



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

## **ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

#### **“ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA.”**

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

**AUTORA:**

**Patricia del Rocío Chamba Romero**

**DIRECTOR:**

**Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.**

**LOJA - ECUADOR  
2014**

**“ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA.”**

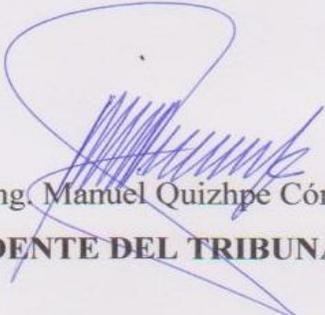
**TESIS DE GRADO**

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

En la:

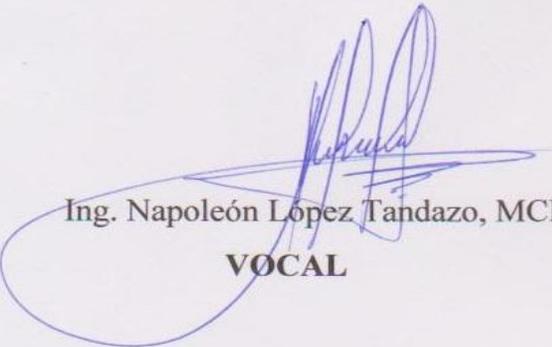
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL  
ÁREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**APROBADA:**



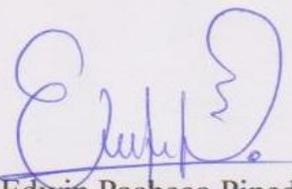
Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**



Ing. Napoleón López Tandazo, MCF.

**VOCAL**



Ing. Edwin Pacheco Pineda, Mg. Sc.

**VOCAL**

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

En calidad de director de la tesis titulada **“ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA”** de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal Patricia del Rocío Chamba Romero, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 17 de julio del 2014

Atentamente,



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

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS “ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA”**

**CERTIFICA:**

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada “ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal: Patricia del Rocío Chamba Romero, ha sido dirigida, revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a su respectiva calificación. Por lo tanto autorizo su publicación definitiva.

Loja, 17 de julio del 2014

Atentamente,



Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

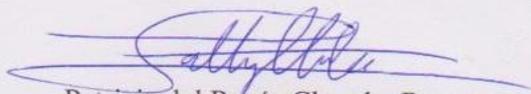
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**

## AUTORÍA

Yo, Patricia del Rocío Chamba Romero, declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Loja, 17 de julio del 2014



Patricia del Rocío Chamba Romero

C.I.: 1104859473

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA  
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

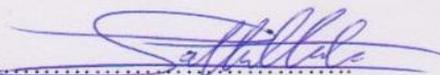
Yo, Patricia del Rocío Chamba Romero, declaro ser la autora, de la tesis titulada **“ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para obtener el grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 17 días del mes de julio del 2014.

Firma:



Autora: Patricia del Rocío Chamba Romero

Número de cédula: 1104859473

Dirección: Cantón Loja

Correo electrónico: [prchamba@gmail.com](mailto:prchamba@gmail.com)

Teléfono celular: 0981787043 / 0993225952

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

**Tribunal de grado:** Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

Ing. Napoleón López Tandazo, Mg. Sc.

Ing. Edwin Pacheco Pineda, Mg. Sc.

## **DEDICATORIA**

*A Dios y a la Virgen del Cisne, por darme una segunda oportunidad y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante este periodo.*

*A mis amados viejitos, María y Raúl que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, siendo ejemplo de superación y entrega, inculcando en mí valores y principios de humildad, honradez y superación; enseñándome que el amor, unión y comprensión, fortalecen nuestro espíritu y a no desmayar ante las adversidades que en la vida se presentan.*

*A mis abuelitas, Leticia y Dolores que con la sabiduría de Dios me han enseñado a ser quien soy hoy. Gracias por su paciencia, por enseñarme el camino de la vida, gracias por sus consejos, por el amor que me han dado y por su apoyo incondicional. Gracias por llevarme en sus oraciones porque estoy segura que siempre lo hacen.*

*A mis queridos hermanos/as; Jaime, René, Fercita, Carmita, Gaby, Cecy, Félix, Nico y Adrián que siempre estuvieron dándome su cariño, consejos y palabras de aliento para seguir adelante y culminar esta etapa de mi vida. A mi bella y encantadora sobrina Mily, siendo la motivación e inspiración que cada día crece en mí para ser una mejor persona.*

*A mi flaco (Marito), por su amor y apoyo incondicional en todo momento, por creer en mí, y por dejarme ser parte de su vida, pero sobre todo por enseñarme a creer en mí y motivarme hacer las cosas de la mejor manera. Te amo.*

*¡Este trabajo es para ustedes!*

*Patricia del Rocío*

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación:

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes por haber contribuido con los conocimientos teóricos-técnicos para mi formación profesional.

Al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, por el financiamiento otorgado para la realización de este estudio, al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, director de tesis, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, motivación y sus valiosas sugerencias, permitieron concluir con éxito el presente trabajo.

Al Ing. Manuel Quizhpe presidente del tribunal calificador al Ing. Napoleón López Tandazo e Ing. Edwin Pacheco Pineda, miembros del tribunal de calificación de tesis; por las importantes sugerencias dadas a la presente.

De igual forma a la Ing. Julia Minchala, Ing. Ruth Poma, Ing. Magaly Yaguana e Ing. Luis Muñoz por sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación que han sido fundamental para mi formación profesional y sobre todo para mi formación como persona. Por la confianza, el apoyo y la dedicación de su tiempo, por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad. A su manera, se ganaron mi lealtad y admiración, me siento en deuda con ustedes por todo lo recibido durante el tiempo que ha durado esta Tesis.

A la Lic. Albita Palacios y al Sr. Helmer Vences por la colaboración brindada. A mis familiares por el apoyo incondicional y a mis amigas/os quienes me apoyaron de una u otra forma en el desarrollo de la presente investigación.

A todos Gracias.....

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página.
CARATULA.....	I
APROBACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
CERTIFICACIÓN .....	IV
AUTORÍA .....	V
CARTA DE AUTORIZACIÓN .....	VI
DEDICATORIA .....	VII
AGRADECIMIENTO .....	VIII
RESUMEN .....	2
SUMMARY.....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	8
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos .....	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
2.1. Fenología.....	11
2.1.1. Fases vegetativas y reproductivas que se estudian en las plantas .....	11
2.1.1.1. Defoliación.....	11
2.1.1.2. Foliación.....	11
2.1.1.3. Floración .....	12
2.1.1.4. Fructificación .....	12
2.1.2. Acontecimientos fenológicos y elementos del tiempo.....	12
2.1.2.1. Fase .....	12

2.1.2.2. Fechas.....	12
2.1.3. Influencia de algunos factores del clima en las fases fenológicas. ....	12
2.1.4. Observación Fenológica.....	13
2.1.5. Importancia de la Fenología.....	13
2.2. Semillas forestales.....	14
2.2.1. Definición de semilla .....	14
2.2.2. Generalidades sobre las semillas forestales .....	14
2.2.3. Características generales de las semillas forestales .....	15
2.2.4. Calidad de semillas forestales .....	15
2.2.4.1. Origen y autenticidad .....	15
2.2.4.2. Peso y dimensiones .....	16
2.2.4.3. Edad y madurez.....	16
2.2.4.4. Pureza.....	16
2.2.4.5. Viabilidad y poder germinativo .....	16
2.2.4.6. Energía germinativa .....	17
2.2.5. Características generales de los árboles semilleros.....	17
2.2.5.1. Edad del árbol semillero. ....	17
2.2.5.2. Fecha de fructificación.....	17
2.2.5.3. Régimen de fructificación. ....	17
2.2.5.4. Producción de frutos y semilla.....	18
2.3. Normas Internacionales para el análisis de semillas forestales en laboratorio (ISTA). ....	18
2.3.1. Pureza.....	18
2.3.2. Peso de la semilla.....	19
2.3.3. Contenido de humedad.....	19

2.3.4. Viabilidad.....	19
2.3.5. Germinación o poder germinativo .....	19
2.3.6. Energía germinativa .....	19
2.4. Especies forestales nativas .....	20
2.4.1. Importancia de las especies forestales nativas .....	20
2.4.2. Descripción de las Especies Forestales en estudio.....	21
2.4.2.1. <i>Prosopis sp</i> – Algarrobo. ....	21
2.4.2.2. <i>Tabebuia billbergii</i> - Guayacán negro. ....	23
2.4.2.3. <i>Loxopterygium huasango</i> - Hualtaco. ....	25
2.5. Estudios similares desarrollados .....	27
2.5.1. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia del Oro, para la reforestación en áreas de explotación de material pétreo y embellecimiento vial del proyecto Huaquillas – Santa Rosa, (Iñiguez 2009). ....	27
2.5.2. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia de Loja, (Chamba y Chimbo 2002). ....	28
2.5.3. Fenología y propagación de tres especies de Podocarpáceas por semillas y estacas, (Ríos y Ríos 2000). ....	29
2.5.4. Identificación de fuentes semilleras y estudio fenológico de cinco especies forestales nativas del sitio Uritusinga, cantones Loja y Catamayo, (García y Morocho 2003). ....	29
2.5.5. Fenología y propagación en vivero de especies forestales nativas del bosque protector “El Bosque”, (Díaz y Loján 2004). ....	30
3. METODOLOGÍA .....	32
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio.....	32
3.2. Fases del trabajo de investigación.....	35
3.2.1. Fase de Laboratorio.....	35
3.2.2. Fase de Campo.....	35
3.3. Selección de especies forestales.....	35

3.4. Selección e identificación de árboles .....	36
3.6. Metodología utilizada .....	38
3.6.1. Determinación de las épocas de floración, fructificación y defoliación de guayacán negro ( <i>Tabebuia billbergii</i> ), hualtaco ( <i>Loxopterygium huasango</i> ) y algarrobo ( <i>Prosopis sp</i> ).....	38
3.6.1.1. Registro y evaluación de datos fenológicos.....	38
3.6.1.2. Determinación de las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas. ....	40
3.6.2. Análisis de la relación existente entre las fases fenológicas de tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.....	41
3.6.2.1. Acopio de datos climatológicos.....	41
3.6.2.2. Análisis de datos para establecer la relación entre los datos fenológicos de tres especies forestales y el clima de la zona. ....	41
3.6.3. Determinación del potencial productivo y análisis de la calidad de semillas a nivel de laboratorio de tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.....	42
3.6.3.1. Determinación del potencial productivo de los árboles.....	42
a). Número de frutos promedio del árbol (Nfp).....	42
b). Número de frutos totales por árbol (NFT).....	43
c). Producción de semilla del árbol. (Ps) .....	43
3.6.3.2. Análisis de la calidad de semillas a nivel de laboratorio de tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007. ....	44
a). Pureza de semillas.....	44
b). Peso de semillas .....	44
c). Contenido de Humedad de las semillas .....	45
d). Germinación .....	46
e). Energía germinativa .....	47
f). Viabilidad .....	47

3.6.4. Difusión de los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en el manejo de los recursos forestales del bosque seco de la provincia de Loja. ....	48
4. RESULTADOS.....	49
4.1. Localización de árboles en el campo .....	49
4.2. Período fenológico de tres especies forestales nativas promisorias del bosque seco, provincia de Loja .....	53
4.2.1. Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Prosopis sp</i> .....	53
4.2.2. Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	55
4.2.3. Descripción de las respuestas fenológicas de <i>Loxopterygium huasango</i> ...	57
4.3. Análisis de la relación entre las fases fenológicas de tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.....	58
4.3.1. Dendrofenograma de <i>Prosopis sp</i> .....	59
4.3.2. Dendrofenograma de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	60
4.3.3. Dendrofenograma de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	62
4.4. Potencial productivo de tres especies forestales nativas del bosque seco de la provincia de Loja. ....	63
4.5. Pruebas estándar de calidad de semillas, en tres especies forestales promisorias de la provincia de Loja. ....	65
4.5.1. Pureza.....	65
4.5.2. Peso .....	66
4.5.3. Contenido de humedad.....	67
4.5.4. Germinación.....	68
4.5.4.1. <i>Prosopis sp</i> .....	68
4.5.4.2. <i>Tabebuia billbergii</i> .....	69
4.5.4.3. <i>Loxopterygium huasango</i> .....	70
4.5.5. Energía germinativa .....	71
4.5.6. Viabilidad.....	72

4.5.7. Características generales de las semillas.....	73
4.6. Difusión de resultados obtenidos .....	74
5. DISCUSIÓN .....	75
5.1. Fases fenológicas de tres especies forestales y su relación con datos climatológico de la zona. ....	75
5.2. Potencial productivo de tres especies forestales nativas en estudio.....	77
5.3. Pruebas estándar de calidad de semillas de tres especies forestales .....	80
6. CONCLUSIONES .....	84
7. RECOMENDACIONES .....	86
8. LITERATURA CITADA .....	88
9. ANEXOS .....	98

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página.</b>
Cuadro 1. Especies forestales seleccionadas para análisis de calidad de semillas y seguimiento de fases fenológicas.....	36
Cuadro 2. Hoja de campo para la recopilación de información general y localización de individuos seleccionados.....	37
Cuadro 3. Hoja de campo para la recopilación de datos generales de campo, de los individuos seleccionados.....	37
Cuadro 4. Formulario para codificación y georeferenciación de los árboles.....	37
Cuadro 5. Registro mensual de los valores de floración, fructificación y defoliación, por especie.....	38
Cuadro 6. Representación esquemática de la metodología de Fournier 1974, para la evaluación cuantitativa de las diferentes características fenológicas.....	39
Cuadro 7. Porcentajes totales de ocurrencia de fases fenológicas por especie.....	40
Cuadro 8. Árboles de los cuales se obtuvieron semillas para el análisis de calidad en el laboratorio.....	42
Cuadro 9. Hoja de registro para el cálculo del potencial productivo.....	43
Cuadro 10. Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.....	46
Cuadro 11. Hoja de registro diario del número de semillas germinadas por cada especie, a nivel de laboratorio.....	47
Cuadro 12. Datos generales de campo, de los árboles de <i>Prosopis sp.</i> .....	50
Cuadro 13. Datos generales de campo, de los árboles de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	50

Cuadro 14.	Datos generales de campo, de los árboles de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	51
Cuadro 15.	Potencial productivo de tres especies forestales nativas en estudio.....	63
Cuadro 16.	Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de tres especies forestales.....	65
Cuadro 17.	Porcentaje de pureza de semillas de tres especies forestales.....	66
Cuadro 18.	Peso de 1000 semillas y N° de semillas/ kilogramo de tres especies forestales.....	66
Cuadro 19.	Porcentaje de contenido de humedad de tres especies forestales.....	67
Cuadro 20.	Porcentajes de viabilidad en semillas de tres especies forestales.....	72
Cuadro 21.	Características generales de las semillas de tres especies forestales nativas del bosque seco, provincia de Loja.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página.</b>
Figura 1. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Árbol.....	22
Figura 2. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Rama terminal.....	22
Figura 3. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Hoja.....	22
Figura 4. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Inflorescencia.....	22
Figura 5. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Frutos.....	22
Figura 6. Descripción botánica de <i>Prosopis sp.</i> Semillas.....	22
Figura 7. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Árbol.....	24
Figura 8. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Rama terminal.....	24
Figura 9. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Hoja.....	24
Figura 10. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Flores.....	24
Figura 11. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Frutos.....	24
Figura 12. Descripción botánica de <i>Tabebuia billbergii.</i> Semillas.....	24
Figura 13. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Árbol.....	26
Figura 14. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Rama terminal.....	26
Figura 15. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Hoja.....	26
Figura 16. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Inflorescencia.....	26
Figura 17. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Frutos.....	26
Figura 18. Descripción botánica de <i>Loxopterygium huasango.</i> Semillas.....	26
Figura 19. Mapa de ubicación de la investigación.....	34

Figura 20.	Representación de los porcentajes de cada fase fenológica, de las especies en estudio.....	40
Figura 21.	Representación gráfica de los dendrofenogramas para las especies forestales en estudio.....	41
Figura 22.	Mapa de ubicación de los árboles de <i>Prosopis sp</i> , <i>Tabebuia billbergii</i> y <i>Loxopterygium huasango</i> .....	52
Figura 23.	Procesos fenológicos de <i>Prosopis sp</i> .....	53
Figura 24.	Procesos fenológicos de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	55
Figura 25.	Procesos fenológicos de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	57
Figura 26.	Dendrofenograma de <i>Prosopis sp</i> .....	59
Figura 27.	Dendrofenograma de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	60
Figura 28.	Dendrofenograma de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	62
Figura 29.	Curva de germinación acumulativa de <i>Prosopis sp</i> .....	68
Figura 30.	Curva de germinación acumulativa de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	69
Figura 31.	Curva de germinación acumulativa de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	70
Figura 32.	Representación gráfica de la energía germinativa de tres especies forestales en estudio.....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página.
Anexo 1. Fotografías del desarrollo de la investigación.....	98
Anexo 2. Árboles de <i>Prosopis sp</i> seleccionados.....	99
Anexo 3. Árboles de <i>Tabebuia. billbergii</i> seleccionados.....	100
Anexo 4. Árboles de <i>Loxopterygium huasango</i> seleccionados.....	101
Anexo 5. Porcentajes de aparición de las fenofases en <i>Prosopis sp</i> en el período agosto 2012 a julio 2013.....	102
Anexo 6. Porcentajes de aparición de las fenofases en <i>Tabebuia billbergii</i> en el período agosto del 2012 a marzo 2014.....	103
Anexo 7. Porcentajes de aparición de las fenofases en <i>Loxopterygium huasango</i> en el período agosto 2012 a julio 2013.....	104
Anexo 8. Datos de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas utilizadas.....	105
Anexo 9. Datos generales de potencial productivo de tres especies forestales nativas del bosque seco de la provincia de Loja.....	106
Anexo 10. Datos generales de pureza, peso y contenido de humedad de tres especies forestales nativas del bosque seco.....	107
Anexo 11. Resultados de la germinación diaria y de energía germinativa de <i>Prosopis sp</i> .....	108
Anexo 12. Resultados de la germinación diaria y de energía germinativa de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	109
Anexo 13. Resultados de la germinación diario y de energía germinativa de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	110

Anexo 14.	Frutos y semillas de <i>Prosopis sp.</i> .....	111
Anexo 15.	Frutos y semillas de <i>Tabebuia billbergii</i> .....	112
Anexo 16.	Frutos y semillas de <i>Loxopterygium huasango</i> .....	113
Anexo 17.	Difusión de los resultados obtenidos en la investigación.....	114
Anexo 18.	Tríptico para la difusión de resultados.....	115

**ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE  
CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES  
FORESTALES NATIVAS, PROMISORIAS DEL  
BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA.**

## RESUMEN

Los bosques secos del sur del Ecuador son ecosistemas frágiles que han sido muy intervenidos y destruidos, debido a que por encontrarse en zonas relativamente pobladas mantienen una importancia económica para la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para su subsistencia. Además, actividades como la ganadería y agricultura que ejercen grandes presiones sobre estos ecosistemas, han ocasionado ya profundos daños y una superficie inmensa de montañas cubiertas por suelos degradados y muy erosionados. Es esta realidad la que pone en peligro la integridad de los bosques secos de la provincia de Loja, por lo que restaurar la cubierta vegetal de estos ecosistemas naturales se ha convertido en una necesidad inaplazable, que debe estar sustentada en un conocimiento adecuado de la flora nativa y de la biología reproductiva de las especies.

El presente trabajo de investigación se realizó con el apoyo logístico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, mediante el proyecto **“Generación de protocolos para la propagación In Vivo e In Vitro de genotipos élites de especies forestales nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador”**; y tuvo como finalidad generar información sobre la fenología, productividad y calidad de semillas de tres especies forestales nativas y promisorias de la región sur del país.

El estudio se ejecutó en los bosques secos del cantón Zapotillo, Macará y Paltas en la provincia de Loja, cumpliendo con los siguientes objetivos: a) Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de *Prosopis sp.*, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango*; b) Analizar la relación existente entre las fases fenológicas de tres especies forestales con los factores climáticos de la zona; c) Determinar el potencial productivo y analizar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de las tres especies forestales, mediante protocolos de germinación del International Seed Testing Association (ISTA, 2007); d) Difundir los resultados de la investigación.

El estudio se ejecutó en dos fases: la fase de campo, que se realizó en las comunidades de Limones (cantón Zapotillo), Lucarqui – Bramaderos (cantón Paltas) y los sectores de Vizin y Puente Internacional (cantón Macará), ubicados aproximadamente a 200 kilómetros de la ciudad de Loja; y, la fase de laboratorio en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, perteneciente al Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

El estudio se realizó con tres especies nativas del bosque seco: *Prosopis sp*, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango*, se trabajó con un número entre nueve y diez árboles por cada especie. Las evaluaciones fenológicas en los árboles se realizaron mensualmente, en *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango*, las observaciones iniciaron en el mes de agosto del 2012 y finalizaron en julio del 2013; en cambio en *Tabebuia billbergii* debido a que la especie presentó fructificación supranual (cada 2 años) las observaciones fenológicas se realizaron desde agosto del 2012 hasta marzo del 2014. En cada una de las especies evaluadas se determinó el potencial productivo de frutos y semillas por árbol; y, además, se efectuaron análisis físicos de las semillas, los que incluyeron: pureza, peso de semilla, contenido de humedad, viabilidad, energía germinativa y poder germinativo.

Como resultados se obtuvo que: *Prosopis sp* presentó períodos de floración entre los meses de agosto a noviembre y la fructificación de octubre a febrero; en cambio *Loxopterygium huasango* el ciclo de floración se presentó desde enero a abril y la mayor intensidad de fructificación se dio entre mayo y junio; los períodos de floración y fructificación para *Tabebuia billbergii* se presentaron en los meses de enero y febrero respectivamente. Considerando que en estos bosques existe una estacionalidad determinada por las precipitaciones, se esperó que los patrones fenológicos estén asociados a la estacionalidad, pero el presente estudio reveló patrones irregulares en el proceso fenológico de las tres especies: *Prosopis sp* presentó picos máximos de floración y fructificación en época seca; por otro lado la floración de *Loxopterygium huasango* se dio en época lluviosa y la mayor intensidad de fructificación se dio en época seca; en cambio *Tabebuia billbergii* la floración y fructificación se presentó en época de lluvias.

Los árboles de *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* obtuvieron el mayor potencial productivo de semillas por árbol con  $766,18 \pm 318,79$  y  $717,41 \pm 239,17$  gramos respectivamente, a diferencia de las especies anteriores en *Prosopis sp* se redujo el potencial productivo de semillas por árbol ( $289,07 \pm 136,19$  gramos).

Los resultados obtenidos en la investigación en cuanto a las pruebas estándar de calidad de semillas revelan que todas las especies alcanzaron porcentajes de pureza mayores al 90 %, a excepción de *Tabebuia billbergii* donde el porcentaje de pureza fue del 70,10 %. En cuanto al peso, *Tabebuia billbergii* al tener semillas livianas el peso de 1000 semillas estuvo en 5,30 gramos, con un número aproximado de 188679 de semillas por kilogramo; en cambio el peso de 1000 semillas en *Loxopterygium huasango* fue de 10,10 gramos, con un número de 99010 semillas por kilogramo; *Prosopis sp* obtuvo el peso más alto con 40,91 gramos, pero el número de semillas por kilogramo disminuyó a 24390 unidades. En cuanto al contenido de humedad todas las especies presentaron porcentajes bajos, menores al 40 %, por lo que se clasificó a las semillas de las tres especies como ortodoxas.

En la germinación a nivel de laboratorio, *Prosopis sp* alcanzó un alto porcentaje de germinación (96,75 %), seguido de *Tabebuia billbergii* con un porcentaje de germinación de 76,25 %; para estas dos especies la germinación fue rápida y relativamente homogénea, debido a que a los diez días de la siembra presentaron altos porcentajes de energía germinativa (51 % y 39 % respectivamente). En cambio la germinación de las semillas en *Loxopterygium huasango* fue de 30,25 %, la germinación de las semillas en esta especie fue bastante irregular y tardía (alcanzó el 21 % de energía germinativa a los 30 días, a partir de la siembra).

## SUMMARY

The dry forest from the south of Ecuador are fragile ecosystems that have been destroyed, due to they located in relatively populated areas that keeps an important economic importance to the rural population, providing timber and non-timber products for the substance. Besides, activities as the livestock and agriculture that performs big pressure on these ecosystems, they have caused a terrible damage in the mountain surface that are covered by degraded soils and very eroded. This is the reality that affects the integrity in the dry forests in the province of Loja, this is the reason for restoring the vegetal cover in these natural ecosystems that have become in an imperative necessity that should be supported in an adequate knowledge of the native flora and fauna and the reproductive biology of the species.

The present investigation research was performed with logistic support of The micro propagation vegetal laboratory, “Trough the project generation of propagation protocols for Live In and In vitro elite genotypes of native forest species and promisoristas for reforestation in the region of Ecuador” and it has as a purpose to generate information about the phenology, quality and production of three kinds of forest seeds in the south region of the country. The research was developed in the dry forest of the canton of Zapotillo, Macara and Paltas in the province of Loja, with the next purposes: To determine the time of flowering, fructuacion and defoliation *Prosopis sp*, *Tabebuia billbergii* y *Loxoterygium huasango*; to analyze the relation between phonological phases of three forest species with climatic factors of the área; to determine the productive potential and seed quality analysis at the laboratory of the three forest species by germination of protocols of the International seed Testing Association (ISTA 2007); and disseminating the results of research.

The research was performed in two stages: the stage of the camp, that was performed in the community Limones (cantón Zapotillo), Lucarqui – Bramaderos (cantón Paltas) and in the sectors of Vizin and the International Bridge (cantón Macará), located around 200 kilometers of the Loja city; and the stage of the Laboratory of the Vegetal

Micropropagation, belonging to the Agropecuary agricultural Area and the Renewable Resources of the National University of Loja.

The research was performed in three native species of the dry forest: *Prosopis sp*, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango*, the investigation was developed with a number of ten and nine trees for each specie. The phenological evaluations in the trees was performed monthly, in *Prosopis sp* and *Loxopterygium huasango*, the observations were started in august of 2012 and they finished in july 2013; but in *Tabebuia billbergii* due to a certain species that show supranual fructuacion (each 2 years) the phenological observations were developed since august 2012 until march 2014. In each evaluated specie was found a productive potential of the fruits and seeds in each tree; and also there were made physics analysis of the seeds such as: weight and seed moisture content, viability, germination energy and germination power.

We have as a result that the *Prosopis sp* shows flowering periods between the months of august to november and fruiting from october to february: in contrast the *Loxopterygium huasango* the cycle of flowering started since january to april in the and most intence fructuacion occurred between may and june: the periods of flowering and fruiting for *Tabebuia billbergii* were in the months of january and february.

Considering that in this forests there is a determined seasonal rainfall, but the present research shows irregularities in the phenological process of the three species: *Prosopis sp* shows max flowering stages in this dry season: on the other hand the fruiting of *Loxopterygium huasango* happened in rainy season and more intense dry season happened in fructuacion; on the other hand *Tabebuia billbergii* flowering and fructuacion happened in rainy season.

The trees of *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* got the most productivity potential with seed from each tree with  $766,18 \pm 318,79$  and  $717,41 \pm 239,17$  grams respectively, the differences of the last species in *Prosopis sp* was potentially reduced for each tree ( $289,07 \pm 136,19$  grams).

The obtained results in the present research and the standard evidence of quality of seeds reveal that all the species reached percentages of higher pureness more than the 90 % except the *Tabebuia billbergii* where the percentage of pureness was of 70,10 %. About the weight, *Tabebuia billbergii* that had light seeds the weight of 1000 seeds was of 5,30 grams, with a an approximately number of 188679 of seeds in each kilogram; on the other hand the weight of 1000 seeds in *Loxopterygium huasango* was of 10,10 grams, with a number of 99010 seeds in each kilogram; *Prosopis sp* got the highest weight with 40,91 grams, but the number of seeds in each kilogram decreased to 24390 units. About the content of humidity all the species showed lower percentages 40 %, we classified the seeds in three species as orthodoxies.

