0,043	0,05	0,003	6,83
<i>Cinchona officinalis</i>	0,5946	0,5723	0,58	0,02	2,71

Apéndice 3. Monitoreo fenológico y recolección de hojarasca.



Foto 5. Monitoreo fenológico quincenal.



Foto 6. Recolección del material vegetal.

Apéndice 4. Muestras de Hojarasca y suelo obtenidas del Bosque Protector “El Bosque.



Foto 7. Muestras de hojarasca de la especie *Cupania americana*.



Foto 8. Muestras de hojarasca de la especie *Prumnopitys montana*.



Foto 9. Muestras de hojarasca de la especie *Cinchona officinalis*.



Foto 10. Muestras de suelo de la especie *Cupania americana*.



Foto 11. Muestras de suelo de la especie *Prumnopitys montana*.



Foto 12. Muestras de suelo de la especie *Cinchona officinalis*.

Apéndice 5. Monitoreo y almacenamiento de las cuatro especies forestales a nivel de laboratorio.



Foto 13. Almacenamiento de la especie *Myrica pubescens* en congelador a -20°C .



Foto 14. Almacenamiento de la especie *Cinchona officinalis* en congelador a -20°C .



Foto 15. Almacenamiento de la especie *Cupania americana*



Foto 16. Monitoreo diario de semillas en el laboratorio.

Apéndice 6. Tratamientos pregerminativos aplicados a las especies *Myrica pubescens* y *Cupania americana*.



Foto 17. Remojo en agua destilada por 8 días a la especie *Cupania americana*.

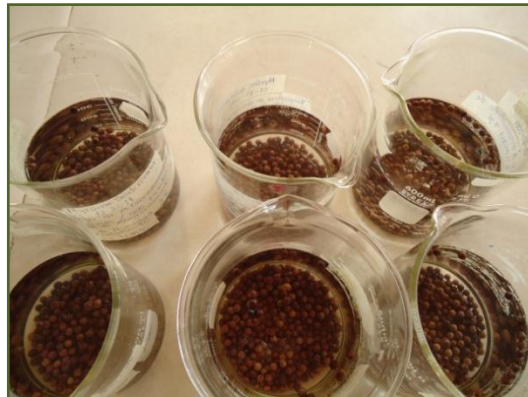


Foto 18. Remojo en agua destilada por 8 días a la especie *Myrica pubescens*

Apéndice 7. Contaminación de a nivel de laboratorio de las especies



Foto 19. Contaminación de la especie *Cupania americana* en el Tratamiento h1T1m3

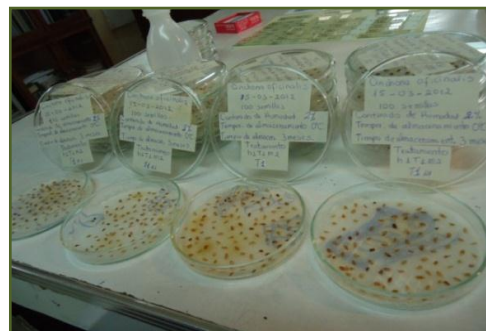


Foto 20. Contaminación de la especie *Cinchona officinalis* en el Tratamiento h1T1m3

Apéndice 8. Visitas periódicas del Director de tesis



Foto 21. Visita del Director de tesis

Apéndice 9. Recolección de semillas forestales en el bosque protector “El Bosque”



Foto 22. Recolección de semilla de la especie *Myrica pubescens*



Foto 23. Semillas de la especie *Clethra revoluta* con impureza.