In the germination to laboratory level , *Prosopis sp* reached a high percentage of germination (96,75 %), followed by the *Tabebuia billbergii* with a percentage of germination of 76,25 % to this two species of germination was quick and relatively homogeneous, due to the ten days of the sowing they showed high percentages of germination energy (51 and 39 % respectively). In other hand the germination of the seeds in *Loxopterygium huasango* was of 30,25 %, the germination in the seeds in this specie was quite irregular and late (it reached the 21 % of germination energy around 30 days, from the sowing).

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos tropicales son considerados como los biomas más frágiles del planeta, debido a la lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de deforestación y fragmentación por causas naturales o antropogénicas (Pennington *et al.* 2000; Janzen 1988). Debido a las condiciones de sequía que padecen estos bosques, el reclutamiento de plántulas y las tasas de crecimiento son afectados (McLaren y McDonald 2003; Gerhardt 1994).

En los trópicos de América, las mayores regiones de bosque seco incluyen las costas del Pacífico de América Central, desde México hasta Costa Rica, la Península de Yucatán, la Catinga en el noreste de Brasil, el Chaco y la Chiquitania al oeste de Bolivia y en los vecinos de Argentina y Paraguay, en las costas del Pacífico de Ecuador y el noroeste de Perú (Linares y Palomino 2004; Paladines 2003). Estos se presentan generalmente desde el nivel del mar hasta los 1000 m de altitud, aunque en los valles andinos e interandinos de Bolivia llegan hasta los 2800 msnm (Miles *et al.* 2006; Bach *et al.* 1999).

Los bosques secos en Ecuador se ubican al occidente de la cordillera de los Andes, en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, El Oro y Loja. Ocupan una extensión de 28000 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 35 % del país, lamentablemente en la actualidad se estima que ha desaparecido el 50 % (Aguirre 2005). Sin embargo, los bosques secos del suroccidente del Ecuador están caracterizados por poseer una alta diversidad y una extraordinaria cantidad de especies endémicas de diferentes grupos taxonómicos (Linares-Palomino *et al.* 2010, 2011; Best y Kessler 1995).

Los bosques secos del suroccidente de la provincia de Loja, se ubican en áreas con una alta presencia humana, la cual representa el 60 % de la población rural de la provincia de Loja (Aguirre y Kvist 2005). Esta presencia se debe a que estas formaciones se encuentran sobre suelos aptos para la producción agrícola por lo que han sido intervenidos desde siglos pasados (Hocquenghem 1998 citado por Aguirre 2006), pero la mayor intervención se ha venido dando en las últimas décadas, sufriendo una constante degradación causada por la explotación selectiva de las especies maderables de alto valor económico y principalmente por el sobrepastoreo de ganado caprino y bovino, que

afecta la regeneración natural, alterando de esta manera la dinámica del bosque, debido a que el manejo del ganado caprino no se sustenta en un manejo técnico, sino en la capacidad de alimentación de estos animales, que en el pastoreo a campo abierto van arrasando con plántulas de especies valiosas (Aguirre y Kvist 2005; Paladines 2003), produciendo consecuencias nefastas para el bosque, sobre todo en la época seca, en la que no hay muchas plantas comestibles disminuyendo la capacidad de recuperación natural de las especies vegetales de estos ecosistemas.

Ante esta brecha Terán 2014, manifiesta que el Ministerio del Ambiente viene trabajando con la restauración forestal a nivel del país, con la finalidad de recuperar la conectividad y la funcionalidad de ecosistemas, principalmente de los más frágiles y degradados, a través de la implementación de programas que aporten de forma efectiva a la conservación, recuperación de los servicios ecosistémicos y al manejo sustentable de los recursos forestales; así como, al mejoramiento de la calidad de vida de la gente, el fortalecimiento del desarrollo humano y económico. Un ejemplo de ello es el Plan Nacional de Restauración Forestal cuya meta principal es la de reforestar 500 mil hectáreas (en el periodo 2014 – 2017), utilizando especies nativas de interés para la biodiversidad y de uso maderable y no maderable.

Sin Embargo, Ordoñez 2014, señala que en el país aún no existen laboratorios especializados de investigación forestal para cuidar, reproducir y conservar semillas de especies nativas y repoblar viveros con las mismas; y que las pocas investigaciones que se dan a nivel de universidades son de propagación, pero no de disponibilidad, recolección y almacenamiento de material genético.

Bajo esta perspectiva, se pone en consideración la presente investigación: **“Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del bosque seco, provincia de Loja”**; la misma que buscó determinar los períodos de floración, fructificación, defoliación, productividad y calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de especies de importancia ecológica, económica en la región sur del Ecuador; contribuyendo de esta manera a llenar el vacío que existe en el medio sobre esta materia.

La investigación se realizó en los cantones Zapotillo, Macará y Paltas, provincia de Loja; durante el período comprendido entre julio 2012 hasta marzo del 2014, con el auspicio del Proyecto “**Generación de protocolos para la propagación In Vivo e In Vitro de genotipos élites de especies forestales nativas y promisorias para la reforestación en la región sur del Ecuador**”, el mismo que se viene ejecutando en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron los siguientes:

### **Objetivo general**

Contribuir a generar información sobre la fenología y calidad de las semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del bosque seco, para apoyar los programas de forestación y reforestación de la provincia de Loja.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de algarrobo *Prosopis sp*; guayacán *Tabebuia billbergii*; y hualtaco *Loxopterygium huasango*.
- Analizar la relación existente entre las fases fenológicas de las tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.
- Determinar el potencial productivo y analizar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de las tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en el manejo de los recursos forestales del bosque seco de la provincia de Loja.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Fenología**

La fenología es el estudio de las relaciones entre los cambios climáticos estacionales y fenómenos biológicos periódicos como la floración y la fructificación, la brotación de las hojas y la latencia (FAO 1991).

En este sentido el estudio fenológico de las especies forestales es de vital importancia para conocer eventos como la floración y fructificación, es decir, la fenología se transforma en una herramienta importante para descifrar respuestas de los árboles frente a los cambios climáticos, estudio que es primordial en aquellas especies forestales nativas dada su importancia económica, por ejemplo, la comercialización de leña, madera, alimento, además permitir la continuidad de los procesos ecológicos en sus hábitats, como la protección de cuencas hidrográficas y mantenimiento de los procesos naturales (Prado y Valdebenito 2000).

#### **2.1.1. Fases vegetativas y reproductivas que se estudian en las plantas**

Los estudios fenológicos buscan describir la temporalidad de los eventos biológicos cíclicos. A estos fenómenos se los conoce como fenofases y en el ciclo de vida de las plantas es posible distinguir dos: la vegetativa (defoliación) y la reproductiva (floración y fructificación). La fase vegetativa comprende la presencia de hojas y su senescencia; mientras que la fase reproductiva incluye el desarrollo de flores, así como el crecimiento, maduración y dispersión de frutos (Luna 2011).

##### **2.1.1.1. Defoliación**

Fenómeno mediante el cual el árbol queda desprovisto del follaje, muy característico en los bosques de clima templado seco (Holdridge y Boudowsky 1959).

##### **2.1.1.2. Foliación**

Llamada también brotación, consiste en el desarrollo de las yemas de la plantas para dar origen a una hoja o flor (Holdridge y Boudowsky 1959).

### **2.1.1.3. Floración**

Es el desarrollo de las flores desde el momento de abrirse al capullo hasta la marchitez de la flor (Prado y Valdebenito 2000).

### **2.1.1.4. Fructificación**

Comprende el crecimiento inicial del fruto y su retención hasta la madurez. Una planta es fructificante cuando los frutos se desarrollan y se preparan hasta la madurez (Prado y Valdebenito 2000).

## **2.1.2. Acontecimientos fenológicos y elementos del tiempo.**

### **2.1.2.1. Fase**

La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos de la planta se llama fase. Dado que entre la sucesión de fenómenos meteorológicos y la sucesión de las fases de las especies vegetales debe existir una exacta coincidencia de condiciones climáticas, se dice que las plantas en fenología desempeñan un papel análogo al de los aparatos registradores en meteorología (De la Fina y Revelo 1985).

### **2.1.2.2. Fechas**

La anotación de una fecha en que se produce una determinada fase, se denomina fenodata. En fenología se trazan las isofenas, que son líneas que unen puntos donde un fenómeno de la naturaleza (fase) tiene lugar en la misma fecha (Salinas y Cueva 1982).

## **2.1.3. Influencia de algunos factores del clima en las fases fenológicas.**

En las regiones vecinas y en el Ecuador la temperatura y precipitación son muy constantes durante todo el año, sucediendo lo mismo con la duración del día que siempre es de aproximadamente 12 horas. Bajo estas condiciones las plantas no presentan periodicidad en su desarrollo y en cualquier época pueden crecer, florecer, fructificar y en ciertos casos perder completamente sus hojas como ocurre con especies que se desarrollan en el bosque seco, esto debido a las largas épocas de estiaje (De la Fina y Revelo 1985).

Las regiones con régimen de precipitación ecuatorial prácticamente carecen de estaciones anuales y el ritmo fenológico está determinado por el clima. Como la precipitación anual se produce alternadamente, se puede diferenciar entre época seca y lluviosa, cada una de estas épocas imprime su ritmo en la vegetación (Lamprecht 1990).

La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos, sus variaciones producen influencias marcadas y determinan el desarrollo y distribución de las plantas, la acción combinada de la temperatura y la humedad inciden directamente sobre la forma de crecimiento y forma de vida de las especies (Agudelo 1993).

#### **2.1.4. Observación Fenológica.**

La observación de los fenómenos fenológicos, se pueden realizar mediante las siguientes normas:

No debe registrarse la fecha de un fenómeno hasta que no esté bien confirmada su aparición en muchas plantas. Según García y García 1978, debe tomarse buena nota de fecha y mes de las siguientes características:

- Floración (primeras flores); los estambres de las flores son bien visibles.
- Brotación (primeras hojas); árboles verdeando unos días después del brote.
- Fructificación (maduración de frutos); color y tamaño apropiado.
- Defoliación (caída de las hojas); las ramas van quedando desnudas.
- Recolección (cosecha de semillas).

#### **2.1.5. Importancia de la Fenología.**

Según Velepucha y Hurtado 1987, no solamente es importante para la comprensión de las comunidades forestales, sino también constituye un indicador de la respuesta de estos organismos a las condiciones climáticas y edáficas de la zona.

Así mismo los estudios de observación fenológica permiten prever las épocas de reproducción de árboles, sus ciclos de crecimiento vegetativo y algunas otras

características de gran ayuda para el desarrollo de un plan adecuado de ordenamiento del bosque. Además, son muy útiles para establecer los momentos de cruzamiento o de colección de polen, semillas o estacas; así como su envasado y almacenamiento. Sirve para fijar la secuencia de operaciones en el vivero y para que las plantaciones sean hechas cuando las condiciones climáticas sean favorables.

## **2.2. Semillas forestales**

Los elementos de la propagación sexual de las especies forestales son las semillas, a veces limpias, y otras veces utilizando el fruto completo. La totalidad de las especies de plantas superiores que viven en la naturaleza se reproducen por vía de la fecundación genética, es decir, las semillas. La descendencia sexual de cualquier especie se produce por alogamia o autogamia, aunque en la mayoría de las especies la polinización cruzada es más frecuente, produciendo individuos heterocigotos, (tomado de Álvarez y Varona 1988).

### **2.2.1. Definición de semilla**

La semilla constituye una estructura llena de alimento para el embrión, al que protege y conserva, buscando condiciones favorables para su desarrollo, con la meta final de preservar la especie (Estrella 1999).

Sugden 1984, define a la semilla como el óvulo fertilizado maduro. La semilla es producto de la reproducción sexual y el medio por el cual la descendencia de una planta puede extenderse a otros lugares. La semilla va cubierta de una testa y contiene un embrión y endospermo.

### **2.2.2. Generalidades sobre las semillas forestales**

El crecimiento de la estructura interna y externa de la semilla de las especies es de primordial importancia para el técnico forestal, ya que sirve de base para determinar que tratamientos y métodos deben aplicarse para lograr su mejor germinación, siembra y obtención de plantas de óptima calidad.

Además de estas características intrínsecas y extrínsecas de las semillas, se debe conocer una serie de datos relacionados con su origen y autenticidad, características ambientales del sitio y características fenológicas de los árboles, de donde se obtuvieron las semillas.

Con el conocimiento de las características generales de las semillas se podrá planificar en forma adecuada la producción de plantas en vivero, desde la recolección y almacenamiento de las semillas hasta obtener plantas del tipo y calidad apropiadas, (Loaiza 1992).

### **2.2.3. Características generales de las semillas forestales**

La semilla está constituida por un embrión en estado latente, que posee un rudimento radical que dará origen al sistema radicular y un rudimento de yema que constituye el ápice vegetativo y que dará origen al tallo de la planta. También poseen un tejido denominado endospermo y tejidos protectores que se denominan tegumento seminal externo. La parte más externa de este tegumento seminal se denomina epispermo. Cada especie tiene un tipo característico de semilla que la diferencia de otras especies y además es un factor indicador de la misma. Entre las características generales más importantes de las semillas se tiene las siguientes: tamaño, peso, forma, aspecto externo y color (Loaiza 1992).

### **2.2.4. Calidad de semillas forestales**

La calidad de las semillas forestales es de gran importancia, ya que estas se dañan con mayor facilidad y rapidez que las semillas agrícolas, los innumerables fracasos en siembras directas en el terreno y en la producción de las plantas en vivero, se ha debido a una mala calidad de las mismas (Loaiza 1992), por lo tanto es necesario considerar los siguientes parámetros:

#### **2.2.4.1. Origen y autenticidad**

El término se refiere a que las semillas forestales deben recolectarse de árboles de buen porte, sanos, vigorosos, de mediana edad y buena forma del fuste; después de conocer el origen de procedencia de un árbol semillero, se determina su autenticidad mediante un

examen general de sus características externas, comparándolas con la existencia de lotes llegados anteriormente o revisando bibliografía que trate su descripción sobre tamaño, peso, color, aspecto externo, brillo (Loaiza 1992).

#### **2.2.4.2. Peso y dimensiones**

De acuerdo a la investigación de Loaiza 1992, quien indica que se ha comprobado que semillas de una especie y de un mismo lote, cuyas dimensiones son mayores presentan una mejor calidad que las pequeñas y la mayoría resultan con una mayor fuerza germinativa y forman plantas más desarrolladas y vigorosas. En relación con el peso, se puede decir que presentan grandes variaciones dentro de una misma especie especialmente cuando se trata de semillas recolectadas en distintos niveles de madurez.

#### **2.2.4.3. Edad y madurez**

La edad de la semilla o tiempo de cosecha es el lapso entre su maduración y el momento en que se va a usar (Álvarez y Varona 1988). La madurez de la semilla es una condición intrínseca y se logra cuando su embrión está totalmente desarrollado, encontrándose las sustancias de los cotiledones, aptas para ser asimiladas, este es el momento más propicio para sembrarlas y obtener como consecuencia un mejor proceso de germinación y plantas de óptima calidad (Loaiza 1992).

#### **2.2.4.4. Pureza**

Con la expresión semilla pura se hace referencia a la semilla de la especie que se trate, así se considera como impurezas a las semillas de otras especies arbóreas, estructuras seminales separadas, de malas hierbas, atacadas por plagas, fragmentos de hojas, ramas, piedritas y tierra (FAO 1991).

#### **2.2.4.5. Viabilidad y poder germinativo**

Loaiza 1992, define a la viabilidad como el período de vida de la semilla, durante el cual tiene la posibilidad de germinar, mientras que la capacidad germinativa es la fuerza o capacidad que tienen las semillas para germinar y dar origen a plantas normales.

#### **2.2.4.6. Energía germinativa**

Se define como la velocidad o rapidez de germinación de una muestra de semillas en un período fijo (Loaiza 1992). El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente solo las que germinen con rapidez y vigor en las condiciones favorables del laboratorio serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (FAO 1991).

#### **2.2.5. Características generales de los árboles semilleros.**

Los árboles semilleros son aquellos seleccionados por sus buenas características para producir semillas de adecuada calidad, las cuales pueden estar ubicadas en bosques naturales o artificiales, arboreto, jardines botánicos y huertos de semillas forestales.

La finalidad de los árboles semilleros es asegurar una producción mediante una fructificación regular de las especies que interesa producir en los viveros forestales para cumplir con los proyectos de investigación relacionados con la forestación.

##### **2.2.5.1. Edad del árbol semillero.**

Se debe seleccionar árboles de mediana edad. Se debe escoger árboles que hayan alcanzado su madurez fisiológica, para ofrecer una alta producción de semillas y deben desecharse aquellos árboles muy jóvenes o muy viejos.

##### **2.2.5.2. Fecha de fructificación.**

Es de gran importancia para establecer los calendarios de cosecha, cuidados culturales y tratamientos adecuados para obtener una apropiada producción de semillas.

##### **2.2.5.3. Régimen de fructificación.**

Este dato también es muy importante para la elaboración del calendario fenológico; para la recolección de frutos y para conocer la frecuencia de fructificación de las diferentes especies forestales.

#### **2.2.5.4. Producción de frutos y semilla.**

Es necesario conocer la cantidad de frutos y semillas que produce cada árbol, rodal y huerto semillero para obtener mayores bases para la planificación de la producción de las especies seleccionadas y también para decidir la aplicación de tratamientos adecuados de acuerdo a la especie para mejorar la producción. Entre otras características que se deben tomar en cuenta en los árboles semilleros es: tener un fuste recto, crecimiento más o menos rápido y desarrollo uniforme, saludables, resistentes a plagas y enfermedades, alta producción de semillas y de alto poder germinativo.

### **2.3. Normas Internacionales para el análisis de semillas forestales en laboratorio (ISTA).**

Para analizar la calidad de un lote de semillas se realizan ensayos mediante la aplicación de métodos normalizados y fiables formulados por la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA 2007), de manera que los resultados que se obtengan sean uniformes y reproducibles. Este análisis es útil para evaluar futuros métodos de recolección, control de enfermedades y plagas, manejo adecuado para el almacenamiento, tratamientos pre-germinativos y siembra, de este modo el análisis es una herramienta que permite optimizar los procesos de manipulación de semillas y disminuir las pérdidas en producción de plantas.

#### **2.3.1. Pureza**

El análisis de pureza tiene por finalidad determinar la composición, en peso, de una muestra que será objeto de ensayo. El tamaño de la muestra para el análisis oscila entre un mínimo de 0,5 gramos hasta un máximo de 1000 gramos para semillas muy grandes (FAO 1991).

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 partículas inertes que están constituyendo la muestra, así como semillas que hayan sido atacadas por insectos.

### **2.3.2. Peso de la semilla**

Se expresa como el peso de 1000 semillas puras por kilogramo, ISTA 2007, prescribe ocho réplicas de 100 semillas puras cada una.

### **2.3.3. Contenido de humedad**

El contenido de humedad y la temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de semillas. 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 (Aponte y Sanmartín 2008).

### **2.3.4. Viabilidad**

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

### **2.3.5. Germinación o poder germinativo**

Los ensayos de germinación que se efectúan en laboratorio tienen por finalidad estimar el número de semillas que pueden germinar en condiciones óptimas (William 1991). De acuerdo a las normas ISTA 2007, las pruebas de germinación deben hacerse con semillas puras y en una muestra de 400 semillas como mínimo, los cuales son subdivididos en cuatro lotes de 100 granos cada uno, al azar.

### **2.3.6. Energía germinativa**

La energía germinativa es el porcentaje de semillas que germina en un determinado período de tiempo. Representa la velocidad de germinación y la rapidez de la semilla para desarrollar una plántula normal. El tiempo estipulado para calcular el porcentaje de

semillas varia con la especie y suele ser aproximadamente de  $\frac{1}{4}$  del tiempo total que se considera para evaluar la germinación o poder germinativo. La energía germinativa es un parámetro muy útil porque da una idea de la cantidad de la semilla que rápidamente emergerá en el campo.

## **2.4. Especies forestales nativas**

### **2.4.1. Importancia de las especies forestales nativas**

La flora nativa se caracteriza por ser el conjunto de especies que pertenecen a hábitats naturales, siendo parte de ecosistemas muy ricos en biodiversidad, aislados de agresiones antrópicas y de la influencia de su distribución actual.

Según Loján 1992, para ir mejorando el uso de estos recursos se debe saber qué utilidad tienen los árboles, donde se encuentran, cuales especies son apropiadas, como se propagan y donde se las debe promocionar. La forestación con especies nativas en el ámbito nacional tienen muchas limitantes, como por ejemplo no hay investigaciones que permitan con certeza y fiabilidad desarrollar actividades de producción y plantación de especies nativas (Paredes 1997).

Ampliar el propósito de protección y conservación significa, incrementar y motivar el interés por la reforestación con especies nativas dada que estas tienen características propias que las hacen adecuadas para este propósito, por su adaptación al medio, su capacidad de regeneración, su diversidad de uso y su resistencia a plagas y enfermedades (Cueva 1997).

Tradicionalmente estas especies sirven para satisfacer necesidades de alimentación, medicina, vivienda, combustible, madera y ornamentación. Modernamente se reconoce su utilidad, tanto en el área urbana como en el área rural, por los servicios que prestan, lo cual no puede sustituirse con otras alternativas (Loján 1992).

## 2.4.2. Descripción de las Especies Forestales en estudio.

Una sección importante es la descripción de acuerdo a los atributos botánicos sencillos de diferenciar en el campo, por ello a continuación se detalla rápidamente la descripción botánica de tres especies forestales nativas de bosque seco que forman parte de la investigación.

### 2.4.2.1. *Prosopis sp* – Algarrobo.

**Familia:** MIMOSACEAE

**Género:** *Prosopis*

**Descripción botánica:** Árbol espinoso, de 6 - 15 m de altura. Fuste ramificado con diámetros que varían de 40-80 cm de DAP. Copa horizontal globosa de 8 - 12 m de diámetro. Corteza parda negruzca fisurada. Hojas compuestas bipinnadas, comúnmente con pocos pares de espinas opuestas, folíolos pequeños y oblongos. Flores pequeñas de color crema, en inflorescencias en espigas densas amarillas. Frutos legumbres drupáceas de 12 - 15 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro, indehiscentes, lineales. Semillas ovoides, achatadas, duras y de color marrón cuando está madura. Especie heliófita de rápido crecimiento y larga vida, se reproduce por semilla, prefiere suelos aluviales profundos. (García 2006).

**Usos:** la **madera** es usada para construcciones rurales, postes, carpintería, parquet, leña y carbón. Las **hojas:** molidas se cocinan y previo colado se aplica en gotas para la irritación de los ojos; para sanar la hinchazón de los ojos se hierven y se colocan como compresas; se toma la cocción de las hojas en caso de infección bucal (Velásquez 1998). Las **vainas** para la obtención de café y algarrobina o como forraje para el ganado caprino y vacuno. La **corteza** para elaborar goma, obtención de taninos, remojada y hervida se toma para el escorbuto, las llagas y los riñones; también es usado para males del hígado y como antidiarreico. Es una especie apta para Sistemas Agroforestales (SAF) y repoblación forestal (Valverde 1998), se la utiliza para el control de la desertificación.

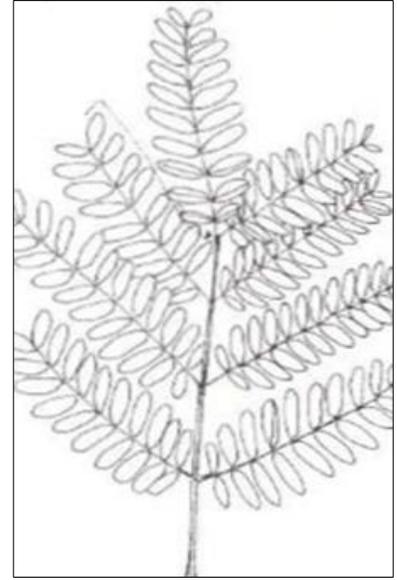
A continuación se presenta algunas fotografías donde se puede observar la descripción botánica de la especie *Prosopis sp*



**Figura 1.** Árbol Semillero



**Figura 2.** Rama terminal



**Figura 3.** Hoja



**Figura 4.** Inflorescencia



**Figura 5.** Frutos



**Figura 6.** Semillas

#### 2.4.2.2. *Tabebuia billbergii* - Guayacán negro.

**Familia:** BIGNONIACEAE

**Género:** *Tabebuia*

**Especie:** *billbergii*

**Clasificador:** (Bureau & K. Schum.) Standl.

**Sinónimos:** *Tecoma billbergii* Bureau y Schumann, *Tabebuia ecuadorensis* Standley.

**Distribución:** Va desde México hasta la parte norte de América del Sur (Venezuela, Ecuador y Perú), en áreas de clima intertropical semiárido, en elevaciones bajas con clima secos a húmedos. Su floración, deja una alfombra de flores amarillas, la fructificación se producen durante la época seca (de noviembre y diciembre), de manera que las semillas puedan aprovechar las primeras lluvias. Esta especie es endémica del bosque seco de las costas de Ecuador y Perú. En Ecuador crece en las provincias de Guayas, Manabí y Loja (Jorgense y León 1999).

**Descripción botánica:** Árbol caducifolio de 12 a 14 m de altura y 20 - 25 cm de DAP. Fuste cilíndrico. Corteza parda oscura, marcadamente fisurada. Ramitas de color café-oscuro, pubescente. Hojas compuestas, opuestas, decusadas, digitadas (palmadas), de 3 - 5 folíolos, ovados, angostos que miden 10 cm de longitud y 5 cm de ancho. El folíolo terminal es más grande que los laterales, ligeramente pubescentes en el haz, borde entero, de ápice agudo acuminado. Flores con cáliz campanulado, de 6 - 8 cm de longitud, dispuestas en una inflorescencia racimosa terminal de 6 - 8 flores. Fruto una cápsula lineal oblonga de 17 - 25 cm de longitud por 8 - 10 mm de ancho; con pelos diminutos dispersos; café oscuro cuando se secan. Sus semillas son delgadas y tienen alas transparentes membranosas. (Ministerio de Agricultura del Perú 2002).

**Usos:** La **madera** tiene color particular, la albura es clara y el duramen muy oscuro. Se usa para aserrado, parquet, postes, vigas, pilares, es cotizada para artesanías y carpintería. Las **hojas** y **flores** dan un excelente forraje para ganado caprino y bovino (Ministerio de Agricultura del Perú 2002).

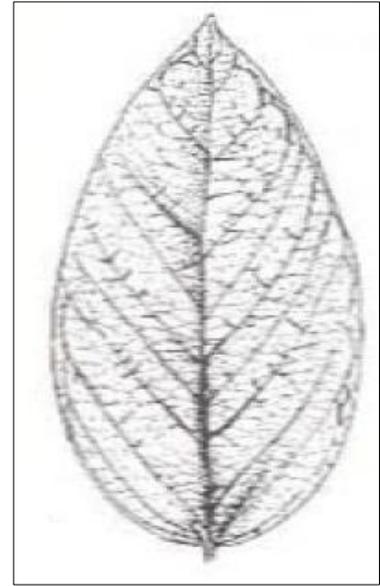
A continuación se presenta algunas fotografías donde se puede observar la descripción botánica de la especie *Tabebuia billbergii*.