Apéndice 10. Resultados de los análisis químicos de Hojarasca y suelo en el bosque protector “El Bosque”



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
LABORATORIO ANALISIS AMBIENTALES
 Av. 24 de Mayo 777 y F. Moscoso telf. 07-2881333 ext. 421

Cuenca, 24 Mayo 2012

Of. No 59

Ing. Lilibiana Gonzaga

Por medio de la presente informo los resultados de los análisis efectuados sobre las muestras dejadas por usted

	K	Ca	Mg	Materia Organica	Nitrogeno
Nombre	LD 0.04 ppm	LD 0.31 ppm	LD 0.16 ppm	%	LD 0.29 ppm
Hojarasca <i>Prumnopitys montana</i>	1695.32	3758.96	1796.67	93.54	12146.95
Hojarasca <i>Cupania americana</i>	5440.67	341.18	1984.61	92.80	4032.39
Hojarasca <i>Chinchona officinalis</i>	6400.45	1108.68	801.17	84.72	7250.31
Suelo de <i>Chinchona officinalis</i> 1	44.36	92.98	17.97	14.75	1701.65
Suelo de <i>Chinchona officinalis</i> 2	29.01	98.71	6.11	1.54	279.00
Suelo de <i>Cupania americana</i> 1	76.31	255.54	105.39	14.99	3134.17
Suelo de <i>Cupania americana</i> 2	28.66	90.09	4.67	1.68	20.40
Suelo de <i>Prumnopitys montana</i> 1	99.51	2386.57	245.70	26.60	4736.23
Suelo de <i>Prumnopitys montana</i> 2	35.27	748.94	150.94	3.02	148.71
Suelo de <i>Prumnopitys montana</i> 3	21.17	658.75	33.85	2.98	362.66

Andrés Pérez
 Analista Responsable



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Ing. María Fernanda Rosales
 Directora General de Laboratorios

Apéndice 11. Tabla de interpretación de resultados de los análisis de suelos, Iñiguez, 2005.

Máximo Iñiguez: Fertilización de los principales cultivos del Ecuador 322

Para el establecimiento de la bananera al momento de la siembra, en el fondo del hoyo aplicar toda la recomendación de P₂O₅, 1/2 de K₂O y 1/3 de N, cubrir el fertilizante y plantar.

Tabla 5. Interpretación de los principales nutrientes del suelo para el Sur del Ecuador, y rangos críticos: mínimo, óptimo y máximo, 2005.

Nutriente	Unidad de expresión	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Mínimo	Óptimo	Máximo
CO	%	< 1,16	1,16- 2,32	2,33- 3,48	3,49- 4,64	> 4,64	1,16	3,49	4,64
MO	%	< 2,00	2,00- 4,00	4,10- 6,00	6,10- 8,00	> 8,00	2,00	6,10	8,00
N Total	%	< 0,10	0,10- 0,20	0,21- 0,30	0,31- 0,40	> 0,10	0,10	0,31	0,40
N	ug/ml	< 20,00	20,00- 40,00	40,10- 60,00	60,10- 80,00	> 80,00	20,00	60,10	80,00
P ₂ O ₅	ug/ml	< 10,00	10,00- 20,00	20,10- 30,00	30,10- 40,00	> 40,00	10,00	30,10	40,00
K ₂ O	ug/ml	< 50,00	50,00- 100,0	100,10- 150,0	150,10- 200,0	> 200,00	50,00	150,10	200,00
CIC	me/100 g	< 9,00	9,00- 18,00	18,10- 27,00	27,10- 36,00	> 36,00	9,00	27,10	36,00
Ca ⁺⁺	me/100 g	< 2,00	2,00- 4,00	4,10- 6,00	6,10- 8,00	> 8,00	2,00	6,10	8,00
Mg ⁺⁺	me/100 g	< 0,60	0,60- 1,20	1,30- 1,80	1,90- 2,40	> 2,40	0,60	1,90	2,40
K ⁺	me/100 g	< 0,20	0,20- 0,40	0,41- 0,60	0,61- 0,80	> 0,80	0,20	0,61	0,80
Na ⁺	me/100 g	< 0,50	0,50- 1,00	1,10- 0,50	1,60- 2,00	> 2,00	0,50	1,60	2,00
B	ug/ml	< 0,30	0,30- 0,60	0,61- 0,90	0,91- 1,20	> 1,20	0,30	0,91	1,20
Cu	ug/ml	< 1,50	1,50- 3,00	3,10- 4,50	4,50- 6,00	> 6,00	1,50	4,50	6,00
Zn	ug/ml	< 2,00	2,00- 4,00	4,10- 6,00	6,10- 8,00	> 8,00	2,00	6,10	8,00
Fe	ug/ml	< 15,00	15,00- 30,00	31,10- 45,00	45,10- 60,00	> 60,00	15,00	45,10	60,00
Mn	ug/ml	< 3,70	3,70- 7,40	7,50- 11,10	11,20- 14,80	> 14,80	3,70	11,20	14,80
S	ug/ml	< 25,00	25,00- 50,00	50,10- 75,00	75,10- 100,0	> 100,00	25,10	75,10	100,00
Al ⁺⁺⁺	me/100 g	< 0,30	0,30- 0,60	0,70- 1,00	1,10- 1,40	> 1,40	0,40	1,10	1,40
CEES	mms/cm	< 2,00	2,00- 4,00	4,10- 8,00	8,10 16,00	> 16,00	2,00	8,10	4,00