**Figura 7.** Árbol Semillero



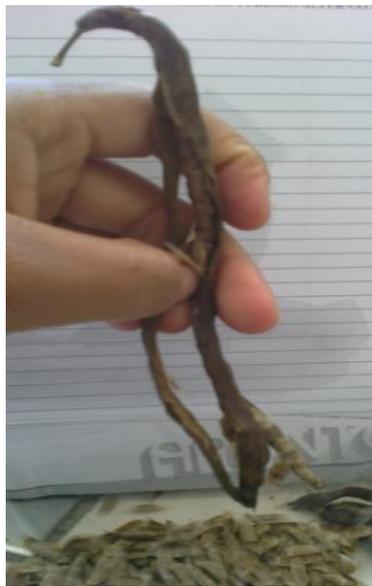
**Figura 8.** Rama terminal



**Figura 9.** Hoja



**Figura 10.** Flores



**Figura 11.** Frutos



**Figura 12.** Semillas

#### 2.4.2.3. *Loxopterygium huasango* - Hualtaco.

**Familia:** ANACARDIACEAE

**Género:** *Loxopterygium*

**Especie:** *huasango*

**Clasificador:** Spruce ex Engl.

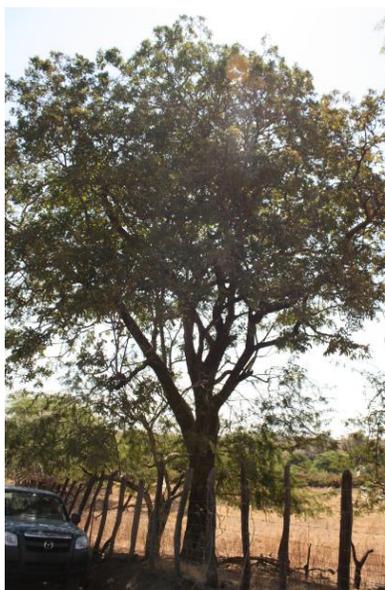
**Distribución:** Esta especie se encuentra distribuida en la región tumbesina, en las costa de Perú y Ecuador, y el hábitat que prefiere son temperaturas que están alrededor de los 24 °C, precipitaciones medias anuales de 250 a 800 mm y altitudes de 0 a 800 msnm. En Ecuador habita en planicies y zonas montañosas de bosque seco, en las provincias de Guayas, El Oro y Loja, crece entre 0 - 200 msnm (Jorgensen y León Yáñez 1999). Según la clasificación de Holdridge se desarrollan en las zonas de vida: bosque muy seco y bosque seco pre-montano. Crecen en suelos de textura moderadamente fina o fina con presencia de gravas superficiales y es frecuente cerca de las quebradas (Aguirre y Aguirre 1999).

**Descripción botánica:** Árbol caducifolio, de 15 – 20 m de altura, 40 cm de DAP. Fuste irregular, muy ramificado. Copa globosa, frondosa, con follaje casi siempre amarillento. Corteza lisa, color café cuando joven, cuando es adulto la corteza es marrón, se desprende en placas rectangulares. Exuda un látex cremoso que fluye en gotas gruesas. Hojas compuestas, alternas, imparipinadas, de 30 – 40 cm de longitud. Flores muy pequeñas, de 3 mm de longitud, verde-blanquecino, formando espigas compuestas, axilares. Frutos es una sámara de color café, de 1 a 1,5 cm y son dispersadas principalmente por el viento. El número de semillas por kilogramo es de 100000 (Aguirre 2002, Velásquez 1998, González *et al.* 2005).

**Usos:** Su **madera** es muy resistente al contacto con el suelo y es usado en la construcción de cercos que pueden resistir varias décadas. Para la construcción de viviendas su madera se la usa como postes, vigas, astillas para las paredes y también se usan como leña. En la medicina su **resina** es usada para frotaciones reumáticas, como repelente y anestésico para extraer dientes. Cuando está en floración los pelos urticantes

de la **hoja** producen ronchas a las personas alérgicas. El **follaje** es utilizado como forraje del ganado.

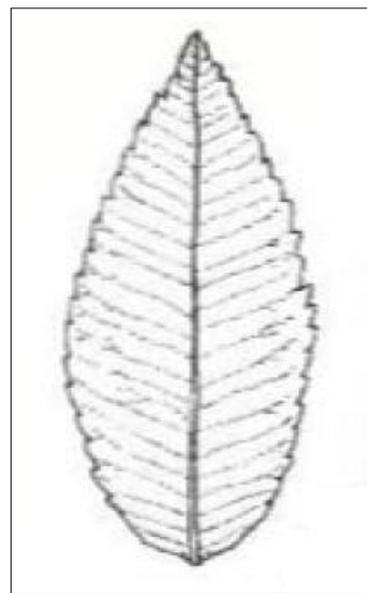
A continuación se presenta algunas fotografías donde se puede observar la descripción botánica de la *Loxopterygium huasango*.



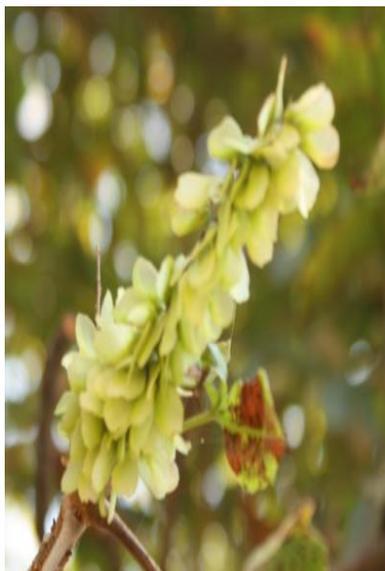
**Figura 13.** Árbol Semillero



**Figura 14.** Rama terminal



**Figura 15.** Hoja



**Figura 16.** Inflorescencia



**Figura 17.** Frutos



**Figura 18.** Semillas

## 2.5. Estudios similares desarrollados

De acuerdo a la base de datos de la biblioteca del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de La Universidad Nacional de Loja, se cuenta con varios estudios sobre fenología y análisis de calidad de semillas desarrollados en especies nativas. A continuación se detallan algunos:

### 2.5.1. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia del Oro, para la reforestación en áreas de explotación de material pétreo y embellecimiento vial del proyecto Huaquillas – Santa Rosa, (Iñiguez 2009).

Las especies que se utilizó para este trabajo fueron: *Ochroma pyramidale* (Balsa), *Ceiba pentandra* (ceibo), *Schizolobium parahybum* (Pachaco), *Plitchardia pacifica* (Palma Abanico), *Roystonea regia* (Palma Botella) y *Leucaena leucocephala* (Leucaena).

Respecto a las pruebas de germinación realizadas en laboratorio, se tuvo que tres de las especies estudiadas (*Schizolobium parahybum*, *Ceiba pentandra* y *Leucaena leucocephala*) obtuvieron el 90, 75 y 86 % respectivamente, considerándose de este modo las más sobresalientes con los más altos porcentajes de germinación; valores que al parecer se debieron al hecho de haber utilizado semillas de excelente calidad.

A diferencia de (*Ochroma pyramidale* con 44 %, *Plitchardia pacifica* 22 % y *Roystonea regia* con 17 %) que obtuvieron bajos porcentajes; resultado que se debió a la ausencia de elementos ambientales apropiados (temperatura variable, microorganismos, luz, espacio, etc.) que contribuyen a la desintegración física de la semilla, importante para que pueda germinar.

En cuanto al proceso de germinación en vivero; la especie *Schizolobium parahybum* obtuvo el 90 % de germinación, *Leucaena leucocephala* el 96 %, *Ceiba pentandra* el 94 %, *Ochroma pyramidale* el 92 %; lo que demostró que los tratamientos aplicados a cada una de estas especies dio muy buenos resultados; y tomando en cuenta las condiciones en que se encontraban éstas ya sea en temperatura, espacio, luz, riego, y

más labores de cuidado permitió determinar que son especies con un alto poder de propagación.

En tanto que las especies *Plitchardia pacifica* con el 12 %, *Roystonea regia* con el 18 % obtuvieron los más bajos resultados de poder germinativo debido a que su estructura física de la semilla es muy dura y los tratamientos aplicados no fueron los óptimos para alcanzar la germinación.

### **2.5.2. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia de Loja, (Chamba y Chimbo 2002).**

Las especies utilizadas en este trabajo fueron *Terminalia valverdeae*, *Loxopterygium huasango*, *Bursera graveolens*, *Geoffroea spinosa*, *Centrolobium ochroxylum* y *Myroxylum peruiferum*. De acuerdo a los resultados obtenidos la germinación en laboratorio fue inferior a la obtenida en vivero.

En cuatro especies, los mejores niveles de germinación se obtuvieron sembrando semillas sin tratamiento. Sin embargo en la *Terminalia valverdeae*, la germinación estuvo influenciada positivamente por el remojo en agua durante 72 horas, con lo cual se obtuvo un 21 % de germinación, valor que es relativamente bajo. Mientras que en la especie *Loxopterygium huasango*, se logró mejor germinación con el remojo de las semillas en agua por 12 horas.

Los niveles de germinación en vivero fueron variables, pero las especies que mejor se propagaron fueron *Geoffroea spinosa* (95,3 %) y *Centrolobium ochroxylum* (86 %). En tanto que las especies *Terminalia valverdeae* (12,25 %), *Loxopterygium huasango* (24,5 %) y *Bursera graveolens* (50,25 %) alcanzaron bajos porcentajes de germinación, lo cual indica que son difíciles de propagarse por semillas. El mayor desarrollo en altura, se observó en la especie de *Centrolobium ochroxylum*, con promedio de 37,1 cm en 90 días de permanencia en el vivero.

### **2.5.3. Fenología y propagación de tres especies de Podocarpáceas por semillas y estacas, (Ríos y Ríos 2000).**

Los resultados obtenidos en este trabajo son: *Proumnopitys montana* inició su floración el 15 de agosto y declinó a mediados de enero; mientras que *Podocarpus oleifolius* floreció a mediados de septiembre y declinó los primeros días de febrero. En cambio el *Podocarpus sp* empezó a florecer los primeros días de agosto y declinó la tercera semana de diciembre.

La fructificación del *Proumnopitys montana*, inició el 15 de octubre y declinó a mediados de febrero; el *Podocarpus oleifolius* fructificó en los primeros días de noviembre y declinó el 15 de marzo y; el *Podocarpus sp*, fructificó a mediados de septiembre y declinó los primeros días de febrero. En los árboles de las tres especies, el período de mayor producción de semillas, se dio en los meses de enero a marzo; dependiendo de las condiciones climáticas de cada año.

En cuanto a la germinación, en el laboratorio las semillas de Podocarpácea no lograron germinar con ninguno de los métodos sugeridos; mientras que en el vivero germinó solo el testigo; pero se obtuvo bajos porcentajes de germinación; el *Proumnopitys montana* obtuvo el 21,3 %, el *Podocarpus sp* el 15 % y el *Podocarpus oleifolius* presentó una germinación del 8,8 %.

### **2.5.4. Identificación de fuentes semilleras y estudio fenológico de cinco especies forestales nativas del sitio Uritusinga, cantones Loja y Catamayo, (García y Morocho 2003).**

Las especies utilizadas en este trabajo fueron *Cedrela montana*, *Clethra fimbriata*, *Clethra revoluta*, *Hyeronima macrocarpa* y *Ocotea infrafoveolata* en el sitio Uritusinga.

Los resultados obtenidos indican que durante el período de seguimientos se llegó a determinar que en las especies en estudio el período más intenso de lluvias y menor temperatura influyó en un proceso más largo de desarrollo y maduración de los frutos, situación que es contraria en los meses más cálidos del año y de menor precipitación. Después de los meses más cálidos y de menor precipitación el grado de intensidad de

floración fue más alto, pero esto dependió de la periodicidad con que florece cada especie. También señala que la presencia de heladas influyó de manera adversa en especies susceptibles como *Cedrela montana*, donde se produjo la pérdida de flores y frutos en un 98 %.

En el análisis de calidad física de semillas indican, que a menor tamaño de las semillas mayor será el porcentaje de impureza, de la misma manera por su tamaño el número de semillas varían en las especies en estudio, en las semillas de *Cedrela montana* que son semillas de tamaño mediano se presentó un promedio de 27000 semillas puras/Kg, mientras que en semillas pequeñas como *Clethra finbriata* y *Clethra revoluta* el número de semillas puras fue de aproximadamente 10000000 – 25500000 semillas puras/Kg respectivamente, en el caso de *Hyeronima macrocarpa* donde las semillas son una drupa el número de semillas puras/Kg que se encontró fue de 9800.

En base a los ensayos de germinación indican que *Cedrela montana* perdió rápidamente variabilidad a partir de un mes de la cosecha, mientras que las especies *Clethra finbriata* y *Clethra revoluta*, la disminución del poder germinativo empezó a partir de dos semanas después de ser cosechadas, en el caso de *Hyeronima macrocarpa*, fue necesario aplicar un tratamiento mecánico que ayudó a mejorar su porcentaje de germinación.

#### **2.5.5. Fenología y propagación en vivero de especies forestales nativas del bosque protector “El Bosque”, (Díaz y Loján 2004).**

Las especies estudiadas fueron: *Alnus acuminata*, *Cedrela montana*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Cupania sp*, *Junglans neotropica*, *Prumnopitys montana*, *Podocarpus oleifolius* y *Myrica pubescens*. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Existió variación en la intensidad, rango de duración y presencia de los fenómenos fenológicos entre individuos de una misma especie como en todas las especies, presentándose en rangos de intensidad entre 70 a 90 % en floración y de 20 a 70 % de fructificación.

En los procesos fenológicos de las especies *Alnus acuminata*, *Cupania sp*, *Clethra revoluta*, *Prumnopitys montana*, florecieron en época seca y fructificaron en época de lluvia a excepción de *Cedrela montana*, que fructificó en época seca, *Cinchona officinalis*, *Myrica pubescens* que florecieron y fructificaron a lo largo de todo el año.

La calidad física de la semilla en *Alnus acuminata*, *Cupania sp*, *Clethra revoluta*, *Cinchona officinalis*, *Juglans neotropica*, varió entre árboles seleccionados. Todas las especies nativas en estudio alcanzaron porcentajes de sobrevivencia a la germinación de más de 80 % a excepción de *Clethra revoluta* que alcanzó el 66,7 %.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

La investigación se realizó al suroccidente de la Provincia de Loja, en los cantones Zapotillo, Macará y Paltas, donde se encontró mayor representatividad bosque seco (ver gráfico 19). El área tiene una extensión total de 2940 Km<sup>2</sup> y posee una variación altitudinal que va de 0 a los 1000 msnm. La temperatura media anual es de 26 °C y la precipitación media fluctúa entre 300 y 700 mm, dependiendo del año (Paladines 2003).

Aguirre-Mendoza *et al.* 2013, en un estudio de regeneración natural que se desarrolló en los bosques secos de la provincia de Loja, localizados entre 200 a 1.000 msnm, destacaron tres grupos muy diferenciables de bosque seco basándose principalmente en la fisonomía y estructura del mismo:

**Grupo I.** Bosque seco de *Cordia macrantha*, *Terminalia valverdeae* y *Simira ecuadorensis*.- Caracterizado por la presencia de: *Cordia macrantha*, *Terminalia valverdeae* y *Simira ecuadorensis*. Además la existencia de *Tabebuia billbergii*, *Piscidia carthagenensis* *Loxopterygium huasango*, *Prosopis juliflora* y *Ceiba trichistandra*, el dosel alcanza 18 m y se diferencian tres estratos. Se desarrollan entre 200 a 600 msnm, en las zonas de La Ceiba, Cazaderos, Mangahurco, Cochas, Romeros y Paletillas; en terrenos con pendientes de 25°. En el área se registra una precipitación anual de 510,8 mm, la temperatura media anual es de 24,9 °C. La vegetación es densa (> 700 individuos/ha).

**Grupo II.** Bosque seco de *Tabebuia chrysantha*, *Calliandra taxifolia* y *Citharexylum gentryi*.- Está caracterizado por la presencia de *Tabebuia chrysantha*, *Cytherexylum gentryi*, *Calliandra taxifolia*, *Prosopis juliflora*, *Simira ecuadorensis*, *Prockia crucis*, *Piscidia carthagenensis* y *Cochlospermum vitifolium*. La vegetación es semidensa (500 - 700 individuos/ha) a rala (300 - 499 individuos/ha). Se desarrolla entre 300 a 700 msnm, en las zonas de Vicín, Algodonal, Machanguilla, El Vergel y Laguar; en terrenos con pendientes de 30 a 35°; precipitación anual de 600 mm y temperatura

media anual de 24 °C (Webber, 2009). La altura del dosel es de 16 m y se diferencian tres estratos.

**Grupo III.** Bosque seco de *Eriotheca ruizii*, *Ipomoea pauciflora*, *Leucaena trichodes* y *Erythrina velutina*.- Las especies típicas son *Eriotheca ruizii*, *Erythrina velutina*, *Loxopterygium huasango*, *Ipomoea pauciflora* y *Leucaena trichodes*, y la presencia de *Pisonia aculeata*, *Ceiba trichistandra* y *Bursera graveolens*. Se desarrolla entre 400 a 1000 msnm, abarca las zonas de Laipuna, El Empalme y Lucarqui. Se encuentran sobre terrenos con pendientes de hasta 60°. La densidad de la vegetación es rala (300 - 499 individuos/ha), la altura del dosel es de 13 m y la fisiografía del terreno es muy irregular. El área registra una precipitación anual de 600 mm, la temperatura media anual es de 24,5 °C.

En cuanto a los suelos son arcillosos, que en temporada lluviosa forman lodazales, mientras que en temporada seca se manifiestan con grandes grietas. (Herbario Loja 2001). La principal actividad productiva es el pastoreo de ganado caprino y en menor escala de ganado bovino; y el cultivo de grandes extensiones de maíz.

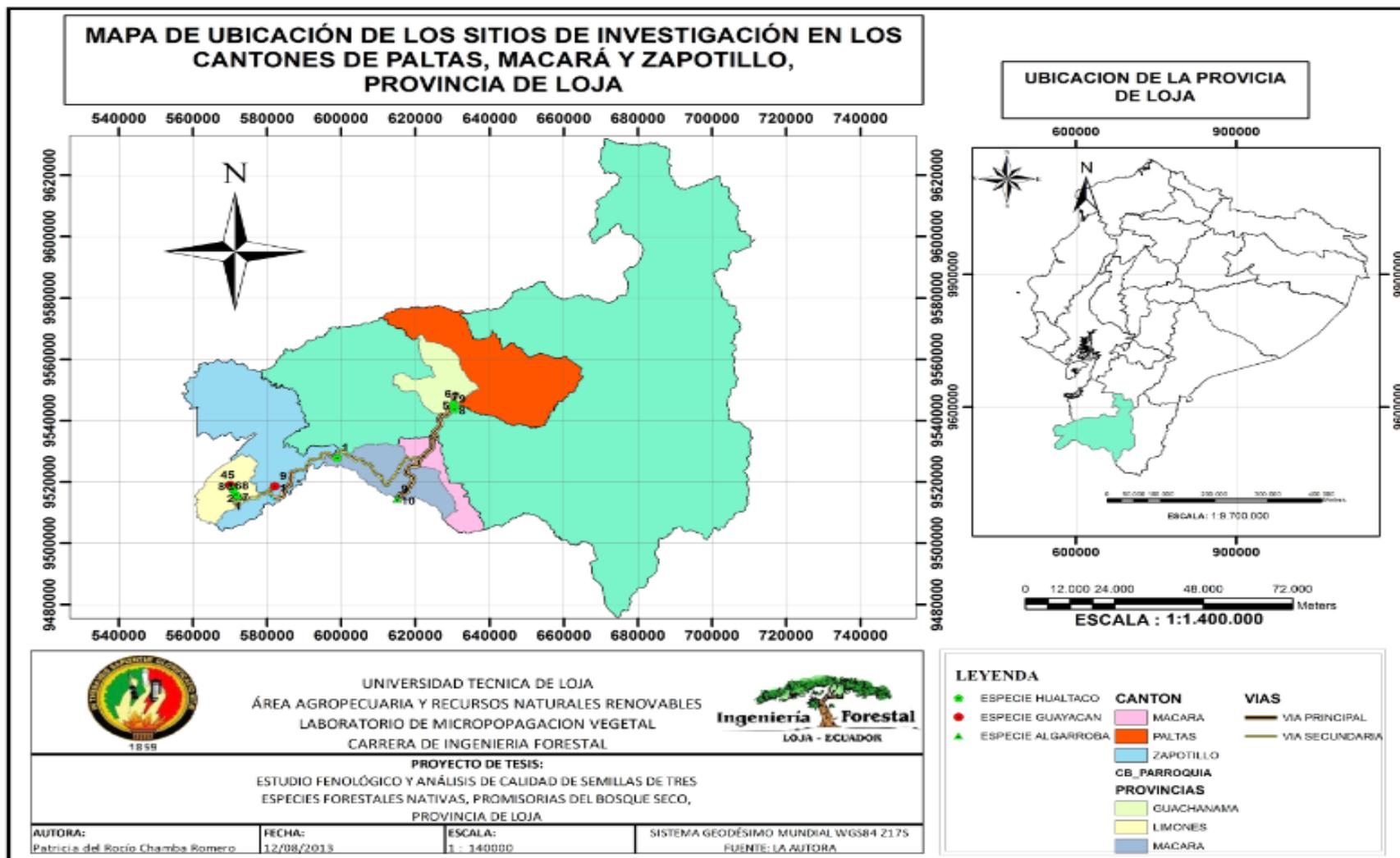


Figura 19. Mapa de ubicación de la investigación.

### **3.2. Fases del trabajo de investigación**

La investigación tuvo dos fases: de laboratorio y de campo.

#### **3.2.1. Fase de Laboratorio**

Esta se efectuó en el laboratorio de Micropropagación Vegetal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, a 3 Km del sur de la ciudad de Loja, vía a Malacatos. Esta fase consistió en determinar los parámetros relacionados con productividad y calidad de las semillas en base a la metodología estandarizada del Internacional Seed Testing Association (ISTA), cuyas pruebas de calidad se realizaron a cada especie seleccionada, tales como: pureza, pesaje, contenido de humedad, poder germinativo, energía germinativa y viabilidad.

#### **3.2.2. Fase de Campo**

La fase de campo se ejecutó en los sectores de: Lucarqui – Bramaderos (Paltas), Puente Internacional - Vizin (Macará) y Limones (Zapotillo); lugares en los que se identificó los individuos y recolectó el material vegetal necesario para realizar el análisis de calidad de las semillas y productividad de frutos, como también tomar datos fenológicos de cada especie en estudio.

### **3.3. Selección de especies forestales**

Las especies vegetales fueron seleccionadas tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- El valor comercial, ecológico y cultural.
- Estado de conservación regular.
- Importantes para el rescate de la biodiversidad (estado de conservación del bosque seco).
- Ubicados en zonas accesibles y cercanas a centros poblados.
- Interés por parte de la institución auspiciante.

Con estos criterios, se eligieron tres especies forestales promisorias del bosque seco, las mismas que se detallan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Especies forestales seleccionadas para análisis de calidad de semillas y seguimiento de fases fenológicas.

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Algarrobo	<i>Prosopis sp</i>	MIMOSACEAE
2	Guayacán negro	<i>Tabebuia billbergii</i>	BIGNONACEAE
3	Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	ANACARDIACEAE

Una vez seleccionadas las especies, se procedió a recorrer las áreas de estudio, con el fin de ubicar árboles que cumplan con los parámetros establecidos.

### 3.4. Selección e identificación de árboles

Para la selección e identificación de los individuos se realizó visitas previas en la zona de estudio. Se seleccionaron aquellos individuos que presentaron las mejores características fenotípicas como: i) copa grande sin competencia, ii) fuste recto, sano y grueso, iii) ángulo de inserción de las ramas mayor o igual a 45 °, iv) capacidad y edad para producir semillas, v) facilidad de recolección de frutos; y, vi) buen estado fitosanitario (menos del 25 % de lesiones del área foliar).

Se identificaron entre 9 a 10 individuos por especie (ver anexo 2, 3 y 4), de los cuales se realizó el seguimiento fenológico mensual en el período de un año y se obtuvo las semillas para el análisis de calidad y productividad. Para la identificación se colocó una placa metálica con la respectiva codificación, que indique la especie y número de árbol.

Además, se recopiló información general, de localización y datos de campo de los individuos seleccionados; para lo cual se utilizó las siguientes hojas de campo que se presentan en el cuadro 2 y 3, respectivamente:

**Cuadro 2.** Hoja de campo para la recopilación de información general y localización de individuos seleccionados.

<b>INFORMACIÓN GENERAL:</b>	
Código: _____	Coordenadas Geográficas:
Especie: _____	Longitud: _____
Fecha de recolección: _____	Latitud: _____
Provincia: _____	Altitud: _____
Cantón: _____	Topografía: _____
Parroquia: _____	
Sitio: _____	
Propietario: _____	

Fuente: Chamba y Chimbo 2002.

**Cuadro 3.** Hoja de campo para la recopilación de datos generales de campo, de los individuos seleccionados.

<b>Especie</b>	<b>Código</b>	<b>CAP (cm)</b>	<b>DAP (m)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Ancho de copa</b>

Fuente: Alvarado y Encalada 2007.

### 3.5. Georeferenciación de los árboles seleccionados y elaboración de cartografía temática.

Se procedió a georeferenciar los árboles con GPS para determinar la latitud y longitud en la que se encuentran ubicados, las coordenadas se tomaron en sistema UTM. Para facilitar la recolección de esta información se utilizó el formulario que se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Formulario para codificación y georeferenciación de los árboles.

<b>Especie:</b>			
<b>Nº de árbol</b>	<b>Coordenadas geográficas</b>		<b>Altura (msnm)</b>
	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	

Para el levantamiento de la cartografía temática, se realizó recorridos de campo, para determinar con exactitud el área de incidencia de las especies en estudio, posteriormente se tomaron coordenadas en los sitios donde se seleccionaron los árboles que van a ser evaluados, luego en el programa Argis 10 se elaboró un mapa de ubicación para estos individuos por especie.

El mapa se elaboró con la suficiente información, para cualquier persona interesada en conocer los árboles seleccionados, pueda visitarla sin mayores inconvenientes. Este incluye puntos de referencia claros y destacados (caseríos, pueblos, carreteras, ríos).

### 3.6. Metodología utilizada.

#### 3.6.1. Determinación de las épocas de floración, fructificación y defoliación de guayacán negro (*Tabebuia billbergii*), hualtaco (*Loxopterygium huasango*) y algarrobo (*Prosopis sp*).

##### 3.6.1.1. Registro y evaluación de datos fenológicos.

La evaluación de la fenofases en las especies *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango* se realizó desde agosto del 2012 a junio del 2013; para *Tabebuia billbergii* el período de recolección de datos para floración y fructificación se dio desde agosto del 2012 hasta marzo del 2014. Para determinar el período fenológico de los árboles, se realizó observaciones mensuales periódicas. En el cuadro 5 se presenta la hoja de campo que se utilizó para registrar los datos fenológicos de acuerdo a la presencia o ausencia de cada fenómeno, en base a la escala de evaluación propuesta por Fournier 1976.

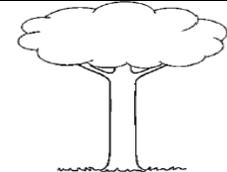
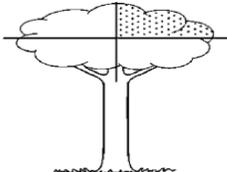
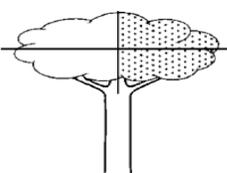
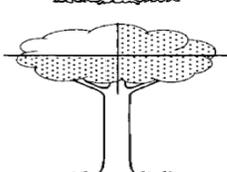
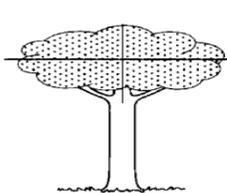
**Cuadro 5.** Registro mensual de los valores de floración, fructificación y defoliación, por especie.

Especie:		Fecha de observación:													
N° árbol	Floración					Fructificación					Defoliación				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4

**Fuente:** Chimbo y Chamba 2002.

Para la evaluación de cada una de las fenofases de las especies nativas en estudio se observó toda la copa de los 10 árboles escogidos, luego se asignó valores de 0 a 4 (Fournier 1976), dependiendo del grado de aparición. El valor promedio que se obtuvo de los individuos por especie fue transformado a un porcentaje de acuerdo a la escala que se muestra en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Representación esquemática de la metodología de Fournier 1974, para la evaluación cuantitativa de las diferentes características fenológicas.

Escala	Presencia de la característica	Representación
0	Presencia del característica en una magnitud del 0%	
1	Presencia del característica en una magnitud del 1 – 25%	
2	Presencia del característica en una magnitud del 26 – 50%	
3	Presencia del característica en una magnitud del 51 – 76%	
4	Presencia del característica en una magnitud del 76 – 100%	

Fuente: Fournier, 1974

### 3.6.1.2. Determinación de las fechas de ocurrencia de las fases fenológicas.

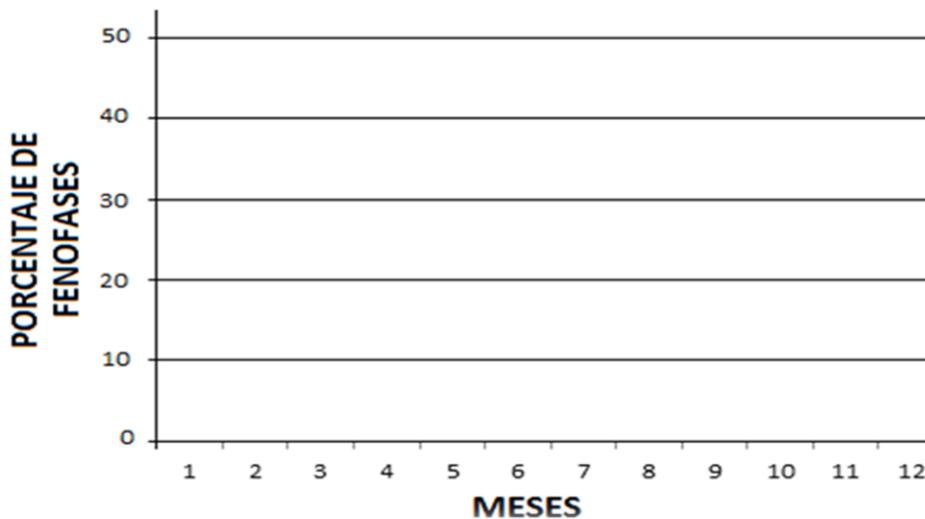
Para obtener los porcentajes de floración, fructificación y defoliación en cada especie durante el período de evaluación, se agruparon las fechas de aparición y declinación de los fenómenos fenológicos, para ello se utilizó el formulario que se presenta en el cuadro 7.

**Cuadro 7.** Porcentajes totales de ocurrencia de fases fenológicas por especie.

Especie:	Meses											
	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Defoliación												
Floración												
Fructificación												

**Fuente:** Chimbo y Chamba, 2002.

Los datos que se obtuvieron de los 10 árboles por especie forestal nativa en estudio, sirvieron para realizar un análisis de progreso de los fenómenos de floración, fructificación y defoliación (ver figura 20), el cual permitió establecer la época de recolección de semillas.



**Figura 20.** Representación de los porcentajes de cada fase fenológica, de las especies en estudio.

### 3.6.2. Análisis de la relación existente entre las fases fenológicas de tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.

#### 3.6.2.1. Acopio de datos climatológicos.

Para este estudio se utilizó datos de temperatura y precipitación de las estaciones cercanas a Zapotillo, Catacocha o Macará pertenecientes al INAMHI. Los datos climatológicos correspondieron al período julio del 2012 a marzo del 2014.

#### 3.6.2.2. Análisis de datos para establecer la relación entre los datos fenológicos de tres especies forestales y el clima de la zona.

Con el fin de conocer la relación de las condiciones climáticas en la aparición de las fases fenológicas, se presentó diagramas para cada especie forestal en estudio, relacionando la temperatura y precipitación mensuales del área de estudio con las respectivas fenofases para el análisis y discusión. Para elaborar los diagramas de cada fenofase de las especies estudiadas, se utilizó el siguiente esquema: el eje de las abscisas X corresponde al porcentaje de aparición de las fenofases promedio de los 10 árboles evaluados por especie forestal durante el período de seguimiento, estos datos fueron combinados con los datos de temperatura (°C) y precipitación (mm); y en el eje de las ordenadas Y el tiempo (meses de evaluación), ver Figura 21.

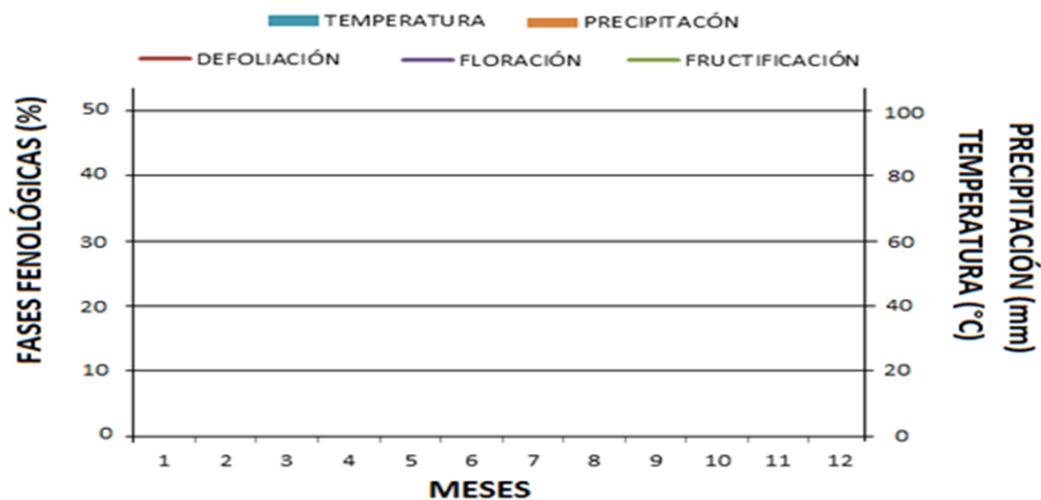


Figura 21. Representación gráfica de dendrofenogramas para las especie en estudio.

### 3.6.3. Determinación del potencial productivo y análisis de la calidad de semillas a nivel de laboratorio de tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.

Para determinar la calidad de las semillas de tres especies forestales promisorias de bosque seco en de los cantones de Paltas, Macará y Zapotillo, se procedió de la siguiente manera:

La recolección de frutos se realizó directamente de los árboles previamente seleccionados para el estudio. Luego de recolectados los frutos se colocaron en bolsas de tela o papel, las cuales se etiquetó de acuerdo a la especie recolectada, luego fueron transportados al laboratorio, donde se procedió a extraer las semillas para su análisis. En el cuadro 8 se muestra los árboles de los cuales se obtuvo semillas en el campo.

**Cuadro 8.** Árboles de los cuales se obtuvieron semillas para el análisis de calidad en el laboratorio.

Especie	N° árbol									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Prosopis sp</i>	x	x	--	x	x	--	--	--	--	--
<i>Tabebuia billbergii</i>	--	--	x	x	--	x	--	--	--	--
<i>Loxopterygium huasango</i>	--	--	x	--	--	x	--	--	--	x

x = árboles de donde se obtuvo semilla

#### 3.6.3.1. Determinación del potencial productivo de los árboles.

Para determinar el potencial productivo (producción de frutos y semillas que tiene un individuo), se consideró mínimo cinco árboles fructificados de manera individual.

##### a). Número de frutos promedio del árbol (Nfp)

De cada árbol se muestreó un total de una a tres ramas, luego se contabilizó el número de frutos contenidos en cada rama, el total de frutos se promedió para las ramas colectadas que fueron evaluadas, donde se obtuvo el número promedio de frutos por rama por árbol (ver cuadro 9). Con la ayuda de binoculares se contabilizó el número de ramas con frutos en cada árbol (Nrf).

**Cuadro 9.** Hoja de registro para el cálculo del potencial productivo.

<b>Especie:</b>					
<b>N° de árbol</b>	<b>N° de frutos por rama</b>			<b>Promedio N° fruto por ramas (Nfp)</b>	<b>N° de ramas con frutos (Nrf)</b>
	<b>Rama 1</b>	<b>Rama 2</b>	<b>Rama 3</b>		

Fuente: Aponte y Sanmartín, 2011.

**b). Número de frutos totales por árbol (NFT)**

Para establecer el número de frutos totales del árbol se utilizó la siguiente formula:

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

Dónde:

**NFT:** Número total de frutos de cada árbol

**Nfp:** Número de frutos promedio por árbol

**Nrf:** Número de ramas con frutos por árbol.

**c). Producción de semilla del árbol. (Ps).**

Primero se realizó la extracción de semillas de un número determinado de frutos (Nfm), se pesó el número total de semillas de la muestra (Psm), luego se lo dividió para el número de frutos de la muestra (Nfm), obteniendo así el número de semillas por fruto (Nsf). Después se calculó el número de semillas por árbol (Nsa), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Nsa} = \text{NFT} * \text{Nsf}$$

Dónde:

**Nsa:** Número de semillas por árbol

**NFT:** Número total de frutos de cada árbol

**Nsf:** Número de semillas por fruto.

Finalmente se obtuvo la producción de semillas en gramos de los árboles a través de la siguiente fórmula:

$$P_s = NFT * P_{sm} / N_{fm}$$

Dónde:

**P<sub>s</sub>**: Producción de semillas del árbol.

**NFT**: Número total de frutos de cada árbol.

**P<sub>sm</sub>**: Peso semilla muestra.

**N<sub>fm</sub>**: Número de frutos de la muestra.

### **3.6.3.2. Análisis de la calidad de semillas a nivel de laboratorio de tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.**

#### **a). Pureza de semillas**

De acuerdo con las normas establecidas por ISTA 2007, para determinar el porcentaje de pureza, se procedió de la siguiente manera: Se tomó el peso inicial de la muestra, luego se dividió en dos submuestras de pesos similares el total de las semillas recolectadas por cada especie y; se esparció sobre una mesa para proceder a separar las impurezas de forma manual.

A continuación se pesó en forma individual en la balanza de precisión las muestras escogidas, y se obtuvo un promedio que luego se lo relacionó con el peso inicial y con esto se calculó el porcentaje de pureza, utilizando para ello la siguiente fórmula:

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

#### **b). Peso de semillas**

Para determinar este parámetro, se utilizó las semillas analizadas anteriormente (del análisis de pureza). Se tomó 8 muestras de 100 semillas puras cada una y se pesó por separado, luego se realizó la sumatoria de los pesos obtenidos y se promedió dichos

valores, teniendo así el peso promedio de 100 semillas puras. Finalmente se obtuvo el peso para 1000 semillas aplicando la siguiente fórmula:

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

Este resultado se lo expresó en número de semillas por kilogramo.

**c). Contenido de Humedad de las semillas.**

Para determinar el contenido de humedad se utilizó dos muestras por individuo de 10 gramos cada una, tomadas del ensayo de pureza. Se colocó las semillas en la estufa y se calculó el contenido de humedad con el siguiente método:

- Se pesó el recipiente vacío (cajas petri de 9 cm de diámetro) incluso la tapa (M1).
- Se colocó la muestra de la semilla (10 g) en el recipiente y se pesó. (M2).
- El recipiente se colocó en una estufa a una temperatura de 40 °C, durante 72 horas o hasta que el peso de la muestra se estabilice (ISTA 2007).
- Luego se procedió a retirar el recipiente de la estufa, y se colocó en la cama de desecación, para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera.
- Después de normalizarse la temperatura (30-45 min), se pesó las semillas en el recipiente nuevamente (M3).

Finalmente el porcentaje de contenido de humedad de las semillas se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% CH = (M_2 - M_3) \frac{100}{M_2 - M_1}$$

Dónde:

**M1** = Peso del recipiente vacío

**M2** = Peso del recipiente más 10 g. de semillas

**M3** = Peso seco

#### d). Germinación

Para determinar el porcentaje de germinación en las semillas de las tres especies forestales en estudio, se tomó 4 réplicas de 100 semillas puras cada una, las mismas se sometieron a los parámetros que se especifican en el cuadro 10.

**Cuadro 10.** Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.

<b>Especie</b>	<b>Tratamiento pre-germinativo</b>	<b>Semillas por especie</b>	<b>Desinfección</b>
<i>Prosopis sp</i>	Lijado manual e imbibición en agua destilada por 24 horas.	400	Alcohol al 70% por un minuto y una solución de: agua destilada 50% y cloro 50% por 15 minutos
<i>Tabebuia billbergii</i>	Imbibición en agua destilada por 24 horas.	400	
<i>Loxopterygium huasango</i>	Ligero corte en la testa e imbibición en agua destilada por 24 horas.	400	

Una vez preparadas las semillas estas fueron colocadas en cajas petri previamente esterilizadas, preparadas con papel toalla saturado en agua destilada, como sustrato. Seguidamente se procedió a etiquetar y colocar en el germinador a una temperatura de 20 °C, se mantuvieron ahí hasta que el proceso de germinación se estabilizó. Las lecturas sobre germinación se las realizó diariamente a partir del segundo día de iniciada la prueba, el proceso duró entre uno y dos meses.

Para los resultados de germinación se tomó en cuenta únicamente aquellas semillas que presentaron todas sus estructuras esenciales esto es, radícula y primeras hojas cotiledonares. Así mismo, es importante señalar que para determinar este parámetro, no fue necesaria la aplicación de un diseño estadístico, ya que simplemente se consideró como un ensayo para comprobar el poder germinativo de las especies forestales en estudio. Los datos de germinación obtenidos se registraron en el formulario que se presenta en el cuadro 11.



estuvo entre 6,5 y 7,5; rango exigido por las normas ISTA 2007. Luego se observaron las semillas en un estereoscopio y determinó así su viabilidad o no, según lo indican las Normas ISTA (color rojo, presencia de embrión y endospermo).

Adicionalmente, a estos análisis se realizó un estudio pormenorizado de las características generales de las semillas de cada especie forestales. Estas características fueron: tamaño, peso, color y aspecto externo.

#### **3.6.4. Difusión de los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en el manejo de los recursos forestales del bosque seco de la provincia de Loja.**

Se elaboró un tríptico informativo, con la finalidad de dar a conocer la presente investigación a las instituciones y/o personas interesadas en buscar mejores alternativas en cuanto a disponibilidad, recolección y almacenamiento de semillas forestales de origen nativo del bosque seco del sur del país. Se socializó la investigación, mediante una exposición de los resultados a los técnicos de Laboratorio de Micropropagación Vegetal y a los estudiantes de quinto Año de la Carrera de Ingeniería Forestal.

## **4. RESULTADOS**

Los resultados que se muestran a continuación fueron elaborados en base a los objetivos de la investigación.

### **4.1. Localización de árboles en el campo**

Los árboles seleccionados fueron ubicados geográficamente utilizando coordenadas UTM, para la selección se consideró las características fenotípicas de cada individuo como la altura, el diámetro y el ancho de copa (ver cuadro 12, 13 y 14).

La ubicación política y geográfica de la localidad donde se encuentran los árboles de las especies forestales en estudio se puede en la figura 22 se puede visualizar la ubicación de las especies en el campo. Los individuos seleccionados se presentan en el anexo 2, 3 y 4

**Cuadro 12.** Datos generales de campo de los árboles de *Prosopis sp.*

N° árbol	Coordenadas UTM		DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)		Ubicación		
	Longitud	Latitud			N - S	E - O	Sector	Parroquia	Cantón
1	572239	9515329	27,4	10	11,50	13,7	Puente Internacional	Macará	Macará
2	572236	9515336	38,7	12	12,90	17,5			
3	572226	9515362	48,4	12	13,50	14,3			
4	569995	9518985	19,70	5	8,50	9,00	Vía Limones - Totumitos	Limones	Zapotillo
5	570012	9519011	20,70	5	8,00	9,50			
6	572121	9515515	31,50	6	16,70	14,50	Comunidad de Limones	Limones	Zapotillo
7	572101	9515456	48,70	9	11,80	14,30			
8	572037	9515481	33,70	6	10,40	11,30			
9	615023	9514395	30,60	10	13,60	13,40			
10	615007	9514380	35,00	6	17,70	14,00			

**Cuadro 13.** Datos generales de campo de los árboles de *Tabebuia billbergii*.

N° árbol	Coordenadas UTM		DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)		Ubicación		
	Longitud	Latitud			N - S	E - O	Sector	Parroquia	Cantón
1	582105	9518586	28,30	16	8,30	9,00	Chambarango	Limones	Zapotillo
2	570029	9518926	42,97	20	9,07	9,30	Vía Limones - Totumitos		
3	570038	9518924	28,96	17	8,40	9,20			
4	570038	9518929	30,23	18	9,40	9,20			
5	570087	9518898	26,10	16	5,30	6,60			
6	570029	9518909	41,38	18	10,00	10,50			
7	570076	9518910	36,92	15	8,00	8,00			
8	570079	9518909	24,82	15	9,70	7,90			
9	582105	9518588	27,37	16	12,30	9,50	Chambarango		

**Cuadro 14.** Datos generales de campo de los árboles de *Loxopterygium huasango*.

N° árbol	Coordenadas UTM		DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)		Ubicación		
	Longitud	Latitud			N - S	E - O	Sector	Parroquia	Cantón
1	598917	9527918	58,20	18	12,30	13,00	Sector Vizin	Macará	Macará
2	570726	9517704	55,70	16	10,20	13,20	Via Limones-Totumitos	Limones	Zapotillo
3	570726	9517709	57,93	15	9,40	12,20			
4	571620	9515975	47,70	18	11,20	12,40			
5	árbol tumbado		42,00	10	---	---			
6	630323	9545468	34,37	10	10,20	9,95	Via Lucarqui-El Empalme	Guachanamá	Paltas
7	630324	9545429	37,87	10	10,50	10,10			
8	630417	9544475	41,06	10	15,10	17,20			
9	630512	9543803	37,87	10	9,50	12,20			
10	630502	9543759	32,65	10	11,70	11,60			

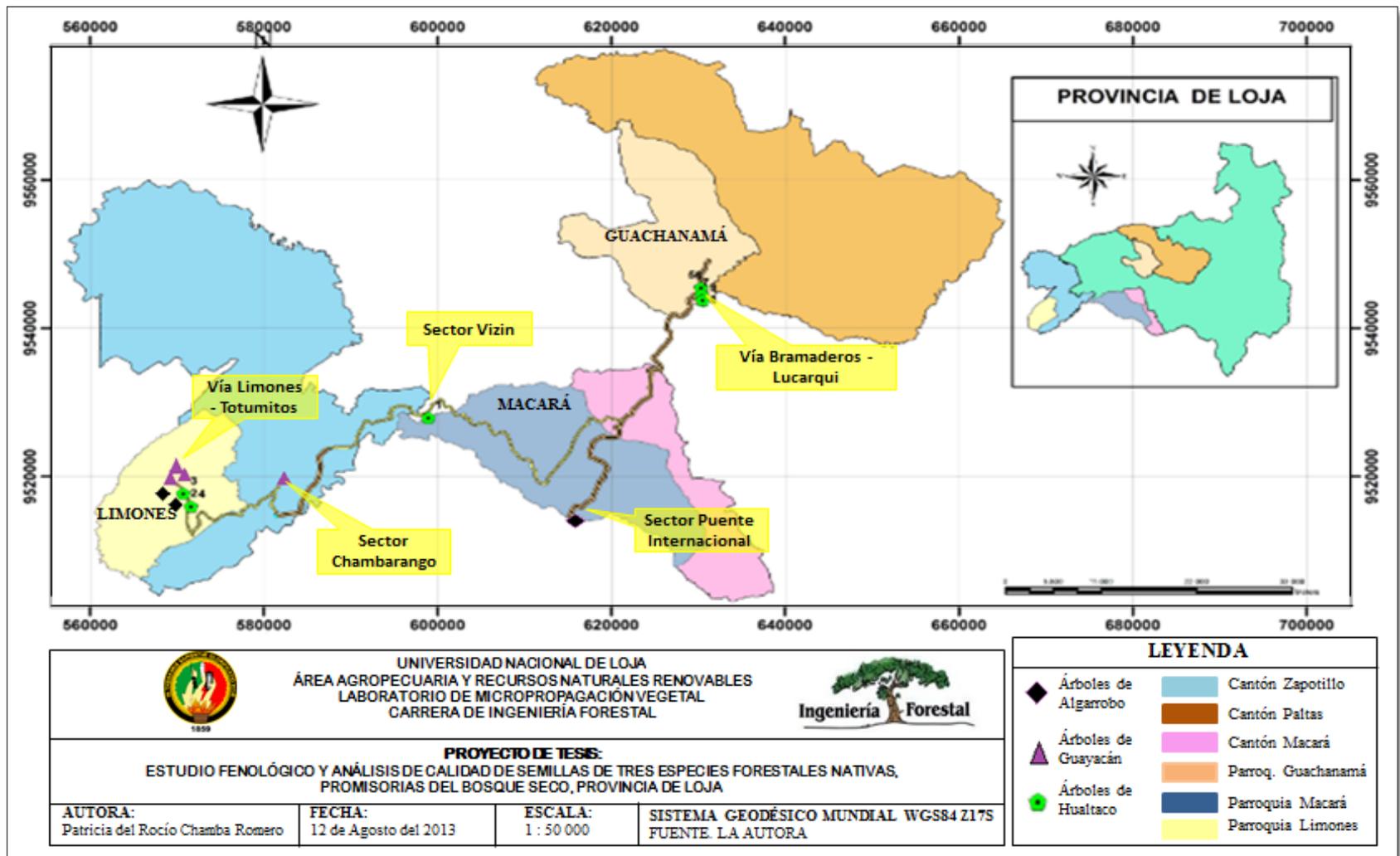
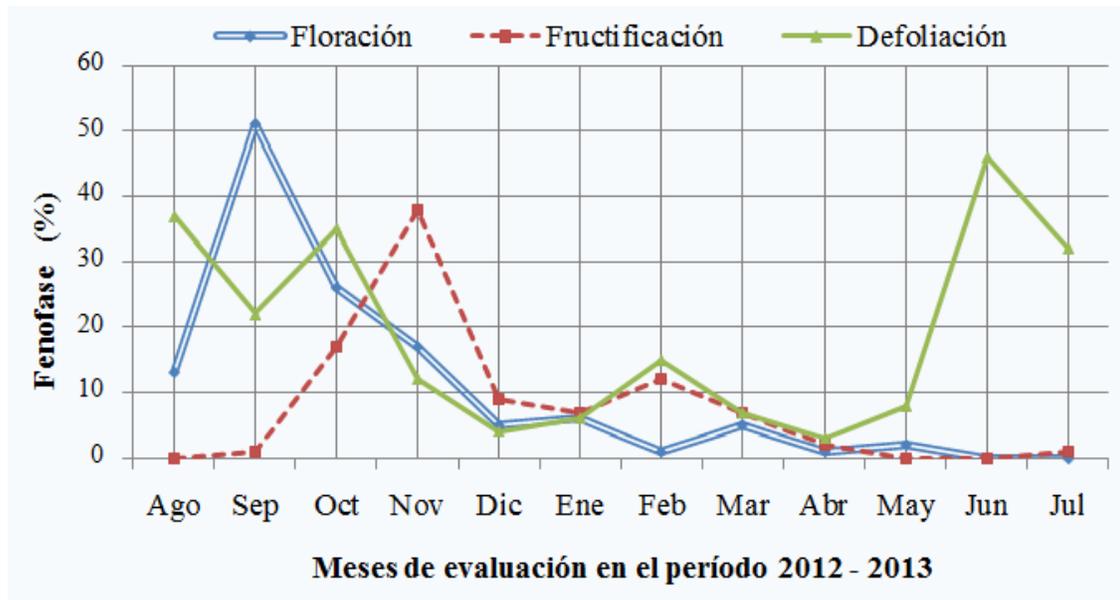


Figura 22. Mapa de ubicación de los árboles de *Prosopis* sp, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango*.

#### 4.2. Período fenológico de tres especies forestales nativas promisorias del bosque seco, provincia de Loja.

A continuación se presentan los diagramas fenológicos de cada una de las especies en estudio; para *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango* en el período comprendido entre agosto 2012 hasta julio 2013; para *Tabebuia billbergii* la recolección de datos se extendió hasta marzo del 2014, debido a que para el período de enero - abril del 2013 los datos obtenidos no fueron suficientemente confiables.

##### 4.2.1. Descripción de las respuestas fenológicas de *Prosopis sp*.



**Figura 23.** Procesos fenológicos de *Prosopis sp*.

La especie *Prosopis sp* como se muestra en la figura 23, presentó una época muy marcada de floración, pero la máxima intensidad fue en el mes de septiembre (51 %), se dio otra de menor intensidad entre octubre (26 %) y noviembre (17 %), a partir del mes de diciembre la floración apareció en porcentajes menores al 10 %, desapareció completamente el proceso de floración en el mes de junio.

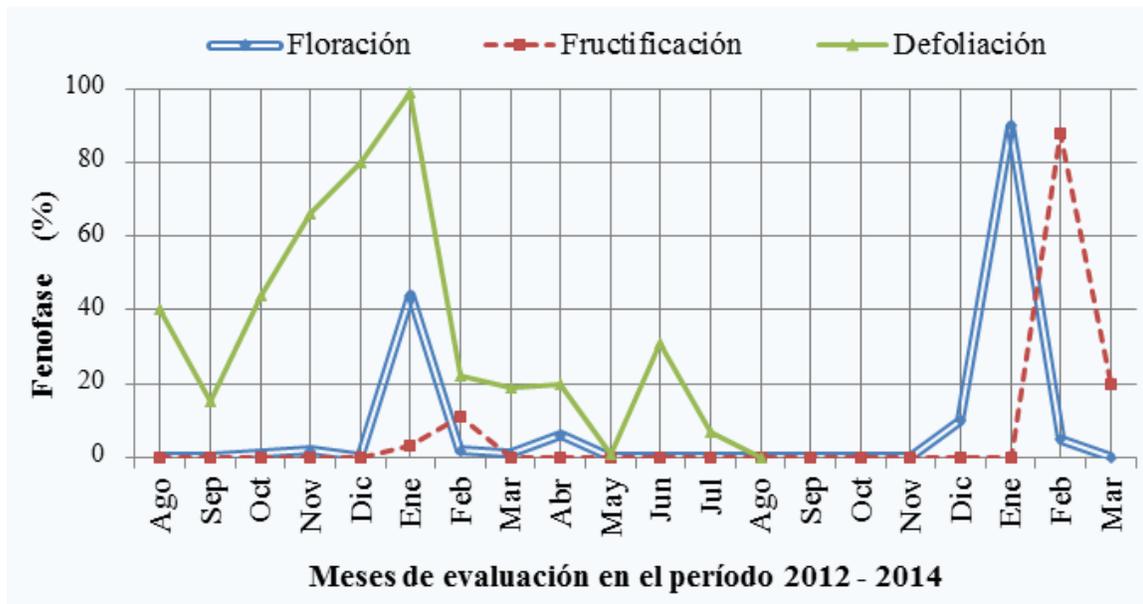
En cuanto a la fructificación esta inició en el mes de octubre y alcanzó el pico más alto en el mes de noviembre (38 %), desde diciembre disminuyó progresivamente la fructificación presentándose en porcentajes menores al 15 %, desapareció

completamente en el mes de mayo. Cabe mencionar que los individuos 4, 5, 6, 7 y 8 presentaron porcentajes muy bajos en el fenómeno de la fructificación, esto debido al ataque de plagas (ver datos de campo en anexo 5 y 14 – Fig. 69), que provocaron la caída de los frutos antes de alcanzar la madurez fisiológica.

Las condiciones climáticas extremas que se presentaron en la zona durante el periodo de seguimiento, no influyó en la pérdida de follaje de la especie, donde se observó que la mayor intensidad se presentó en el mes de junio, pero alcanzó porcentajes menores al 50%.

Estas afirmaciones coinciden con los datos de Martos *et al.* 2008, en el estudio fenológico realizado en la Reserva Ecológica Privada Chaparrí, Lambayeque-Perú, indican que el proceso de floración se dio entre los meses de septiembre a marzo; difiere en la producción de frutos, ya que en la zona de Perú el máximo pico de fructificación fue de 56,7 % en noviembre y el nivel más bajo fue de 30 % entre febrero y marzo, en cambio en la zona de Zapotillo y Macará la producción de frutos para noviembre fue de 38 %, para los siguientes meses la producción de frutos no superó el 15 % (ver anexo 5).