Apéndice 12. Hoja de registro para la toma de datos de las especies en estudio del Bosque protector “El Bosque”.

RESULTADOS FENOLOGICOS POR CUADRANTES/ARBOL/ESPECIE															
SP	N° Árbol	Fecha	FLORACION					FRUCTIFICACION					DEFOLIACION (gr)		
			C1	C2	C3	C4	Total	C1	C2	C3	C4	Total	P. INICIAL	P. SECO	
			Prom/sp					Prom/sp					Prm/sp		

Apéndice 13. Colector de hojarasca y calicata realizada en el bosque protector “El Bosque” para la toma de muestras.



Foto 24. Colector de hojarasca ubicada de manera estratégica para la recolección del material vegetal.



Foto 25. Calicata para muestreo de suelo.

Apéndice 14. Análisis estadístico Anova y prueba de comparaciones múltiples de Tukey para *Clethra Revoluta* con almacenamiento.

Anova (p=0,05)

Fuente de variación	P=0,05				
	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	F	Sig
Replicas	3	2,297	0,766	5,7544	0,0028
Factor A	2	2,133	1,066	8,0151	0,0015
Factor B	1	0,880	0,880	6,6157	0,0148
AB	2	1,659	0,829	6,234	0,0051
Factor C	1	0,047	0,047	0,3523	
AC	2	1,148	0,574	4,3158	0,0216
BC	1	7,130	7,130	53,590	0,0000
ABC	2	1,893	0,947	7,1148	0,0027
Error	33	4,391	0,133		
Total	47	21,578			

Factor A: Germinación; Factor B: Humedad; AB: Germinación, Humedad;
 Factor C: Tiempo; AC: Germinación, Tiempo; BC: Humedad, Tiempo; ABC:
 Germinación, Humedad, Tiempo.

Prueba de Tukey **P= 0,05**

Tratamientos	Medias
t5	1,5630 A
t8	1,5000 A
t9	1,1880 AB
t4	1,0000 ABC
t7	0,5625 BCD
t2	0,5000 BCD
t3	0,5000 BCD
t12	0,1250 CD
t1	0,1250 CD
t6	0,0625 D
t10	0,0000 D
t11	0,0000 D

t1: 2%/0°C/3meses; t2: 5%/0°C/3meses; t3: 10%/0°C/3meses; t4: 2%/-20°C/3meses; t5: 5%/-20°C/3meses; t6: 10%/-20°C/3meses; t7: 2%/0°C/6 meses; t8: 5%/0°C/6 meses; t9: 10%/0°C/6 meses; t10: 2%/-20°C/6 meses; t11: 5%/-20°C/6 meses; t12: 10%/-20°C/6 meses.

Apéndice 15. Análisis estadístico Anova y prueba de comparaciones múltiples de Tukey para *Clethra Revoluta* sin almacenamiento.

Anova (p=0,05)

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadros medios	F	Sig
Replicas	3	1,682	0,561	1,5023	0,3066
Factor A	2	1,385	0,693	1,8558	0,2358
Error	6	2,24	0,373		
Total	11	5,307			

Prueba de Tukey **P= 0,05**

Tratamientos	Medias
t1	1,063 A
t3	0,500 A
t2	0,250 A

t1: 2%; t2: 5%; t3: 10%.