#### 4.2.2. Descripción de las respuestas fenológicas de *Tabebuia billbergii*.



**Figura 24.** Procesos fenológicos de *Tabebuia billbergii*.

La evaluación de los procesos fenológicos de floración y fructificación en *Tabebuia billbergii* se extendieron hasta marzo del 2014, debido a las bajas intensidades de aparición de las fenofases en el primer período de seguimiento (agosto 2012 – julio 2013), donde los resultados de floración obtenidos fueron de 44 % en enero y en fructificación menor al 15 % en febrero (ver anexo 6).

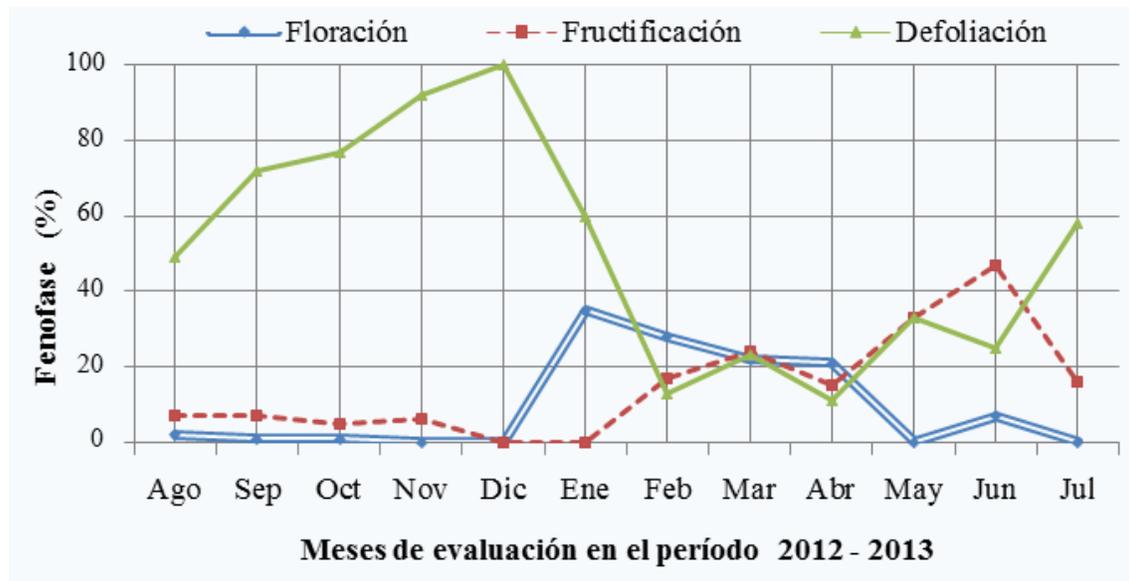
Para el año 2014 se observó que la floración se presentó a finales de enero y la fructificación en febrero; en las dos fenofases se dio una elevada producción de flores y frutos (mayores al 85 %), en los dos años de evaluación la aparición de la floración y fructificación se dio en enero y febrero respectivamente; la especie reveló un patrón bianual en la fructificación, es decir, la mayor producción de frutos se dio en el segundo año de evaluación.

En el estudio fenológico realizado por Caraguay y Rivas 2005, en la zona de Zapotillo, establecen que la floración se dio en diciembre, donde se encontró un porcentaje de floración del 7,33 %, pero los porcentajes de fructificación que obtuvieron en enero fue de 80,46 % (que coincidieron con los datos del estudio en el mes de febrero 2014

con 88 %). Con esto se puede decir que los datos obtenidos en la investigación coincidieron en porcentajes de producción de frutos, pero difirieron en el tiempo de aparición de las fenofases, tanto para la floración como para la fructificación.

En cuanto a la defoliación al ser una especie caducifolia, la figura 24 revela un marcado período de pérdida de hojas desde octubre (44 %) a enero (99 %), pero al igual que todas las especies que se encuentran en esta zona seca perdió sus hojas de manera regular casi todo el año, a excepción del mes de mayo que se encontró completamente con follaje. La máxima intensidad de defoliación se presentó en el mes de enero y coincidió con la presencia de flores, es decir, los árboles de esta especie perdieron completamente sus hojas para dar paso al proceso de floración.

#### 4.2.3. Descripción de las respuestas fenológicas de *Loxopterygium huasango*.



**Figura 25.** Procesos fenológicos de *Loxopterygium huasango*.

La figura 25 revela que el fenómeno de la floración para la especie *Loxopterygium huasango* se produjo a partir del mes de enero donde alcanzó el valor máximo con 35 % para este mes únicamente los árboles 8, 9 y 10 presentaron el fenómeno entre 76 - 100 % (ver anexo 7); continuó hasta el mes de abril con valores menores al 25 %, y desapareció paulatinamente desde el mes de mayo.

La fructificación en esta especie inició en el mes de febrero con 17 %, continuó en marzo con 24 % y decayó para abril con 15 %, apareció nuevamente en mayo y junio donde alcanzó el 47 %. Cabe mencionar que los frutos en esta especie permanecieron por largos períodos en el árbol, pero la recolección de los frutos se dio entre mayo y junio.

Lo expuesto anteriormente coincide con Martos *et al.* 2006 y Velázquez 1998, quienes establecieron las épocas de floración entre de enero – abril y la fructificación de enero a septiembre, contando con bancos de semilla casi todo el año, pero recomiendan que la recolección debe darse entre julio y agosto.

Al ser una especie caducifolia la figura 25 muestra una marcada pérdida de hojas, la defoliación en esta especie se dio todo el año, desde agosto se incrementó alcanzando el máximo valor en el mes de diciembre (100 %), en este mes se encontró a los arboles sin hojas. También los resultados revelaron que con la aparición de la floración y fructificación la intensidad de la defoliación toma valores mayores del 10 % y menores al 60 %, es decir mientras existen flores y frutos no perdió sus hojas completamente.

#### **4.3. Análisis de la relación entre las fases fenológicas de tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.**

El estudio de las épocas en las cuales ocurren los principales eventos fenológicos de los arboles como crecimiento, brote y caída de hojas; así como la producción de flores y frutos, son una herramienta importante para el diseño de planes de repoblación, conservación y manejo de estas especies puesto que permite establecer las épocas más adecuadas para la recolección de semillas.

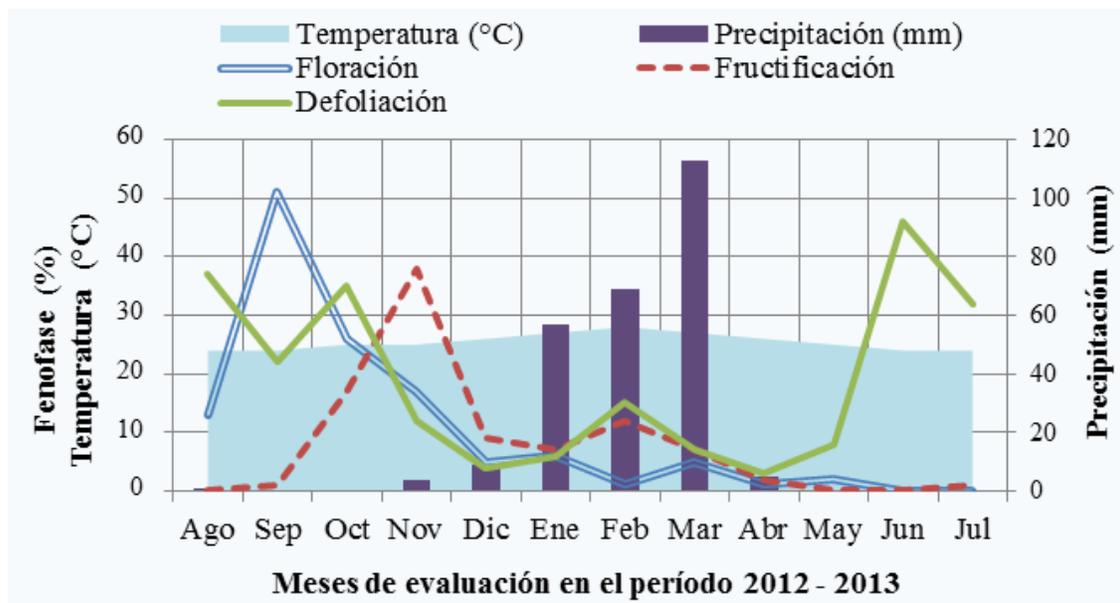
Para el cumplimiento del presente objetivo fue necesaria la realización de dendrofenogramas los cuales gráficamente relacionaron las fases fenológicas de tres especies forestales en estudio con los datos climatológicos (precipitación y temperatura) de la zona de bosque seco. Se tomó información de tres estaciones meteorológicas pertenecientes al INAMHI: Mangahurco, Zapotillo y Saucillo; las que contaron con registros actuales y análogos a la zona de estudio en el período comprendido entre agosto 2012 a marzo del 2014 (ver datos en anexo 8).

En esta zona se presentaron dos épocas o temporadas bien definidas: la **época seca o de verano**, que se presentó en la mayor parte de los meses del año, inició en mayo y finalizó en diciembre, según los registros tomados por el INAMHI 2014, indican que en este período las precipitaciones fueron nulas, la temperatura máxima fue de 27,3 °C y la mínima de 24,4 °C; y la **época lluviosa o invernal** que se presentó en los meses de enero, febrero, marzo y abril, en esta época la temperatura varió entre 25,3 y 27,9 °C, y se presentaron precipitaciones regulares con valores entre 28,2 y 383,3 mm (existieron pequeñas precipitaciones entre agosto y diciembre entre 0,7 y 8,8 mm pero que no son

significativas como para incluirlas dentro del período invernal ya que se presentaron únicamente en el 2012, para el 2013 las precipitaciones son nulas en estos meses).

En las figuras que se presentan a continuación se detalla los porcentajes promedios de floración, fructificación y defoliación de tres especies forestales y su relación con las variables de precipitación y temperatura de la zona de estudio.

#### 4.3.1. Dendrofenograma de *Prosopis sp.*



**Figura 26.** Dendrofenograma de *Prosopis sp.*

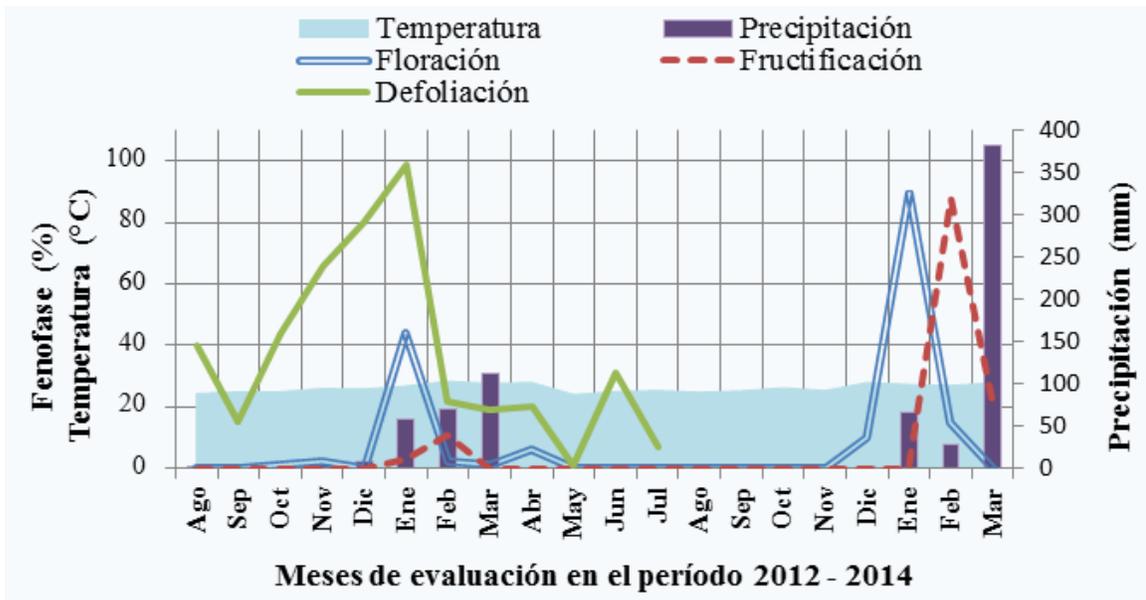
En la figura 26 se observa que en *Prosopis sp* el mayor período de floración se dio durante el mes de septiembre, octubre y noviembre (época seca), en este período las precipitaciones fueron nulas y la temperatura varió entre los 24,5 °C. En el periodo diciembre – febrero, cuando se inició la época invernal (se presentaron las primeras lluvias con promedios entre 8,8 y 69,2 mm y temperaturas entre los 26,4 y 27,8 °C), la floración apareció esporádicamente en picos muy bajos entre 5 y 6 %.

La fructificación se dio desde octubre hasta mayo (época seca y lluviosa), pero la mayor intensidad se presentó con mayor intensidad en noviembre (época seca) con valores del 40 % aproximadamente, en este mes las precipitaciones llegaron a 4 mm y la temperatura fue de 25,3 °C; la segunda aparición se dio en febrero pero en menor

porcentaje que la primera (15 %), en este mes las precipitación se incrementaron en 69,2 mm y la temperatura alcanzó el máximo valor 27,8 °C.

La mayor caída de hojas se dio durante la época seca, entre junio y octubre, en este período la temperatura osciló entre 24 y 25 °C, la caída de las hojas estuvo altamente relacionado con la estacionalidad, ya que existe un período de disminución en los porcentajes de defoliación entre noviembre y mayo (con 3 – 15 %) cuando se presentaron las lluvias.

#### 4.3.2. Dendrofenograma de *Tabebuia billbergii*.



**Figura 27.** Dendrofenograma de *Tabebuia billbergii*.

En la figura 27 se presenta la relación entre la información fenológica (floración, fructificación y defoliación) de *Tabebuia billbergii* con los condiciones meteorológicas (precipitación y temperatura) de la zona durante 20 meses de estudio.

En cuando a los porcentajes de aparición de la floración variaron de un año a otro como se muestra a continuación: en enero del 2013 la intensidad de floración fue de 44 %, este porcentaje se dio con precipitaciones de 52,2 mm y temperatura de 27,1 °C; en cambio en enero del 2014 la intensidad se incrementó a 90 %, para este año las lluvias se

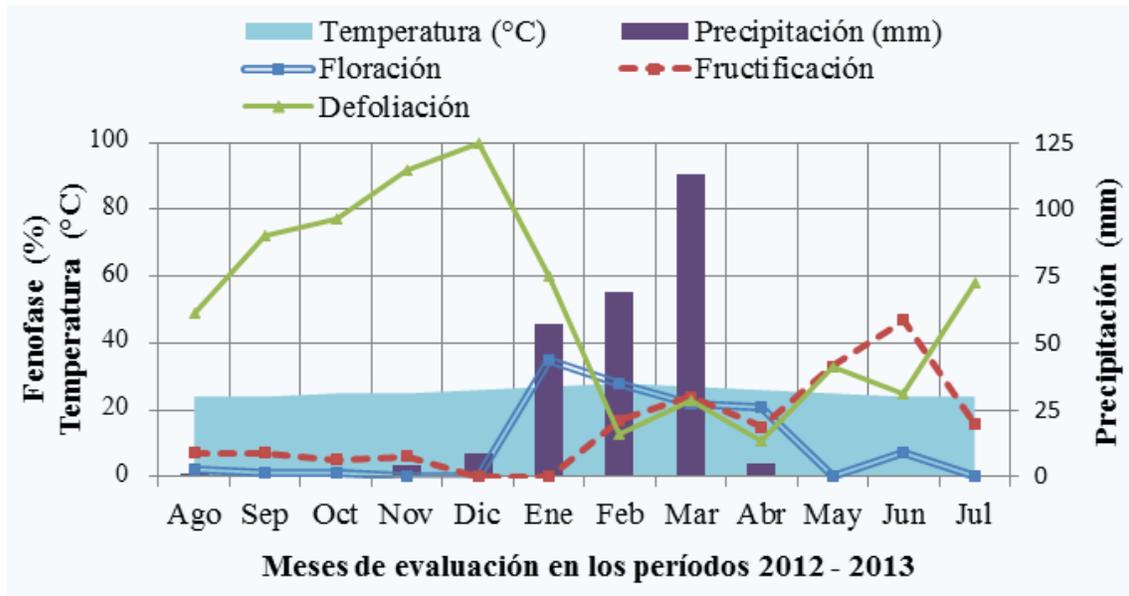
incrementaron (64,3 mm), y la temperatura sufrió una ligera variación (27,8 °C). Por lo tanto, con el incremento de las lluvias la floración aumentó considerablemente.

En el caso de la fructificación, en la figura 27 se observa que en los dos años de evaluación la fenofase se presentó en el mes de febrero, pero como sucedió en la floración la producción de frutos fue mayor en el segundo año, en febrero del 2013 se presentó en porcentajes del 11 % acompañado de precipitaciones que llegaron a 69,2 mm y temperaturas de 27,8 °C; en febrero del 2014 la fructificación se incrementó a 88 %, para este año las precipitaciones descendieron a 28,2 mm y la temperatura disminuyó a 27 °C. Por lo tanto el clima no influyó en la producción de frutos, más bien esta fenofase dependió exclusivamente de la producción de flores que se presentó en cada año.

En cuanto a la defoliación durante la época seca la especie perdió sus hojas progresivamente desde septiembre hasta quedar completamente defoliado en enero cuando se presentó el fenómeno de la floración, a pesar de que en el mes de enero existió una temperatura promedio de 27,1 °C y la precipitación fue de 57,2 mm, el proceso de defoliación alcanzó el mayor porcentaje (100 %).

Por lo tanto, la floración de *Tabebuia billbergii* apareció con las primeras lluvias entre enero y febrero, este fenómeno se dio en forma uniforme y se presentó una sola vez al año; en cambio la fructificación en este estudio siguió un patrón bianual, es decir, presentó la mayor producción de frutos luego de dos años. En la defoliación la especie perdió sus hojas completamente para dar paso al fenómeno de la floración al momento de terminar con esta fenofase volvió a encontrarse con follaje.

### 4.3.3. Dendrofenograma de *Loxopterygium huasango*.



**Figura 28.** Dendrofenograma de *Loxopterygium huasango*.

Esta especie presentó flores y frutos simultáneamente, los árboles de *Loxopterygium huasango* se encontraron con mayor cantidad de flores durante la temporada de lluvias, desde enero a abril alcanzando un gran porcentaje de producción de flores en enero cuando la precipitación llegó a 57,2 mm y la temperatura osciló entre 27,1 °C. Con el inicio la época seca la floración decayó rápidamente y apareció en picos menores al 5 %.

En cuanto a la fructificación se presentó casi todo el año a excepción de los meses de diciembre y enero, la mayor producción de semilla se dio durante la época seca en el mes de junio con 47 %, esto se debió principalmente a que los árboles de esta especie retuvieron las semillas durante un largo período de tiempo, encontrando semilla “vetusta” y “nueva” simultáneamente, pero el proceso de formación de frutos se dio entre febrero y mayo cuando las precipitaciones estuvieron entre 5,2 y 69, 2 mm y la temperatura fluctuó entre 24,5 y 27,8 °C. Ver figura 28

La defoliación se presentó durante la época seca entre julio y diciembre, en diciembre se encuentran árboles sin hojas. Cuando se presentaron las primeras lluvias (con precipitaciones entre 57,2 y 113,1 mm, acompañados de temperaturas entre

27 y 27,8 °C, la defoliación descendió paulatinamente presentando porcentajes entre 60 y 13 %, esto ocurrió entre enero y abril; a partir de abril cuando se presentaron las últimas lluvias la tendencia de la fenofase volvió a incrementarse.

#### 4.4. Potencial productivo de tres especies forestales nativas del bosque seco de la provincia de Loja.

El diagnóstico del potencial productivo se realizó de forma particular para cada uno de los individuos por especie (Ver anexo 9).

Debido a la dificultad de presentar el análisis productivo de forma individual, a continuación se presenta el cuadro resumen a nivel de especie el cual facilitará una mayor comprensión y análisis de la información.

**Cuadro 15.** Potencial productivo de tres especies forestales nativas en estudio.

Especie	N° de frutos por rama	N° de frutos por árbol	N° de semillas por árbol	Peso de semillas por árbol (g)
<i>Prosopis sp</i>	41,50 ± 22,66	430,00 ± 261,43	6659,50 ± 3.651,98	289,07 ± 136,19
<i>Tabebuia billbergii</i>	43,67 ± 18,88	786,33 ± 432,33	209992,00 ± 87520,01	766,18 ± 318,19
<i>Loxopterygium huasango</i>	75,33 ± 17,04	1216,67 ± 349,15	75624,67 ± 19855,95	717,41 ± 239,17

Para evaluar la productividad de semillas en *Prosopis sp* se recolectó frutos de los árboles 1, 2, 4 y 5, donde se obtuvo aproximadamente 54, 67, 20 y 25 frutos por rama respectivamente (los árboles 4 y 5 redujeron la producción por rama), con estos valores se estableció que la producción de frutos llegó a 430,00 ± 261,43 por árbol; cada fruto tuvo entre 16,25 ± 3,10 semillas, suministrando entre 6659 ± 3651 semillas por árbol, cuyo peso en la recolección fue de 289,07 ± 136,19 gramos por árbol. Debido a que la especie presentó uniformidad en la fructificación, estos valores revelaron un gran acercamiento a la realidad.

El número de fruto por rama en *Tabebuia billbergii* fue de  $43,67 \pm 18,88$ , de los árboles donde se recolectó los frutos para el análisis se observó que el árbol 3 tuvo un bajo promedio de frutos por rama (23), con respecto al árbol 4 y 6 donde los valores fueron 60 y 48 respectivamente; las semillas promedio por fruto fueron aproximadamente entre  $281,00 \pm 38,43$ , suministrando un total de  $209.992,00 \pm 87.520,01$  semillas por árbol, el peso de las semillas por árbol fue de  $766,18 \pm 318,19$  gramos promedio. Hay que tomar en cuenta que la fructificación de *Tabebuia billbergii* se dio a los dos años (ciclos bianuales).

En el caso de *Loxopterygium huasango* el número de frutos promedio por rama en los individuos de donde se recolectó la semilla varió entre  $75 \pm 17,04$  frutos, con estos resultados el número promedio de frutos por árbol fue de  $1216,67 \pm 349,15$ . Los frutos se distribuyen en el árbol a manera de racimos axilares), en cada racimo se encontraron entre 63 y 65 semillas, proveyendo entre  $75624,67 \pm 19855,95$  semillas por árbol; la producción en gramos promedio en esta especie fue de  $717,41 \pm 239,17$  por árbol. Los árboles de *Loxopterygium huasango* almacenaron las semillas por un largo período de tiempo debido a ello se observó la presencia de frutos de febrero a noviembre, pero la recolección de frutos se dio en el período de mayor producción (mayo-junio).

Considerando el criterio de mitigar el impacto negativo en las poblaciones, es recomendable aprovechar sólo 50% de la producción anual de semillas, por lo tanto, estos resultados se reducirían a la mitad. En la mayoría de los resultados, se presentó una elevada desviación estándar debido a que la producción de semilla de cada una de las especies varió entre individuos, y esto se debe particularmente a la edad de los individuos donde generalmente los individuos adultos son los que tuvieron mayor rendimiento o producción que los jóvenes o viejos.

#### 4.5. Pruebas estándar de calidad de semillas, en tres especies forestales promisorias de la provincia de Loja.

Para realizar una buena evaluación es esencial la utilización de métodos estandarizados que permitan obtener resultados uniformes, para lo cual se aplicó las reglas Internacionales elaboradas por la Asociación Internacional para la Evaluación de Semillas (ISTA 2007).

En el cuadro 16, se muestra en resumen los resultados obtenidos sobre la calidad fisiológica de las semillas de tres especies forestales estudiadas.

**Cuadro 16.** Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de tres especies forestales.

Especie	Pureza (%)	Peso de 1000s (g)	N° de semillas/Kg	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)	Viabilidad (%)
<i>Prosopis sp</i>	97,05	40,91	24.390	5,00	96,75	92,00
<i>Tabebuia billbergii</i>	70,10	5,30	188.679	11,65	76,25	82,00
<i>Loxopterygium huasango</i>	95,38	10,10	99.010	5,95	39,25	63,00

A continuación, se presentan las pruebas estándar de calidad de semillas para cada especie.

##### 4.5.1. Pureza

El porcentaje de pureza de las especies en estudio obedeció mucho del estado fitosanitario de los individuos seleccionados (ataque de plagas y enfermedades) y la época de recolección de los frutos. Los valores obtenidos para este parámetro se muestran en el cuadro 17.

**Cuadro 17.** Porcentaje de pureza de semillas de tres especies forestales.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Pureza (%)</b>
<i>Prosopis sp</i>	MIMOSACEAE	97,05
<i>Tabebuia billbergii</i>	BIGNONACEAE	70,10
<i>Loxopterygium huasango</i>	ANACARDIACEAE	95,38

*Prosopis sp* (97,05 %) y *Loxopterygium huasango* con (95,38 %), presentaron en promedio el porcentaje más alto de pureza; mientras que *Tabebuia billbergii* promedió el porcentaje más bajo con 70,10 %, debido a que las semillas de la especie fue muy propensa al ataque de plagas. Ver los resultados de las pruebas en el anexo 10.

#### 4.5.2. Peso

El peso en gramos de mil semillas es un valor inverso al número de semillas por kilogramo, ya que a mayor peso, menor será el número de unidades por kilogramo. Estos valores que se observan en el cuadro 18, y que difieren entre las especies proporcionaron una idea del tamaño de las semillas y de la forma de dispersión de las mismas. El peso de las muestras se puede visualizar en el anexo 10.

**Cuadro 18.** Peso de 1000 semillas y N° de semillas/kilogramo de tres especies forestales.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Peso de 1000 s (g)</b>	<b>N° de semillas/Kg</b>
<i>Prosopis sp</i>	MIMOSACEAE	40,91	24390
<i>Tabebuia billbergii</i>	BIGNONACEAE	5,30	188679
<i>Loxopterygium huasango</i>	ANACARDIACEAE	10,10	99010

La especie *Prosopis sp* presentó las semillas más grandes, por lo que el peso en gramos de 1000 semillas fue el mayor (40,91 g), mientras que por el contrario el número de unidades por kilogramo fue el más bajo (24390 semillas).

En el caso de *Loxopterygium huasango* el peso en gramos de 1000 semillas fue de 10,10 g, mientras que el número de semillas por kilogramo fue de 99010 semillas, a

pesar de ser semillas semejantes a las *Prosopis sp* debido a la similitud en forma y color estas resultaron ser más ligeras que las primeras.

En tanto que *Tabebuia billbergii* en una muestra de 1000 semillas presentó el peso más bajo con 5,10 g, pero al contrario de las dos especies anteriores el número de semillas por kilogramo fue mayor con 188679; por lo tanto *T. billbergii* tuvo semillas muy livianas, que facilitarían su dispersión a través del viento.

#### 4.5.3. Contenido de humedad

Quinapallo y Vélez 2013, indican que los valores o el contenido de humedad en las muestras permiten identificar y clasificar las semillas en dos clases: ortodoxas (menor 40 % de CH) y recalcitrantes (mayor 40 % CH). Los resultados de contenido de humedad por cada especie forestal se encuentran expresados en el cuadro 19.

**Cuadro 19.** Porcentaje de contenido de humedad de tres especies forestales.

Espece	Familia	Contenido de Humedad (%)	Clases de semillas
<i>Prosopis sp</i>	MIMOSACEAE	5,00	Ortodoxas
<i>Tabebuia billbergii</i>	BIGNONACEAE	11,65	Ortodoxas
<i>Loxopterygium huasango</i>	ANACARDIACEAE	5,95	Ortodoxas

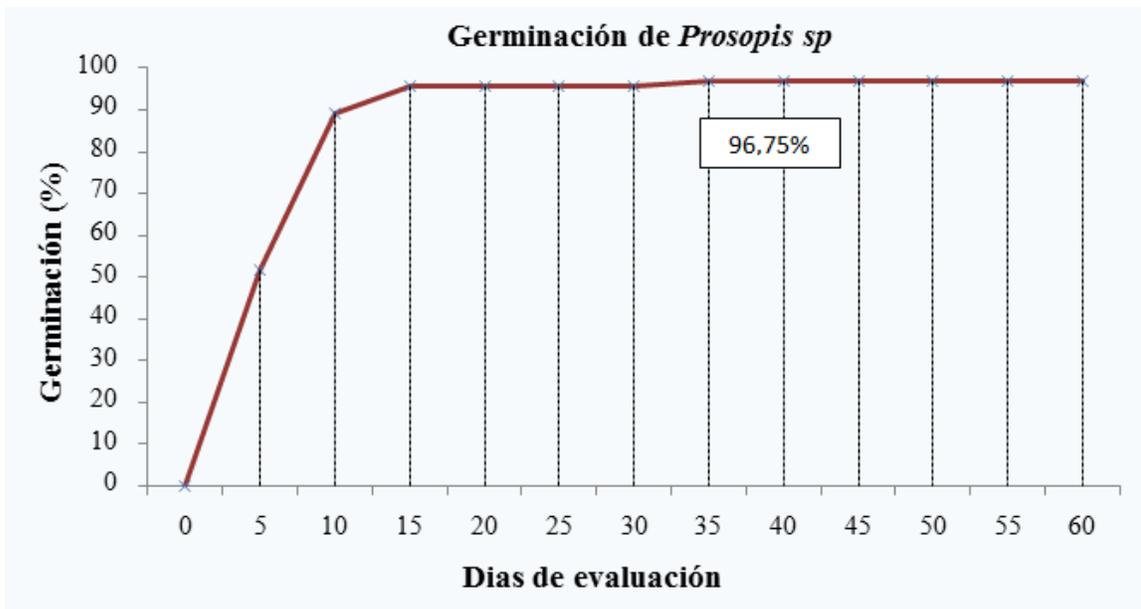
Los valores de contenido de humedad de *Prosopis sp* (5,0 %) y *Loxopterygium huasango* (5,95 %) resultaron ser los más bajos, manteniendo un rango de diferencia entre ellos de 1 % aproximadamente. *Tabebuia billbergii* (11,6 %) duplicó el valor de contenido de humedad de las especies anteriores, lo que facilitó que las semillas sean atacadas fácilmente por plagas o que pierdan su viabilidad a los 3 o 4 meses de haber sido colectadas. Pero a pesar de estas diferencias las semillas de las tres especies por su bajo contenido de humedad se consideraron como semillas ortodoxas, lo que significa que podrían ser almacenadas a temperaturas adecuadas por un tiempo considerable para conservar el poder germinativo. Ver resultados de las muestras en anexo 10.

#### 4.5.4. Germinación

Para el ensayo de germinación a nivel de laboratorio se utilizaron las semillas recolectadas en el cantón Zapotillo, Macará y Paltas en la provincia de Loja. A continuación, se presentan las curvas de germinación acumulativa para cada especie.

##### 4.5.4.1. *Prosopis sp*

En la figura 29 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *Prosopis sp*, obtenido a nivel de laboratorio.



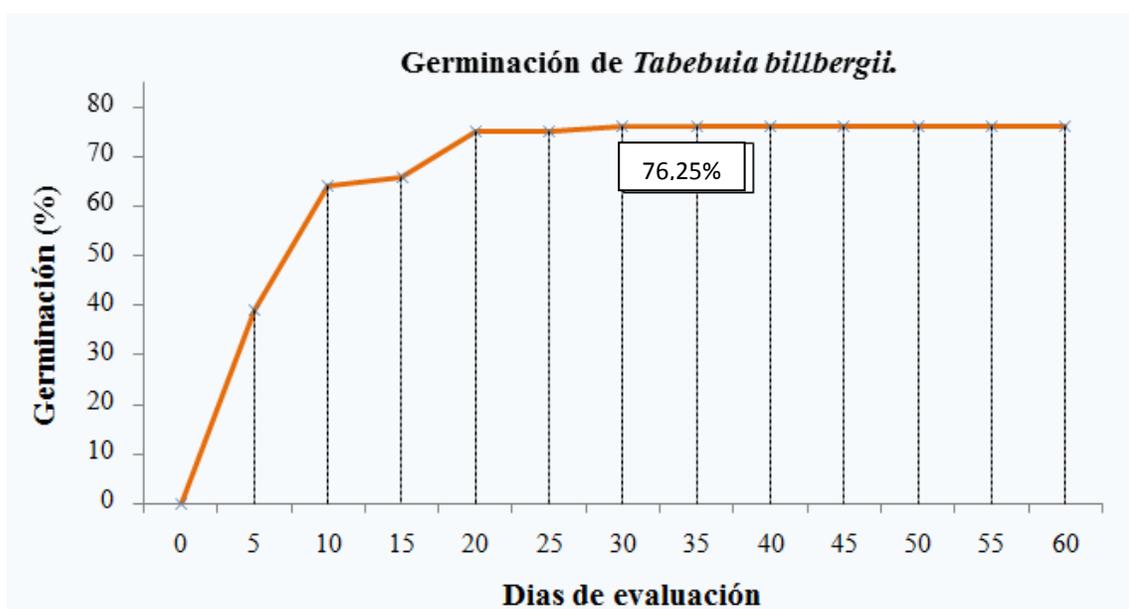
**Figura 29.** Curva de germinación acumulativa de *Prosopis sp*.

Las semillas de *Prosopis sp* tuvieron un alto poder de germinación con 96,75 %; el más alto en comparación con las otras especies estudiadas. El proceso de germinación se produjo a partir del día 3 y se estabilizó a los 33 días, período bastante corto, esto se debió al tratamiento pre-germinativo aplicado que consistió en lijado manual de la testa con el fin de ablandar la cubierta seminal y permitir la imbibición de agua, tratamiento recomendado por Díaz y Loján 1997 (ver los resultados de germinación diarios en anexo 11).

Al momento de la recolección de los frutos se observó que estos se encontraban atacados por plagas, pero al extraer las semillas de las vainas estas presentaron excelentes condiciones sanitarias; debido a la muy buena calidad de las semillas la contaminación en el laboratorio durante la siembra fue del 2 %.

#### 4.5.4.2. *Tabebuia billbergii*

En la figura 30 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *Tabebuia billbergii*, obtenido a nivel de laboratorio.



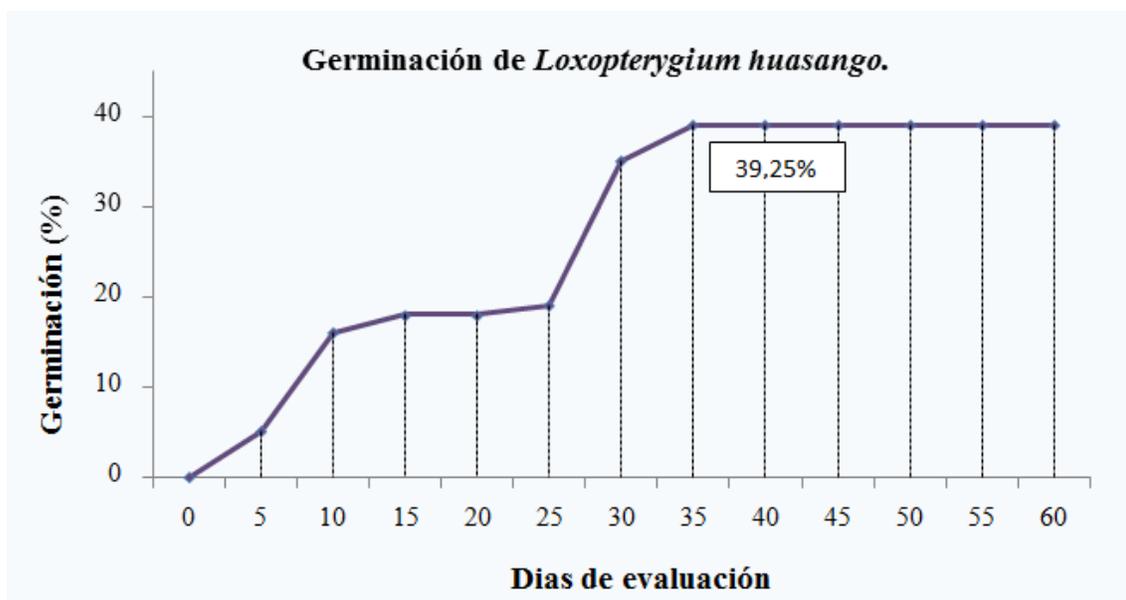
**Figura 30.** Curva de germinación acumulativa de *Tabebuia billbergii*.

Como se aprecia, las semillas de *Tabebuia billbergii*, alcanzaron un promedio de germinación del 76,25 %, por lo tanto presentaron un alto poder germinativo. Ver los resultados de germinación diarios en anexo 12.

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 5,75 %. El proceso de germinación de esta especie se desarrolló en un período muy corto, ya que inició a partir del quinto día y se estabilizó a los 35 días. El tratamiento pergerminativo utilizado para las semillas de esta especie fue la inmersión en agua por 24 horas como lo recomienda CATIE 2000.

#### 4.5.4.3. *Loxopterygium huasango*

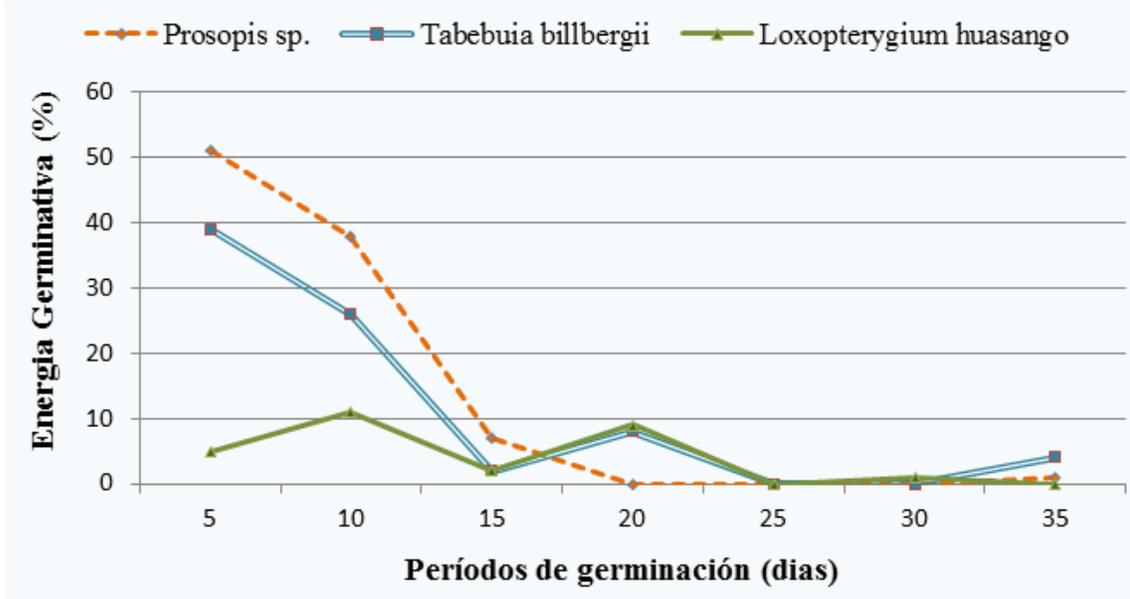
En la figura 31 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *L. huasango*, obtenido a nivel de laboratorio.



**Figura 31.** Curva de germinación acumulativa de *Loxopterygium huasango*.

La Figura 31 muestra que las semillas de esta especie iniciaron su germinación a partir del día cinco y finalizó a los 32 días después de la siembra (ver los resultados de germinación diarios en anexo 13). El porcentaje promedio de germinación estuvo por debajo del 40 % (muy bajo en comparación con los porcentajes de *Prosopis sp* y *Tabebuia billbergii*). La baja germinación se dio por el alto porcentaje de contaminación que presentaron las semillas (23,75 %), y a la baja viabilidad en comparación a las otras especies en estudio (ver cuadro 20).

#### 4.5.5. Energía germinativa.



**Figura 32.** Representación gráfica de la energía germinativa de tres especies forestales en estudio.

En la figura 32 se observa que los 10 primeros días fueron cruciales en la germinación de *Prosopis sp* y *Tabebuia billbergii*, debido a que en este período se presentaron plántulas con raíces y hojas cotiledonares normales y formadas completamente. *Prosopis sp* alcanzó un porcentaje de germinación de 51 % en este período, siendo el día cinco donde se presentó la mayor germinación de semillas (ver anexo 11); y en *Tabebuia billbergii* con 39 % de energía germinativa en este período, el día donde germinaron más semillas en esta especie fue al cuarto día (ver anexo 12).

En cambio *Loxopterygium huasango*, tuvo un patrón de germinación irregular, porque presentó dos períodos de germinación marcados: el primero entre los días 1 – 25 con el 19 % de energía germinativa; y el segundo entre los días 26 – 35 con el 21 % de energía germinativa: la mayor germinación de semillas se dio en el segundo período en el día 30 (ver anexo 13).

#### 4.5.6. Viabilidad

ISTA 2007, recomienda utilizar las semillas que no germinaron en la muestra de 400 semillas que se utilizó en las pruebas de germinación; en *Prosopis sp* la germinación llegó al 96,5% proporcionando un porcentaje menor al 5 % de semilla para realizar esta prueba, en *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* la contaminación por hongos ocasionaron la pudrición de las semillas no germinadas; por lo que se creyó conveniente utilizar una nueva muestra de 100 semillas. A continuación, en el cuadro 20 se muestran los valores obtenidos para este parámetro.

**Cuadro 20.** Porcentajes de viabilidad en semillas de tres especies forestales.

Especie	400 Semillas por especie		100 Semillas por especie		
	% semilla germinada	% semilla contaminada	Sin Embrión	No Viabiles	Viabiles
<i>Prosopis sp</i>	96,75	2,00	--	8	92
<i>Tabebuia billbergii</i>	76.25	5,75	11	7	82
<i>Loxopterygium huasango</i>	39.25	23,75	7	30	63

Como se muestra en el cuadro 20, las semillas de las tres especies presentaron diferentes porcentajes de germinación: *Prosopis sp* con 96,75 %, *Tabebuia billbergii* con 76,25 % y *Loxopterygium huasango* con 39,25, como se observa la germinación estuvo influenciada directamente con la viabilidad de las semillas.

Las semillas de *Prosopis sp* en la prueba de viabilidad no presentaron semillas sin embrión, a diferencia de *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* donde el porcentaje de semilla sin embrión fue del 11 y 7 % respectivamente. El porcentaje de semillas no viables fue bajo en *Prosopis* (8 %) y *Tabebuia billbergii* (7 %). Ver fotografías de semillas en anexo 14 – figuras 72 y 73 y anexo 15 – figuras 77, 78 y 79.

En el caso de *Loxopterygium huasango* presentó un porcentaje de viabilidad del 63 %, pero los resultados de germinación estuvieron por debajo del 40 %, por lo tanto la baja germinación de las semillas de la especie estuvo influenciada por la contaminación de

las semillas (23,75 %); y al porcentaje de semillas no viables y vacías (37 %). Ver fotografías de semillas en anexo 16 – figuras 83, 84 y 85.

#### 4.5.7. Características generales de las semillas

En el cuadro 21, se presentan las características generales que tienen las semillas de las tres especies forestales estudiadas.

**Cuadro 21.** Características generales de las semillas de tres especies forestales nativas del bosque seco, provincia de Loja.

Especie	Peso (g)	Tamaño semilla			Color	Forma	Aspecto externo
		L (cm)	A (cm)	E (cm)			
<i>Prosopis sp</i>	0,041	0,65	0,50	0,02	Amarillo pálido	ovalada	lisa, dura, brillante
<i>Tabebuia billbergii</i>	0,005	1,5	0,40	<0,01	Gris castaño	aplanada	Alada, brillante
<i>Loxopterygium huasango</i>	0,010	0,50	0,25	0,01	Amarillo pálido	ovalada	alada, dura, áspera

L: Largo; A: Ancho; E: Espesor.

Los frutos de *Prosopis sp* son legumbres indehiscentes que se fragmentan en trozos, cada uno contiene una semilla, este tipo de legumbres se denominan lomentáceas y los trozos lomentos. En el fruto se encontró un promedio de 16 semillas, el tamaño de las semillas varió entre 0,65 x 0,50 x 0,03 cm y el peso por semilla fue de 0,041 g. Otras características que se identificaron visualmente fueron: la forma (oval), el color (amarillo pálido), ver anexo 14 – figura 70. La cubierta externa fue lisa, brillante y dura por esta razón debieron ser escarificadas.

Para *Tabebuia billbergii* el fruto es una silicua o fruto seco dehiscente más precisamente una cápsula linear, cilíndrica que al madurar se abre y deja libre a la semilla, (ver anexo 15 - figura 74 y 75). En un fruto hubieron 280 semillas aproximadamente que midieron entre 1,5 x 0,40 x <0,01 cm. Otras características que se observaron en estas semillas es que son aplanadas, ligeras y presentan una ala; el peso de cada semilla

fue de 0,005 gramos; estas características facilitaron la germinación de la semilla ya que no necesitaron escarificación (ver anexo 15 – figura 76).

En el caso *Loxopterygium huasango*, los frutos son sámaras de color café o café verdoso cuando están maduros (sámara es un tipo de fruto seco indehiscente en el que se desarrolla un ala aplanada, que facilita su dispersión por el viento), ver anexo 16 – figura 80. Se observó que los frutos se ubican en el árbol en racimos axilares donde se encontraron 62 semillas aproximadamente las cuales son ligeras con un peso de 0,010 gramos, el tamaño aproximadamente llegó a 0,50 x 0,25 x 0,01 cm, la testa que la cubre fue dura y áspera de color amarillo pálido (ver anexo 16 – figuras 81); para realizar ensayos de germinación se debió sacar la semilla del tejido fibroso que la recubre y realizar un ligero corte en la testa para facilitar la inhibición en agua.

#### **4.6. Difusión de resultados obtenidos**

Dada la importancia que representa la generación de información sobre este tema, se realizaron varias acciones para la correcta difusión de los resultados.

Se elaboró un tríptico para dar a conocer la presente investigación a instituciones que trabajan a favor del ambiente (ver anexo 18 - figuras 88 y 89), también se efectuó la exposición de los resultados obtenidos al equipo técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal y a los estudiantes del cuarto y quinto año de la Carrera de Ingeniería Forestal (ver anexo 17 – figuras 86 y 87).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Fases fenológicas de tres especies forestales y su relación con datos climatológico de la zona.

La floración y fructificación de las especies en estudio mostraron patrones generales muy similares entre especies, sin embargo al considerar a cada especie por separado estas presentaron su propio patrón fenológico, el cual dependió de la complejidad de cada estructura (flor y fruto) a desarrollar, también se ajustaron a las condiciones del ambiente. El tiempo de duración de cada fenofase (floración y fructificación) fue variable para cada especie y presentaron un patrón de duración y frecuencia regular, ajustándose a las condiciones ambientales que se presentaron en la zona.

Mejía (1990) señala en su trabajo sobre fundamentos y métodos en fenología, que para el trópico la precipitación ha sido el elemento de obligada utilización, pues es evidente la relación entre las variaciones en el suministro de agua y sus efectos en los procesos biológicos, en particular en los vegetales. Bullock y Solís-Magallanes (1990) trabajaron la fenología de ciento ocho especies de árboles en una selva tropical caducifolia en México; y encontraron que la fuerza principal que dirige el comportamiento fenológico es la lluvia. Además señalan que las condiciones del suelo y la hidrología de la zona como otros factores que influyen en el comportamiento fenológico de las especies analizadas.

*Prosopis sp* presentó un uniforme desarrollo vegetativo durante todo el año, pero se presentó con mayor intensidad (90%) entre noviembre y mayo; la floración ocurrió desde agosto hasta noviembre coincidiendo con la máxima intensidad de aparición de los frutos (38 %) en noviembre, sin embargo, para esta especie en febrero se produjo una segunda aparición de la fructificación en porcentajes menores al 15 %. Tanto la floración y fructificación se dio en la época seca (mayo-diciembre), se observó que la reproducción en esta especie fue más constante e independiente de la precipitación. Estas aseveraciones coinciden con las de Martos et al. 2008, en un estudio realizado en la Reserva Ecológica Privada Chaparrí, Chongoyape, Lambayeque, Perú; donde la floración y fructificación en la especie aparecieron simultáneamente desde septiembre a

marzo, la producción de frutos fue superior a la de este estudio obteniendo porcentajes de aparición de 56 % en noviembre y 30 % en febrero.

En el mismo estudio Martos et al. 2008, menciona que la producción de frutos para *Loxopterygium huasango* ocurre desde marzo hasta mayo con rendimientos productivos de 11 %, en cambio en las sectores de Vizin y Limones donde se desarrolló el estudio la aparición de la fructificación fue mayor 47 % en el mes de junio (época seca). En lo que se coincide con los autores es la época de aparición de la floración que se da en los meses de mayor precipitaciones (enero - abril), difiriendo en las intensidades de aparición, en Lambayeque – Perú de obtuvo la mayor intensidad de floración en enero con 17 %, a diferencia de la floración en Vizin y Limones que fue de 35 % en febrero. La defoliación se dio entre mayo a diciembre con un máximo de 100 % en diciembre, a medida que la época seca avanzó la especie perdió gradualmente sus hojas.

*Tabebuia billbergii* manifestó una escasa intensidad de floración y fructificación escasa para un año y abundante para el siguiente (en floración entre 40 – 90 % y en fructificación entre 11 – 90 %); los resultados de fructificación del segundo año de evaluación coincidieron con los obtenidos por Caraguay y Rivas 2005, en el estudio fenológico realizado en la Comunidad de Cabeza de Toro, muy cercano a la zona de estudio, donde la fructificación alcanzó el 80 % en enero. La floración es el principal factor que determinó la caída total del follaje en la especie (en enero la defoliación alcanzó el 100 %); al realizar observaciones en el campo los árboles de guayacán no presentaron hojas y flores a la vez. Al relacionar la condiciones del clima con los fenómenos fenológicos de la especie se observó que el incremento de precipitación de enero 2013 (57,2 mm) a enero 2014 (64,3 mm) provocó un mayor desarrollo de flores y frutos.

La precipitación se relacionó con la cantidad de follaje en las tres especies forestales en estudio, es importante destacar que la caducidad ocurrió en todas las especies en estudio, y se dio principalmente en las épocas secas. Esto explica que el follaje de estas especies, tanto en su brotadura como en su caída, se vieron altamente afectadas por la

precipitación, donde la recuperación de las hojas es completamente sincrónica, es decir, a medida que aparecieron las lluvias los árboles volvieron a encontrarse con follaje.

Aunque aquí se ha intentado entender cuál es la relación entre la defoliación, floración y fructificación con respecto a las condiciones ambientales, es evidente que los patrones fenológicos que mostraron las especies de estudio son complejos y muy variables, y que además algunas especies como *Tabebuia billbergii* fueron afectados por los cambios anuales de las condiciones ambientales.

## **5.2. Potencial productivo de tres especies forestales nativas en estudio.**

Para planear estrategias adecuadas de recolección de semillas es indispensable identificar en que mes del año es más probable encontrar la mayor cantidad de frutos maduros. Esta información relevante se obtiene a través de las evaluaciones fenológicas; el presente estudio propone como fechas óptimas de recolección los siguientes meses para *Prosopis sp* en noviembre; para *Tabebuia billbergii* en febrero; y *Loxopterygium huasango* entre mayo y junio; pero es necesario realizar estudios a largo plazo para ratificar el comportamiento fenológico aquí descrito y contar con información más confiable.

La identificación de las épocas adecuadas de colecta conlleva otros retos, pues no sólo implica saber cuáles son los patrones reproductivos de las especies de interés, sino además, hay que tener en cuenta que la identificación de los picos de producción no necesariamente reflejan el momento óptimo de recolección (Luna, 2011); algunas especies los cambios morfológicos observados durante el desarrollo del fruto, como su cambio de coloración, tamaño o consistencia, o la dehiscencia, son indicadores del estado de madurez de sus semillas (Jara, 1996). Por ejemplo en *Tabebuia billbergii* el cambio de color del fruto (de verde a café oscuro) y la dehiscencia (se abre el fruto cuando cambia de color) fueron factores que permitieron definir que un fruto está maduro, en cambio *Prosopis sp* el cambio de color de los frutos a un pardo amarillento fue señal que están maduros. En *Loxopterygium huasango* los frutos maduraron y permanecieron por períodos variables en los árboles sin mostrar cambios morfológicos

notables, sin embargo, la viabilidad de las semillas disminuyó después de que los frutos alcanzaron su máximo desarrollo.

La fructificación se presentó en la mayoría de individuos seleccionados: en el caso de *Loxopterygium huasango* el 80 % del total de árboles fructificó, en *Tabebuia billbergii* 100 % de los árboles, en cambio *Prosopis sp* el 60 % del total de árboles presentaron frutos, y el 20 % de los árboles que fructificaron los frutos fueron atacados por plagas que provocaron su caída antes que alcanzaran la madurez fisiológica afectando así el potencial productivo de la especie.

Durante la evaluación fenológica se estableció niveles de producción de frutos en diferentes meses o años, por ejemplo en *Tabebuia billbergii* la intensidad de fructificación en febrero del 2014 fue de 88 %, con lo que se obtuvo un potencial productivo de semillas de 0.76 Kg/árbol, en cambio en febrero del 2013 la intensidad de fructificación no superó el 11 %, en este año el potencial productivo de semillas no llegaría ni al 0.11 Kg/árbol, seis veces menos de lo obtenido en el 2014. En los resultados de calidad de las semillas la especie tuvo un probabilidad de ataque por plagas de 29,9 % y el porcentaje de germinación fue moderadamente alto con 76,25 %, no se conoce los porcentajes de mortalidad al momento del repique pero en el estudio de Quinapallo y Vélez 2013 realizado en *Tabebuia chrysantha* indican que los porcentajes de sobrevivencia al repique llegan al 97 % a los 90 días. Por lo tanto esta especie presentó dificultades para propagarla anualmente debido principalmente a la variación de fructificación que tuvo de un año a otro.

En *Loxopterygium huasango* la época de recolección de frutos para el análisis de productividad se realizó en el mes de mayo cuando la intensidad de fructificación llegó a 33 %, con lo que se obtuvo un potencial productivo en semillas de 0,71 Kg/árbol; el mes de junio la intensidad de fructificación aumentó a 44 %, incrementando el potencial productivo por árbol (0,94 Kg/árbol). Las semillas de *Loxopterygium huasango* tuvo altos porcentajes de pureza (95,38 %), el inconveniente para la propagación en laboratorio se dio debido a que la especie presentó baja viabilidad de las semillas

(61 %) y alto porcentaje de contaminación (23,75 %) que redujo considerablemente el poder germinativo de la semilla (39,25 %).

*Prosopis sp* presentó la máxima intensidad de fructificación en el mes de noviembre con 38 %, obteniendo una producción de semillas de 0,28 Kg/árbol; la producción por árbol se redujo considerablemente en relación con las otras especies en estudio, pero esta especie presentó el mayor porcentaje de semillas puras (97,05 %), bajas tasas de contaminación durante la germinación (2 %), y el mayor porcentaje de viabilidad (92 %), lo que favoreció su germinación en laboratorio (96,75 %) reduciendo al máximo la pérdida de semilla.

Estas variaciones del potencial productivo estuvieron en función del número de ramas fructificadas por especie, el número de frutos por rama y el total de frutos que tienen los individuos dependiendo de la especie, tipo, clase de flor y fruto, de su persistencia en el árbol y su madurez sumado a esto la influencia de factores fisiológicos de cada uno de los individuos, los mismos que estuvieron relacionados con agentes internos y externos como: viento, temperatura, luz, precipitación, sustancias nutritivas, vecindad de otros individuos vegetales y otros agentes dispersantes que condicionaron el desarrollo reproductivo.

Es así que al analizar la posibilidad del uso de estos individuos como árboles semilleros y regular su aprovechamiento, la investigación se centró en evaluar cuál es la producción promedio anual de frutos para estimar los volúmenes de cosecha óptimos que aseguren el manejo adecuado de las semillas de las tres especies forestales en estudio, pero al no contar con estudios similares se dificulta conocer si la recolección de semillas de los árboles seleccionados podría ser una estrategia sustentable a largo plazo, por lo que los resultados generados en este estudio servirán de base para futuras investigaciones.

### 5.3. Pruebas estándar de calidad de semillas de tres especies forestales.

Las semillas constituyen un enorme potencial para la conservación y manejo de nuestros recursos naturales. Desafortunadamente, en las zonas tropicales el conocimiento de la biología de las semillas se restringe a unas cuantas especies, ello se refleja en los problemas que aún persisten para su almacenamiento y conservación. El propósito primario del análisis de semillas en este estudio fue brindar información sobre pureza y capacidad de germinación, ya que esta información sumada a la de potencial productivo será de mucha utilidad a los productores, distribuidores o usuarios de las semillas.

En los análisis físicos realizados a las semillas, las especies más puras fueron: *Prosopis sp* (97,05 %), debido a que las semillas estuvieron dentro de vainas que al extraerlas quedaron casi libres de impurezas; y *Loxopterygium huasango* (95,38 %) las semillas presentaron una especie de ala a los extremos que al manipularla se desprendió fácilmente. En cambio *Tabebuia billbergii* (70,10 %), presentó el más bajo porcentaje de pureza en relación a las dos especies anteriores, debido a que las semillas de esta especie fueron muy propensas al ataque de plagas.

El peso de las semillas se relacionó con el número de unidades por kilogramo, y se observó que fue inversamente proporcional, ya que a mayor peso de las semillas menor fue el número de semillas por kilogramo. Las tres especies forestales presentaron pesos muy bajos en sus semillas, en *Tabebuia billbergii* se obtuvo un peso de 0,0053 gramos por semilla, proporcionando el mayor número de unidades por kilogramo (188679 semillas); en *Loxopterygium huasango* el peso fue de 0,0101 gramos por semilla y las unidades por cada kilogramo estuvo en 99010 semillas aproximadamente; mientras tanto que *Prosopis sp* debido al peso de sus semillas (0,0409 gramos por semilla), presentó el menor número de unidades por kilogramo (24390 semillas). Estos datos se aproximaron a los obtenidos por FAO 2000, donde la cantidad aproximada de semillas por kilo en *Prosopis sp* varía entre 10500 hasta aproximadamente 30000 dependiendo de la especie; en cambio Noboa 2010, establece que el número de semillas para *Loxopterygium huasango* es de 100000 por cada kilogramo.

En las pruebas de contenido de humedad las tres especies presentaron porcentajes menores al 40 % (*Prosopis sp* con 5 %, *Tabebuia billbergii* con 11,65 % y *Loxopterygium huasango* con 5,95 %), de acuerdo a las aseveraciones de Quinapallo y Vélez 2013, quienes indican que el contenidos de humedad en las muestras permite identificar y clasificar las semillas en dos clases: ortodoxas (menor 40 % de CH) y recalitrantes (mayor 40 % CH), por lo tanto se consideró que las tres especies presentaron semillas ortodoxas. En cambio utilizando los criterios del Laboratorio de semillas de la Universidad de Reading - Reino Unido, mencionado por Vásquez 1997, se consideró a las semillas de *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango* como ortodoxas (contenido de humedad es cercano al 5 %) y a las semillas de *Tabebuia billbergii* como intermedias (el contenido de humedad se encuentra entre 7 a 10 %), pero para utilizar estos criterios el autor recomienda realizar pruebas de la viabilidad utilizando semillas frescas y semillas que hayan sido sometidas previamente a la desecación gradual antes de probar su viabilidad; de acuerdo a la tolerancia a la desecación se definirá si son ortodoxas o intermedias.

Según FAO 2011, el contenido de humedad también afecta la calidad de las semillas forestales, por ejemplo menciona que cuando el contenido de humedad de la semilla es alto la tasa de respiración es mayor lo que induce a un deterioro más rápido de la misma provocando la infección con insectos, el crecimiento de microorganismos/hongos y disminuyendo la aptitud para el almacenamiento debido a que se pierde el vigor y la capacidad germinativa de la semilla. Relacionar lo que expone FAO 2011, se menciona el caso de *Tabebuia billbergii*, cuando se recolectó la semilla en el campo y se realizó los ensayos de pureza se determinó: que el 29.9 % de las semillas fue propensa al ataque de plagas y contenido de humedad de la especie fue el más alto con 11,65 %, a diferencia de las otras especie en estudio donde los porcentajes estuvieron por debajo del 6 %.

Minchala et al. 2013, señala que la escarificación mecánica en semillas de *Prosopis sp*, aumenta el porcentaje de germinación a 100 %, en comparación a semillas que no reciben tratamiento, siendo este entre el 40 a 45 %, también menciona que el inicio de la germinación se da al cuarto día de sembradas y se completa entre 12 a 19 días. El

tratamiento pre-germinativo que se utilizó en semillas de *Prosopis sp* fue el lijado manual de la testa y luego la inhibición en agua por 24 horas, como menciona Minchala et al 2013, la germinación fue inmediata (inició a los 3 días) y el porcentaje de germinación que se obtuvo fue de 96,75 %. Sin embargo, utilizando otros tratamientos pre-germinativos, entre físicos y químicos (agua hirviendo y ácido sulfúrico), se obtienen porcentajes de germinación entre el 80 a 90 % (Salazar et al. 2000).

Para *Tabebuia billbergii*, las semillas fueron puestas en remojo por 24 horas (recomendado por CATIE 2000), la respuesta de la germinación fue del 76,25 %, considerada alta. En lo relacionado al tiempo de germinación, inició el día dos, mientras que la culminación se dio a los 35 días. La germinación de estas semillas fue rápida y relativamente homogénea, la testa blanda que tiene la semilla también permitió al embrión inhibirse de agua mucho más rápido, por lo que no es necesario someter a la semilla a ningún tipo de escarificación.

Minchala et al. 2013, realizaron pruebas de germinación en semillas de *Loxopterygium huasango* utilizando tres métodos de escarificación: mecánico (lijado de la testa), físico (agua hirviendo) y químico (ácido clorhídrico 36 % por cinco minutos); luego de la escarificación colocaron a las semillas en remojo por 48 horas, los porcentajes de germinación que obtuvieron fueron de 29,32 % con la escarificación mecánica y 25,32 % con la escarificación química, la germinación con los dos métodos empezó entre los 15 a 20 días y finalizó entre los 38 a 45 días; en cambio con la escarificación física no se obtuvo respuesta de germinación. En el presente estudio se utilizó la escarificación mecánica pero a diferencia de Minchala et al. 2013, se realizó un corte longitudinal en la parte angosta de las semillas con el fin de permitir que los embriones durante las 24 horas que permanecieron en remojo se pudieran inhibir de agua, la germinación inició a los 5 días y finalizó a los 32 días, y se obtuvo un porcentaje de germinación de 39,25 %. En los dos estudios no se observa diferencias significativas en el número de semillas germinadas, únicamente el tiempo en la respuesta germinativa se vio influenciado con el tratamiento utilizado.

Perry (1984) citado por Rodríguez 2008, relaciona el poder germinativo con la viabilidad que poseen las semillas, señala que las semillas que presentan porcentajes bajos de viabilidad, el patrón de germinación tiende a ser asincrónico (el  $> 10\%$  de las semillas que germinan lo hacen luego de los 28 días de haber sido sembradas) y la respuesta germinativa de las semillas es retardado (comienza luego de los 28 días). En el análisis de calidad realizado, la viabilidad en las semillas de *Loxopterygium huasango* fue de  $61\%$  (moderadamente alta), la respuesta germinativa de las semillas fue inmediata produciéndose en los primeros cinco días, pero el patrón germinativo fue asincrónico, debido a que de las semillas germinadas ( $39,25\%$ ), únicamente el  $48\%$  de ellas germinó antes de 28 días; en cambio el  $52\%$  de las semillas restante germinó después de los 28 días, es decir, transcurridos los 28 días a partir de la siembra la germinación fue más rápida.

La recolección de semillas de alta calidad involucra muchos aspectos más entre los cuales destacan no solo la identificación de las épocas óptimas de cosecha, sino también la ubicación de los individuos en donde estas se realizaran. Por ello, en esta investigación se identificaron a los individuos que presentaron las mejores características fenotípicas, ubicados en zonas accesibles y que sean primordialmente nativas. Esta información es de gran utilidad para comenzar a recolectar semillas de calidad superior, que suplan la demanda inmediata y permitan la restauración ecológica de la zona.

## 6. CONCLUSIONES

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

- La floración y fructificación de *Prosopis sp* se presenta con máxima intensidad en la época seca (entre agosto y noviembre), los arboles de *Loxopterygium huasango* florecen en época de lluvias (enero – abril) y presenta altos porcentajes de fructificación en época seca (mayo – junio); en *Tabebuia billbergii* los arboles florecen y fructifican en la temporada lluviosa (enero y febrero respectivamente).
- *Prosopis sp* a pesar de presentar defoliación todo el año no perdió su follaje totalmente. Sin embargo, *Tabebuia billbergii* y *Loxopterygium huasango* fueron las especies con mayor pérdida de hojas, presentando porcentajes de defoliación de 60 – 100 %.
- La producción de frutos de los árboles seleccionados en las tres especies fue: en *Prosopis sp* con 0,28 Kg, *Tabebuia billbergii* con 0,76 Kg y *Loxopterygium huasango* con 0,71 Kg; si bien los resultados expresan datos significativos, la producción anual de semillas disminuiría debido al criterio que de aprovechar el 50 % de la producción de frutos para evitar los impactos negativos en el ambiente.
- Las semillas de *Prosopis sp*, *Loxopterygium huasango* y *Tabebuia billbergii* son ortodoxas, porque presentaron contenidos de humedad entre 5 – 12 %.
- *Prosopis sp* (96,75 %) y *Tabebuia billbergii* (70,25 %) son las especies que alcanzaron mayor capacidad germinativa a nivel de laboratorio, mientras que *Loxopterygium huasango* (39,25 %) presenta el más bajo porcentaje de germinación; los porcentajes de germinación en las especies en estudio dependieron de la calidad de sus semillas (viabilidad, pureza y energía germinativa).

- El potencial productivo de *Tabebuia billbergii*, se debe tener en cuenta que los árboles pueden tener la fructificación en intervalos de tiempo irregulares de 2 años causando inconvenientes adicionales en la provisión de semillas.
  
- La baja germinación de las semillas de *Loxopterygium huasango* se debió: al alto porcentaje de semillas huecas y no viables (37 %), y al alto porcentaje de contaminación fúngica en los ensayos de germinación (23,75 %).

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones para evaluar otros factores climáticos que influye sobre la floración y fructificación, como la luminosidad, calidad de sitio, evapotranspiración, genética entre otros.
- Se considera a estos resultados como preliminares, debido que en algunas especies la variación de las intensidades de las fenofases cambiaron de un año a otro; por lo que se recomienda continuar con los seguimientos fenológicos en las tres especies en un periodo de 5 años mínimo para obtener datos confiables.
- En el caso del fruto de *Tabebuia billbergii* que es una cápsula dehiscente, el período que transcurre entre la madurez del fruto y la dispersión de la semilla es muy corto, por lo que se debe realizar la recolección de frutos antes de la maduración para evitar la pérdida de semillas.
- Para las semillas de las especies *Prosopis sp* y *Loxopterygium huasango* se debe aplicar tratamientos pre-germinativos, en el primer caso se debe realizar un lijado manual y a la segunda un ligero corte en la testa y luego remojar las semillas, así se libera al embrión para que empiece con la inhibición de agua y la germinación se acelere.
- Actualmente la información sobre comercialización de semillas forestales en nuestro país es deficiente, por lo que se cree necesario realizar estudios que permitan analizar el proceso de certificación de las semillas de árboles forestales y de esta manera consolidar el comercio formal de semillas de alta calidad en el ámbito nacional.
- Las semillas de las tres especies forestales en estudio son ortodoxas, por lo que es necesario realizar investigaciones para establecer la manera más adecuada de almacenamiento de las semillas, a fin de conservar el vigor y la capacidad germinativa.

- Garantizar la permanencia de los árboles semilleros, par lo cual es necesario que la comunidad se comprometa a mantener, cuidar y evitar practicas degradativas (quemadas incontroladas, pastoreo intensivo y eliminación de árboles) que alteren el estado de los mismos. En caso de que la comunidad no participe directamente en las actividades de manejo, es aconsejable que se suscriba convenios con organizaciones o instituciones.
  
- Replicar este tipo de investigaciones en diferentes especies forestales nativas de la región sur del Ecuador y de manera especial en el Bosque seco de la provincia de Loja, el cual posee un sin número de especies forestales de gran importancia ecologica, social y ambiental como *Bursera graveolens*, *Geoffroea spinosa*, *Ficus cuatrecasana*, *Maclura tinctoria*, entre otras.

## 8. LITERATURA CITADA

Agudelo, C. 1993. Estudio florístico y clima del cañón Quindío. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Museo de Historia Natural. Documento Biología N°2. Pág. 13.

Aguirre Z. 2002. Árboles útiles poco conocidos de la región del sur del Ecuador. Botánica Austroecuatorial-Estudios sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipe. Aguirre Z. Madsen J. Cotton E. y Balslev H. (Eds). Ediciones Abya-Yala.

Aguirre Z. y Kvist L. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Lyonia Volumen 8(2): 41-63.

Aguirre Z., Linares R. y KVIST L.P. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques secos estacionalmente secos de Ecuador y Perú. Arnoldoa 13(2): 324-346.

Aguirre, Z. y Aguirre, N. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja N°5. Departamento de botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. Pág. 30.

Aguirre-Mendoza, Z.; Betancourt-Figuera, Y. y G. Geada-López. 2013. Regeneración natural del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador. Consultado: 29 de abril del 2014. Disponible en: <http://www.mónografias.com/trabajos97/regeneración-natural-del-bosque-seco-provincia-loja-ecuador/regeneración-natural-del-bosque-seco-provincia-loja-ecuador.shtml#introduccion#ixzz30HpfENIr>

Alvarado, C. y D. Encalada. 2007. Estudio Fenológico, Análisis y Almacenamiento de Semillas, de Seis Especies Forestales Nativas en el Bosque Tropical Montano, Potenciales para la Reforestación en la Estación Científica San Francisco (ECSF). Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 7-10.

Álvarez, O. y T. Varona. 1988. Silvicultura. La Habana – Cuba. Pueblo y educación. Pág. 354.

Anderson, J.T., Inouye, D.W., Mckinney, A.M., Colautti, R.I. y T. Mitchell-Olds. 2012. Phenotypic plasticity and adaptive evolution contribute to advancing flowering phenology in response to climate change. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*.

Aponte, R. y Sanmartín, J. 2011. Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas con potencial productivo maderable y no maderable del Bosque Protector “El Bosque”, de la parroquia San Pedro de Vilcabamba – Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 102.

Birchler, T., Rose, R.W., Royo, A. y M. Pardos. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. (En línea). Fecha de consulta: 09 septiembre del 2012. Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/11.T.BIRCHLER\\_1047630290178.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/11.T.BIRCHLER_1047630290178.pdf)

Camacho, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: guía para el establecimiento y medición. Turrialba, CR. CATIE. Pág. 53.

Capa, L. 2010. Crecimiento radial de tres especies maderables del bosque seco y su relación con los factores climáticos y fenológicos en la Reserva Natural Laipuna. Tesis de Ingeniería Forestal. Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja –Ecuador. Pág. 137.

Caraguay, C. y Rivas, R. 2005. Distribución, fenología y crecimiento dimétrico de cuatro especies forestales en la Reserva Natural Tumbesina – La Ceiba del cantón Zapotillo. Tesis de Ingeniería Forestal. Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja –Ecuador. Pág. 135.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2000. Nota Técnica N°23 – *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson. Pág. 45-46.

Chamba, C.; Chimbo, C. 2002. Estudio fenológico de las especies forestales del bosque montano de la Estación Científica San Francisco. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. P. 143.

Cueva, O. 1997. Recolección, Clasificación y Estudio Etnobotánico de los Recursos Filogenéticos Arbóreos y Arbustivos Nativos Productores de Frutos Comestibles de la Provincia de Loja. UNL. Loja - Ecuador.

De la Fina, A. y A. Reveló. 1985. Climatología y fenología agrícola. 4 ed. EUDEBA. Argentina. Pág. 217 – 219.

Díaz, A. 1997. Guía para el cultivo y aprovechamiento de los "Algarrobos" o "Trupillos" *Prosopis juliflora* (Swartz) Dc. y *Prosopis pallida* (H y B. ex Willd.) H.B.K. Santafé de Bogotá, D.C: Convenio Andrés Bello, ago. 1997. 41p.

Estrella, R. 1999. Biología y ecología. Colombia, RADMANDI. Pág. 214.

FAO. 1983. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina. Depósitos de documentos de la FAO, Departamento de Agricultura. Fecha de consulta: 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/q2180s/Q2180S00.htm#TOC>.

FAO. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Ed. William, R.L. Roma - Italia. Pág. 502.

FAO. 2000. El género *Prosopis* “algarrobos” en América Latina y el Caribe, Distribución, biotecnología, usos y manejo. Depósitos de documentos de la FAO. Departamento de Agricultura. Fecha de consulta: 01 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD314S/AD314S00.HTM>

FAO. 2011. Manual técnico: Semillas en emergencias. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal 2002. Roma – Italia. Depósitos de documentos de la FAO, Departamento de Agricultura. Fecha de consulta: 22 de mayo del 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/015/i1816s/i1816s00.pdf>.

Figuerola, J., Armesto, J. y Hernández, J. 1996. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. Departamento de Biología, Laboratorio de Sistemática y Ecología Vegetal. Facultad de Ciencias. Universidad de Chile. Fecha de consulta 17 de mayo del 2014. Disponible en: [http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/2/Figuerola\\_et\\_al\\_1996.pdf](http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1996/2/Figuerola_et_al_1996.pdf).

Fournier, L. 1976. El Dendrofenograma. Una representación gráfica del comportamiento fenológico de los árboles. *Revista de Biología Tropical*. Costa Rica. Pág. 26 – 96.

García, J.C. 2006. Especies forestales útiles del bosque petrificado de Puyango. Honorable Consejo Provincial de Loja. Mancomunidad del BBP. Loja – Ecuador. Pág. 39.

García, P. y S. García. 1978. Diez temas sobre el clima. Ministerio de Agricultura. Madrid – España. Pág. 313.

García, R. Y Morocho, D. 2003. Identificación de fuentes semilleras y estudio fenológico de cinco especies forestales nativas del sitio Uritusinga, cantones Loja y Catamayo. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 116.

Gerhardt, K. 1994. Seedling development of four tree species in secondary tropical dry forest in Guanacaste, Costa Rica. Doctoral Dissertation. Uppsala University uppsala. Pag. 142.

González, E., García, C. y J. Correa. 2005. Especies forestales del bosque seco Cerro Negro-Cazaderos, Zapotillo-Puyango. Loja – Ecuador. Fundación Ecológica Arcoíris. Pág. 39.

Harold, W., y Hocker, Jr. 1984. Introducción a la Biología Forestal. AGT Editor, S.A. México. 446 pp.

Holdridge, L. y R. Boudowsky. 1959. Dendrología practica de los trópicos Americanos. Turrialba - Costa Rica. Instituto Americano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Pág. 10 – 24.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2014. Dirección de gestión meteorológica. Boletín climatológico anual - año 2012 y 2013, Boletín mensual enero, febrero, marzo 2014. Quito – Ecuador.

International Seed Testing Association (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing. Edición 2007.

Iñiguez, L. 2009. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la Provincia de El Oro, para la reforestación en áreas de explotación de material pétreo y embellecimiento vial del proyecto Huaquillas– Santa Rosa. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 120.

Janzen, D. H. 1988. Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. Annals of Missouri Botanical Garden. Pág. 116

Jara, L. 1996. Programa de abastecimiento de Semillas Forestales. CATIE. Turrialba – Costa Rica. Pag. 98. Fecha de consulta: 03 de mayo del 2014. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=PZcOAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Luis+Fernando+Jara+N.%22&hl=es&sa=X&ei=XveFU5vQObLOsATOjICAAw&ved=0CCEQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>

Jorgensen, P. y S. León Yánez. 1999. Catalogue of the Vascular Plants of northwest South America. The University Press of Chicago.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Trad. Dr. Antonio Castillo. Sección de Biometría Forestal de la Universidad de Freigung, Alemania. P.32.

Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. T., y R. T. Pennington. 2011. Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism, and G. Ceballos, editors. Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation. Island Press, Washington, DC 20009, USA.

Loaiza, V. H. 1992. Silvicultura. I Ed. Departamento de publicaciones de la Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Loja – Ecuador. Pág. 67.

Loján, L. 1992. El verdor de los Andes. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Quito - Ecuador.

López., F. 2002. Ecuador-Perú, Conservación para la Paz. Editorial UTPL: Loja-Ecuador. Pág. 76.

Luna, A. 2011. Identificación, selección y aprovechamiento de árboles semilleros en áreas de conservación comunitaria en el municipio de Churumuco, Michoacán, México. Tesis de maestrías en ciencias biológicas. Centro de investigaciones de ecosistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. Michoacán – México. Pág. 114.

Martos, J., Scarpati, M., Rojas, C., y G. Delgado. 2008. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penélope albipennis*. Fecha de consulta: 23 de abril del 2014. Publicado online: 26 de febrero del 2009. Disponible: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/v15n2/pdf/a09v15n2.pdf>

McLaren, K. P. y M. A. McDonald. 2003. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry in Jamaica. Forest Ecology and Management. Pág. 75

Mejia, M. 1990. Fundamentos y métodos. Palmira – El Valle. Facultad de Ciencia Agrícolas. Universidad Nacional de Colombia. Consultado: 02 de mayo del 2014. Disponible en: <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/18362/18362.pdf>

Miles, L., Newtón, A. C., Defries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y J.E. Gordón. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Bio*: 33(3). Pág. 505

Minchala, J., Eras, V., Muñoz, L., Yaguana, M., Poma, R., y Delgado, G. 2013. Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador. *Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía CEDAMAZ*, Vol 3 (No.1), 5-17.

Ministerio de Agricultura del Perú. 2002. Manual divulgativo de las especies forestales de la Reserva de Biosfera de noroeste del Perú. INRENA. Tumbes – Perú. Pág. 90.

Motto, P. 2005. Plantas medicinales del bosque seco cantón Zapotillo y Macará. Universidad Nacional de Loja – COSV. Loja – Ecuador.

Noboa, M. 2010. Comparación del efecto de riego con aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación de Santa Elena sobre 4 especies forestales en etapa de vivero. Tesis Ingeniero Agrícola y Biología. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Guayaquil – Ecuador. Pág.101.

Ordoñez, L. 2014. Deforestación Vs Forestación. *Diario La Hora*. Pág. B2. Fecha de consulta: 23 de abril del 2014. Publicado online: 06 de julio del 2014. Disponible en: <http://www.lahora.com.ec/frontEnd/includeTemplates/edicionImpresa.php?idRegional=7&dateEdition=2014-07-06&fecha=Domingo,%207%20de%20Julio%20de%20%202014>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC). Pág. 26. Fecha de consulta: 09 de septiembre del 2012. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Paladines, R. 2003. Propuesta de conservación del bosque seco del Ecuador. *Lyonia* 4(2). Pág. 186.

Paredes, R. 1997. Formulación participativa de un Plan Preliminar de Manejo del Bosque Nativo de “Pacaya”, cantón Quito. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 150.

Prado R, L. y M. Valdebenito. 2000. Contribución a la fenología de especies forestales nativas de Bolivia y Ecuador. Quito - Ecuador. Intercooperation. Pág. 186.

Quinapallo, T. y Vélez, M. 2013. Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón Zapotillo, provincia de Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 155.

Ríos, R. y R. ríos. 2000. Fenología y propagación de tres especies de Podocarpacea. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 81 – 84.

Rodriguez, M. 2008. Influencia de la temperatura en la germinación de semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze, de cuatro localidades del Departamento La Libertad, Perú. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Consultado: 23 de mayo del 2014. Disponible en: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/arnal/v15n1/a08v15n1.pdf>.

Sagobal, A. 2011. Estudio de la vegetación y el pastoreo en los bosques secos del norte del Peru con énfasis en la distribución de *Ipomoea carnea* Jacq

Salazar, R., Soihet, C., Méndez, J. M. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba- Costa Rica. Proyecto de Semillas Forestales: Danida Forest Seed Centre. 204p.

Salinas, A. y M. Cueva. 1982. Estudio dendrológico y fenológico de siete especies forestales en la Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja – Ecuador.

Terán, C. 2014. Deforestación Vs Forestación. Diario La Hora. Pág. B2. Fecha de consulta: 23 de abril del 2014. Publicado online: 06 de julio del 2014. Disponible en: <http://www.lahora.com.ec/frontEnd/includeTemplates/edicionImpresa.php?idRegional=7&dateEdition=2014-07-06&fecha=Domingo,%207%20de%20Julio%20de%20%202014>

Valverde, F. 1998. Plantas útiles del litoral Ecuatoriano. Ministerio del Ambiente – ECORAE – EcoCiencia. Guayaquil – Ecuador. Pág. 191.

Vázquez, Y., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M. y Cervantes, V. 1997. La reproducción de las plantas: semillas y meristemas. Fondo de cultura económica. Primera edición. México D.F. Consultado: 02 de mayo del 2014. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm>

Velásquez, M. 1998. Identificación, fenología, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque seco de Guápulas. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja - Ecuador.

Velepucha, L., y G. Hurtado. 1987. Estudio dendrológico de las principales especies forestales de la subcuenca del Rio Jipiro. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja – Ecuador.

Vílchez, B.; Chazdon, R.; Alvarado, W. 2008. Fenología reproductiva de las especies del dosel en bosques secundarios y primarios de la región Huetar Norte de Costa Rica y su influencia en la regeneración vegetal. Consultado: 23 de octubre del 2013. Disponible en [http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/antiores/anterior15/pdf/articulo%202.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/anterior15/pdf/articulo%202.pdf).

Webber, L. 2009. Diagnóstico y plan de monitoreo de la calidad del agua en las Áreas de interés hídrico de los cantones Celica, Pindal, Puyango y Macará. Naturaleza y Cultura Internacional. Loja, Ecuador. 35 p.

World Meteorological Organization (WMO), United Nations Environment Programme (UNEP). 1995. A report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Second Assessment, Climate Change. Fecha de consulta: 02 de octubre del 2012. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Desarrollo de la investigación, a nivel de campo y laboratorio.



**Figura 33.** Identificación y selección de árboles



**Figura 34.** Observación fenológica.



**Figura 35.** Recolección de semillas.



**Figura 36.** Análisis de productividad.



**Figura 37.** Análisis de calidad de semillas.



**Figura 38.** Difusión de resultados.

**Anexo 2.** Árboles de *Prosopis* sp seleccionados para la presente investigación.



**Figura 39.** Árbol N°1



**Figura 40.** Árbol N°2



**Figura 41.** Árbol N°3



**Figura 42.** Árbol N°4



**Figura 43.** Árbol N°5



**Figura 44.** Árbol N°6



**Figura 45.** Árbol N°7



**Figura 46.** Árbol N°8



**Figura 47.** Árbol N°9



**Figura 48.** Árbol N°10

**Anexo 3.** Árboles de *T. billbergii* seleccionados para la presente investigación.



**Figura 49.** Árbol N°1



**Figura 50.** Árbol N°2



**Figura 51.** Árbol N°3



**Figura 52.** Árbol N°4



**Figura 53.** Árbol N°5



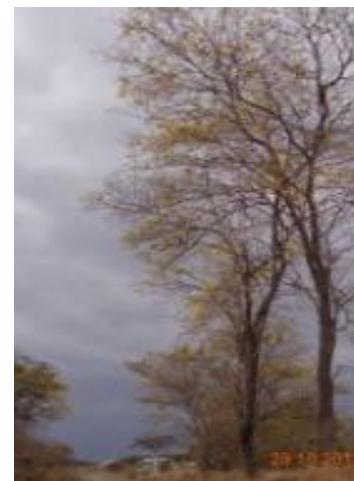
**Figura 54.** Árbol N°6



**Figura 55.** Árbol N°7



**Figura 56.** Árbol N°8



**Figura 57.** Árbol N°9

**Anexo 4.** Árboles de *L. huasango* seleccionados para la presente investigación.



**Figura 58.** Árbol N°1



**Figura 59.** Árbol N°2



**Figura 60.** Árbol N°3



**Figura 61.** Árbol N°4



**Figura 62.** Árbol N°5



**Figura 63.** Árbol N°6



**Figura 64.** Árbol N°7



**Figura 65.** Árbol N°8



**Figura 66.** Árbol N°9



**Figura 67.** Árbol N°10

**Anexo 5.** Porcentajes de aparición de las tres fenofases en *Prosopis sp* en el período agosto 2012 a julio 2013.

N° de Árbol	AÑO 2012															AÑO 2013		
	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO		
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE
1	75	0	25	75	0	25	30	10	30	10	70	10	5	25	5	5	5	5
2	0	0	30	60	0	15	35	15	30	5	50	5	5	25	0	5	5	0
3	0	0	25	10	0	20	25	10	20	5	10	0	5	5	10	5	5	5
4	0	0	30	30	0	30	25	5	20	10	10	0	5	5	0	5	5	5
5	0	0	25	20	0	15	25	5	15	10	0	5	5	0	0	20	5	0
6	0	0	50	40	0	25	25	50	50	5	50	25	5	5	5	5	5	5
7	0	0	50	5	0	15	25	10	40	10	50	10	5	5	5	5	5	0
8	0	0	35	90	0	20	25	15	70	10	40	60	5	5	15	0	0	25
9	25	0	50	90	5	25	30	40	25	55	50	0	5	5	0	0	15	5
10	25	0	50	90	5	25	15	10	50	50	50	0	0	5	0	5	15	5
Σ	125	0	370	510	10	215	260	170	350	170	380	115	45	85	40	55	65	55
□	13	0	37	51	1	22	26	17	35	17	38	12	5	9	4	6	7	6
S	24	0	12	34	2	5	5	15	17	19	23	19	2	9	5	6	5	7

.....Continuación.

N° de Árbol	AÑO 2013																	
	FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO		
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE
1	0	10	20	5	5	5	0	0	10	0	0	10	0	0	50	0	5	20
2	0	5	10	5	10	0	5	5	0	0	0	10	0	0	20	0	0	10
3	0	5	10	0	5	10	0	5	20	0	0	15	0	0	90	0	0	40
4	0	0	10	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	30
5	5	0	15	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30
6	0	10	10	5	5	5	0	0	0	0	0	15	0	0	70	0	0	30
7	0	5	25	5	5	5	0	0	0	0	0	10	0	0	80	0	0	70
8	0	0	25	0	0	25	0	0	0	0	0	10	0	0	70	0	0	70
9	0	50	10	10	20	5	0	5	0	0	0	5	0	0	5	0	0	10
10	0	30	10	10	10	5	0	5	0	20	0	5	0	0	5	0	0	10
Σ	5	115	145	50	70	65	5	20	30	20	0	80	0	0	460	0	5	320
□	1	12	15	5	7	7	1	2	3	2	0	8	0	0	46	0	1	32
S	2	16	6	3	5	7	2	3	7	6	0	5	0	0	31	0	2	23

Σ = Sumatoria mensual      S = Desviación estándar      □ = Promedio mensual      FL = Floración      FR = Fructificación      DE = Defoliación

**Anexo 6.** Porcentajes de aparición de las tres fenofases en *Tabebuia billbergii* en el período agosto del 2012 a marzo 2014.

N° de Árbol	AÑO 2012												AÑO 2013																			
	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO				
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR
1	0	0	25	0	0	20	0	0	90	0	0	100	0	0	80	70	0	100	0	10	25	0	0	25	0	0	20	0	0	10		
2	0	0	40	0	0	10	0	0	25	0	0	65	0	0	75	40	0	100	5	25	15	0	0	15	5	0	15	0	0	0		
3	0	0	40	0	0	5	5	0	30	0	0	55	0	0	75	15	0	100	5	15	25	5	0	15	5	0	15	0	0	0		
4	0	0	40	0	0	15	0	0	15	0	0	15	0	0	60	15	0	100	0	5	25	0	0	15	5	0	15	0	0	0		
5	0	0	40	0	0	15	0	0	30	5	0	75	0	0	80	85	25	100	0	25	15	0	0	15	0	0	25	0	0	0		
6	0	0	60	0	0	25	0	0	80	5	0	90	0	0	100	25	0	100	0	0	25	0	0	25	25	0	25	0	0	0		
7	0	0	40	0	0	15	0	0	30	0	0	65	0	0	80	50	0	100	0	15	25	0	0	25	5	0	25	0	0	0		
8	0	0	40	0	0	10	0	0	20	0	0	25	0	0	90	25	0	100	5	0	25	0	0	25	5	0	25	0	0	0		
9	0	0	35	0	0	20	0	0	80	5	0	100	0	0	80	75	0	90	0	5	15	0	0	15	0	0	15	0	0	0		
Σ	0	0	360	0	0	135	5	0	400	15	0	590	0	0	720	400	25	890	15	100	195	5	0	175	50	0	180	0	0	10		
□	0	0	40	0	0	15	1	0	44	2	0	66	0	0	80	44	3	99	2	11	22	1	0	19	6	0	20	0	0	1		
S	0	0	9	0	0	6	2	0	30	3	0	30	0	0	11	27	8	3	3	10	5	2	0	5	8	0	5	0	0	3		

.....Continuación.

N° de Árbol	AÑO 2013												AÑO 2014																			
	JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO			MARZO				
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR
1	0	0	75	0	0	20	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	20	0	--	80	0	--	5	90	--	15	0	--		
2	0	0	30	0	0	0	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	100	0	--	0	100	--	30	0	--		
3	0	0	30	0	0	0	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	10	0	--	90	0	--	0	100	--	30	0	--		
4	0	0	25	0	0	0	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	15	0	--	90	0	--	15	80	--	15	0	--		
5	0	0	30	0	0	5	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	90	0	--	0	80	--	15	0	--		
6	0	0	35	0	0	5	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	10	0	--	90	0	--	10	100	--	30	0	--		
7	0	0	5	0	0	5	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	100	0	--	0	80	--	15	0	--		
8	0	0	15	0	0	5	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	15	0	--	90	0	--	0	80	--	15	0	--		
9	0	0	30	0	0	20	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	20	0	--	80	0	--	15	80	--	15	0	--		
Σ	0	0	275	0	0	60	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	90	0	--	810	0	--	45	790	--	180	0	--		
□	0	0	31	0	0	7	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	10	0	--	90	0	--	5	88	--	20	0	--		
S	0	0	19	0	0	8	0	0	--	0	0	--	0	0	--	0	0	--	8	0	--	7	0	--	7	10	--	8	0	--		

Σ = Sumatoria mensual      S = Desviación estándar      □ = Promedio mensual      FL = Floración      FR = Fructificación      DE = Defoliación

**Anexo 7.** Porcentajes de aparición de las tres fenofases en *Loxopterygium huasango* en el período agosto 2012 a julio 2013.

N° de Árbol	AÑO 2012															AÑO 2013		
	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO		
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE
1	20	65	20	10	30	25	5	30	25	0	40	75	0	0	100	0	0	25
2	0	0	25	0	10	20	0	2	50	0	0	90	0	0	100	0	0	60
3	0	0	25	0	10	20	0	5	15	0	0	65	0	0	100	0	0	75
4	0	0	25	0	5	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	50
6	0	0	80	0	10	95	0	10	100	0	10	100	0	0	100	5	0	60
7	0	0	100	0	0	95	0	0	100	0	0	100	0	0	100	10	0	75
8	0	0	20	0	0	100	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100	0	60
9	0	0	80	0	0	95	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100	0	60
10	0	0	70	0	0	95	0	0	100	0	0	100	0	0	100	100	0	75
Σ	20	65	445	10	65	645	5	47	690	0	50	830	0	0	900	315	0	540
□	2	7	49	1	7	72	1	5	77	0	6	92	0	0	100	35	0	60
S	7	22	32	3	10	38	2	10	36	0	13	13	0	0	0	49	0	16

.....Continuación.

N° de Árbol	AÑO 2013																	
	FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO		
	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE	FL	FR	DE
1	10	50	60	5	5	10	5	5	25	0	100	0	5	90	25	0	75	5
2	0	0	0	5	40	0	15	0	25	0	100	0	5	90	20	0	0	60
3	0	0	0	0	5	40	10	0	25	0	100	0	5	90	20	0	40	0
4	0	0	0	15	15	5	25	0	25	0	0	0	0	0	25	0	5	25
6	25	0	20	50	20	20	50	0	0	0	0	55	25	100	20	0	5	90
7	20	0	10	8	5	20	20	0	0	0	0	85	5	25	25	0	0	90
8	75	5	25	0	0	100	25	0	0	0	0	15	10	5	25	0	5	80
9	25	75	0	75	80	5	25	0	0	0	0	80	5	10	35	0	5	80
10	100	25	0	40	50	10	10	25	0	0	0	65	5	15	30	0	5	95
Σ	255	155	115	198	220	210	185	30	100	0	300	300	65	425	225	0	140	525
□	28	17	13	22	24	23	21	3	11	0	33	33	7	47	25	0	16	58
S	36	28	20	27	27	31	13	8	13	0	50	37	7	44	5	0	25	38

Σ = Sumatoria mensual      S = Desviación estándar      □ = Promedio mensual      FL = Floración      FR = Fructificación      DE = Defoliación

**Anexo 8.** Datos de temperatura y precipitación de las de estaciones meteorológicas utilizadas.

TEMPERATURA (°C)																				
Año	2012					2013											2014			
Meses	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Datos (°C)	24,0	24,1	25,0	25,3	25,9	27,1	27,8	26,4	25,3	24,5	24,7	24,4	24,9	25,1	26,1	25,6	27,3	27,8	27,3	27,9
Estación	Zapotillo											Mangahurco								
Código	M0151											M1164								
Altitud	223 m.s.n.m											345 m.s.n.m								
Coordenadas	Latitud: 4G 22' 57" S											Latitud: 4G 4' 56" S								
UTM	Longitud: 80G 14' 11" W											Longitud: 80G 17' 36" W								

**Fuente:** INAMHI, 2014.

**Nota:** Los datos utilizados están sujetos a verificación.

PRECIPITACIÓN (mm)																				
	2012					2013											2014			
Meses	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Datos (°C)	0,7	0,0	0,0	4,0	8,8	57,2	69,2	113,1	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,3	26,7	383,3
Estación	Saucillo											Mangahurco								
Código	M0437											M1164								
Altitud	328 m.s.n.m											345 m.s.n.m								
Coordenadas	Latitud: 4G 16' 51" S											Latitud: 4G 4' 56" S								
UTM	Longitud: 80G 11' 55" W											Longitud: 80G 17' 36" W								

**Fuente:** INAMHI, 2014.

**Nota:** Los datos utilizados están sujetos a verificación.

**Anexo 9.** Datos generales de potencial productivo de tres especies forestales nativas del bosque seco de la provincia de Loja.

Especie	# de árbol	Ramas			promedio # frutos por rama	# Ramas con frutos	# de frutos/árbol (NFT)	# de semillas promedio/fruto	# de semillas/árbol	Peso de semillas muestra	# de frutos de la muestra	Peso semillas/árbol (gr)
		r1	r2	r3								
<i>Prosopis sp</i>	1	51	54	58	54,00	13,00	702,00	12,00	8424,00	61,04	1260,00	408,10
	2	78	57	0	67,00	9,00	603,00	18,00	10854,00	50,47	1377,00	397,82
	4	20	0	0	20,00	12,00	240,00	19,00	4560,00	16,92	370,00	208,53
	5	25	0	0	25,00	7,00	175,00	16,00	2800,00	18,72	383,00	136,86
	$\Sigma$				<b>166,00</b>	<b>41,00</b>	<b>1720,00</b>	<b>65,00</b>	<b>26638,00</b>	<b>147,15</b>	<b>3390,00</b>	<b>1156,28</b>
	$\square$				<b>41,50</b>	<b>10,25</b>	<b>430,00</b>	<b>16,25</b>	<b>6659,50</b>	<b>36,79</b>	<b>847,50</b>	<b>289,07</b>
<i>S</i>				<b>22,66</b>	<b>2,75</b>	<b>261,43</b>	<b>3,10</b>	<b>3651,98</b>	<b>22,33</b>	<b>545,98</b>	<b>136,19</b>	
<i>Tabebuia billbergii</i>	3	26	18	25	23,00	17,00	391,00	312,00	121992,00	26,45	7905,00	408,18
	4	64	56	61	60,00	12,00	720,00	293,00	210960,00	40,50	9810,00	870,94
	6	43	50	52	48,00	26,00	1248,00	238,00	297024,00	33,60	9790,00	1019,41
	$\Sigma$				<b>131,00</b>	<b>55,00</b>	<b>2359,00</b>	<b>843,00</b>	<b>629976,00</b>	<b>100,55</b>	<b>27505,00</b>	<b>2298,53</b>
	$\square$				<b>43,67</b>	<b>18,33</b>	<b>786,33</b>	<b>281,00</b>	<b>209992,00</b>	<b>33,52</b>	<b>9168,33</b>	<b>766,18</b>
<i>S</i>				<b>18,88</b>	<b>7,09</b>	<b>432,33</b>	<b>38,43</b>	<b>87520,01</b>	<b>7,03</b>	<b>1094,12</b>	<b>318,79</b>	
<i>Loxopterygium huasango</i>	3	88	100	91	93,00	17,00	1581,00	62,00	98022,00	87,93	8706,00	990,02
	6	75	77	72	74,00	16,00	1184,00	58,00	68672,00	4,51	500,00	619,42
	10	58	55	65	59,00	15,00	885,00	68,00	60180,00	42,87	4753,00	542,80
	$\Sigma$				<b>226,00</b>	<b>48,00</b>	<b>3650,00</b>	<b>188,00</b>	<b>226874,00</b>	<b>135,31</b>	<b>13959,00</b>	<b>2152,23</b>
	$\square$				<b>75,33</b>	<b>16,00</b>	<b>1216,67</b>	<b>62,67</b>	<b>75624,67</b>	<b>45,10</b>	<b>4653,00</b>	<b>717,41</b>
<i>S</i>				<b>17,04</b>	<b>1,00</b>	<b>349,15</b>	<b>5,03</b>	<b>19855,95</b>	<b>41,75</b>	<b>4103,91</b>	<b>239,17</b>	

$\Sigma$  = Sumatoria mensual

$\square$  = Promedio mensual

*S* = Desviación estándar

**Anexo 10.** Datos generales de pureza, peso y contenido de humedad de tres especies forestales nativas del bosque seco.

PORCENTAJE DE PUREZA								
Especie	N° de árbol	Peso total de la muestra		Peso semillas puras		% Peso 1	% Peso 2	Peso promedio
		M1	M2	M1	M2			
<i>Prosopis sp.</i>	1	61,04	61,03	59,60	59,74	97,64	97,88	97,76
	2	50,47	50,47	49,09	49,00	97,27	97,08	97,18
	4	16,92	16,90	16,23	16,28	95,93	96,35	96,14
	5	18,72	18,72	18,09	18,27	96,62	97,58	97,10
<b>PROMEDIO POR ESPECIE</b>								<b>97,05</b>
<i>Tabebuia billbergii</i>	3	26,45	26,40	19,94	18,22	75,40	69,03	72,22
	4	40,50	40,50	26,61	27,64	65,70	68,25	66,98
	6	33,60	33,61	24,40	23,39	72,61	69,58	71,10
<b>PROMEDIO POR ESPECIE</b>								<b>70,10</b>
<i>Loxopterygium huasango</i>	3	87,93	87,90	79,37	81,25	90,27	92,43	91,35
	6	4,51	4,50	4,36	4,42	96,78	98,28	97,53
	10	42,80	42,80	42,04	41,22	98,22	96,30	97,26
<b>PROMEDIO POR ESPECIE</b>								<b>95,38</b>

PESO DE 1 000 SEMILLAS										
Especie	Sub. 1	Sub. 2	Sub. 3	Sub. 4	Sub. 5	Sub. 6	Sub. 7	Sub. 8	Promedio	Peso en gramos de 1000 s
<i>Prosopis sp.</i>	4,3	4,05	4,12	4,2	4,11	3,88	4,12	3,95	4,091	40,9
<i>Tabebuia billbergii</i>	0,52	0,54	0,55	0,53	0,5	0,53	0,52	0,53	0,528	5,3
<i>Loxopterygium huasango</i>	0,94	0,98	0,96	0,97	1,06	1,05	1,13	0,98	1,009	10,1

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Especie		M1	M2	M3	M2 - M3	100/M2 - M1	% CH
<i>Prosopis sp.</i>	Muestra 1	88,05	98,05	97,43	0,62	10,00	6,20
	Muestra 2	86,25	96,25	95,87	0,38	10,00	3,80
	<b>Promedio</b>	<b>87,15</b>	<b>97,15</b>	<b>96,65</b>	<b>0,50</b>	<b>10,00</b>	<b>5,00</b>
<i>Tabebuia billbergii</i>	Muestra 1	146,84	156,84	155,51	1,33	10,00	13,30
	Muestra 2	146,52	156,52	155,52	1,00	10,00	10,00
	<b>Promedio</b>	<b>146,68</b>	<b>156,68</b>	<b>155,52</b>	<b>1,17</b>	<b>10,00</b>	<b>11,65</b>
<i>Loxopterygium huasango</i>	Muestra 1	82,76	92,76	92,16	0,60	10,00	6,00
	Muestra 2	80,65	90,65	90,06	0,59	10,00	5,90
	<b>Promedio</b>	<b>81,71</b>	<b>91,71</b>	<b>91,11</b>	<b>0,60</b>	<b>10,00</b>	<b>5,95</b>

**Anexo 11.** Resultados de germinación diaria y de energía germinativa de *Prosopis sp.*

Día	Total diario	Germinación acumulado	Número de semillas germinadas por período	Porcentaje de energía germinativa por período (%)	Patrón de germinación (%)
1	0	0	205	51	0
2	0	0			0
3	20	20			5
4	64	84			22
5	121	205			53
6	23	228	150	38	59
7	35	263			68
8	62	325			84
9	0	325			84
10	30	355			92
11	1	356	28	7	92
12	8	364			94
13	3	367			95
14	5	372			96
15	11	383			99
16	0	383	0	0	99
17	0	383			99
18	0	383			99
19	0	383			99
20	0	383			99
21	0	383	0	0	99
22	0	383			99
23	0	383			99
24	0	383			99
25	0	383			99
26	0	383	0	0	99
27	0	383			99
28	0	383			99
29	0	383			99
30	0	383			99
31	2	385	4	1	99
32	0	385			99
33	2	387			100
34	0	387			100
35	0	387			100
<b>Número Total de semillas germinadas</b>	387				
<b>Porcentaje de germinación total</b>	96,75				

 = periodo para definir la sincronía de la germinación.

**Anexo 12.** Resultados de germinación diaria y energía germinativa de las semillas de *Tabebuia billbergii*.

Día	Total diario	Germinación acumulado	Número de semillas germinadas por período	Porcentaje de energía germinativa por período (%)	Patrón de germinación (%)
1	0	0	155	39	0
2	0	0			0
3	0	0			0
4	96	96			31
5	59	155			51
6	45	200	102	26	66
7	0	200			66
8	57	257			84
9	0	257			84
10	0	257			84
11	0	257	6	2	84
12	0	257			84
13	5	262			86
14	0	262			86
15	1	263			86
16	0	263	37	9	86
17	0	263			86
18	3	266			87
19	0	266			87
20	34	300			98
21	0	300	0	0	98
22	0	300			98
23	0	300			98
24	0	300			98
25	0	300			98
26	0	300	5	1	98
27	0	300			98
28	0	300			98
29	0	300			98
30	5	305			100
31	0	305	0	0	100
32	0	305			100
33	0	305			100
34	0	305			100
35	0	305			100
<b>Número Total de semillas germinadas</b>	305				
<b>Porcentaje de germinación total</b>	76,25				

 = periodo para definir la sincronía de la germinación.

**Anexo 13.** Resultados de germinación diaria y energía germinativa de las semillas de *Loxopterygium huasango*.

Día	Total diario	Germinación acumulado	Número de semillas germinadas por período	Porcentaje de energía germinativa por período (%)	Patrón de germinación (%)
1	0	0	20	5	0
2	0	0			0
3	0	0			0
4	0	0			0
5	20	20			13
6	21	41	43	11	26
7	11	52			33
8	11	63			40
9	0	63			40
10	0	63			40
11	5	68	8	2	43
12	3	71			45
13	0	71			45
14	0	71			45
15	0	71			45
16	0	71	0	0	45
17	0	71			45
18	0	71			45
19	0	71			45
20	0	71			45
21	0	71	5	1	45
22	5	76			48
23	0	76			48
24	0	76			48
25	0	76			48
26	0	76	63	16	48
27	0	76			48
28	0	76			48
29	0	76			48
30	63	139			89
31	12	151	18	5	96
32	6	157			100
33	0	157			100
34	0	157			100
35	0	157			100
<b>Número Total de semillas germinadas</b>	<b>157</b>				
<b>Porcentaje de germinación total</b>	<b>39,25</b>				

 = periodo para definir la sincronía de la germinación.

**Anexo 14.** Frutos y semillas de *Prosopis sp.*



**Figura 68.** Vainas indehiscentes



**Figura 69.** Frutos atacados por plagas.



**Figura 70.** Semillas



**Figura 71.** Proceso de germinación.



**Figura 72.** Semillas viables.



**Figura 73.** Semillas no viables.

**Anexo 15.** Frutos y semillas de *Tabebuia billbergii*.



**Figura 74.** Vainas dehiscentes



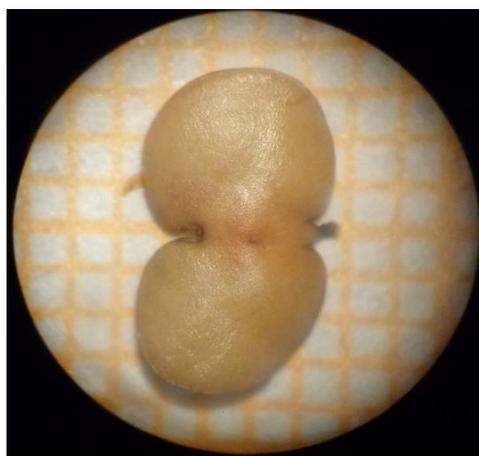
**Figura 75.** Semillas



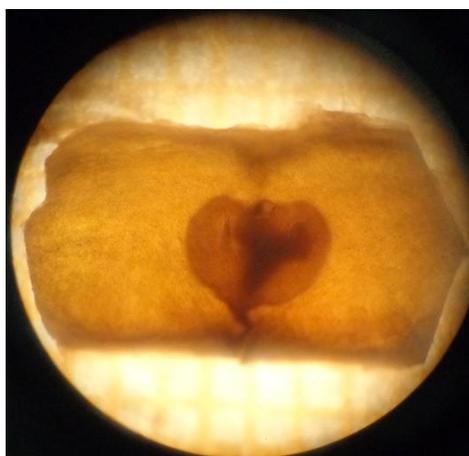
**Figura 76.** Proceso de germinación.



**Figura 77.** Semillas viables



**Figura 78.** Semillas no viables.



**Figura 79.** Semillas vacías o vanas.

**Anexo 16.** Frutos y semillas de *Loxopterygium huasango*.



**Figura 80.** Samaras indehiscentes.



**Figura 81.** Semillas



**Figura 82.** Proceso de germinación.



**Figura 83.** Semillas viables



**Figura 84.** Semillas no viables.



**Figura 85.** Semillas vacías o vanas.

**Anexo 17.** Difusión de los resultados obtenidos en la investigación.



**Figura 86.** Socialización de resultados con el equipo técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal.



**Figura 87.** Socialización de resultados a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal.

Anexo 18. Tríptico para difusión de los resultados obtenidos en la investigación.

<p><u>2. <i>Tabebuia bilberisii</i></u>  <b>Familia:</b> BIGNONACEAE  <b>Nombre común:</b> Guayacán negro</p> 	<p><u>3. <i>Leucopterygium huasango</i></u>  <b>Familia:</b> ANACARDIACEAE  <b>Nombre común:</b> Huañaco</p> 	 <p><b>Universidad Nacional de Loja</b>  <b>Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables</b>  <b>Carrera de Ingeniería Forestal</b></p>  <p><b>CON EL ASESORIO DE  LABORATORIO DE  MICROPROPAGACIÓN  VEGETAL</b></p> <p><b>ESTUDIO FENOLOGICO Y ANÁLISIS  DE CALIDAD DE SEMILLAS DE TRES  ESPECIES FORESTALES NATIVAS.  PROBLEMAS DEL BOSQUE SECO.</b></p> <p><b>Responsables:</b>  Facultad del Rector Claudio Romero</p> <p><b>Directores:</b>  Ing. Víctor Hugo Escobar Guzmán MSc.</p> 
<p><b>Floración:</b> Enero (época de lluvia).  <b>Fructificación:</b> Febrero (época de lluvia).  <b>Defoliación:</b> Septiembre-enero (época seca).  <b>Potencial Productivo por árbol:</b> 0,76 Kg  <b>Pureza:</b> 70,10 %  <b>Peso de 1000 semillas:</b> 5,30 gramos  <b>Número de semillas por Kg:</b> 188.679  <b>Contenido de Humedad:</b> 11,65 %  <b>Tipo de semilla:</b> Ortodoxa  <b>Poder germinativo:</b> 76,25 %  <b>Contaminación de la semilla:</b> 5,75 %  <b>Energía Germinativa:</b> Día 4 con 39 % de germinación.  <b>Semillas Viables:</b> 82 % (en una muestra de 100 semillas).  <b>Semillas no viables:</b> 7 % (en una muestra de 100 semillas).  <b>Semillas vanas o vacías:</b> 11 % (en una muestra de 100 semillas).</p>	<p><b>Floración:</b> Enero-abril (época de lluvia).  <b>Fructificación:</b> Mayo-junio (época seca).  <b>Defoliación:</b> Agosto-diciembre (época seca).  <b>Potencial Productivo por árbol:</b> 0,71 Kg  <b>Pureza:</b> 95,38 %  <b>Peso de 1000 semillas:</b> 10,10 gramos  <b>Número de semillas por Kg:</b> 99.010  <b>Contenido de Humedad:</b> 5,95 %  <b>Tipo de semilla:</b> Ortodoxa  <b>Poder germinativo:</b> 39,25 %  <b>Contaminación de la semilla:</b> 23,75 %  <b>Energía Germinativa:</b> Día 30 con 21% de germinación.  <b>Semillas Viables:</b> 63 % (en una muestra de 100 semillas).  <b>Semillas no viables:</b> 30 % (en una muestra de 100 semillas).  <b>Semillas vanas o vacías:</b> 7 % (en una muestra de 100 semillas).</p>	<p>Loja - Ecuador  2014</p>

Figura 88. Tríptico divulgativo. Cara anterior

## INTRODUCCIÓN

Los bosques secos son ecosistemas que presentan una cobertura boscosa continua que se distribuye entre los 0 a 1000 m de altitud, presentan temperaturas superiores a los 24 ° C y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm.

Originalmente la extensión de estos bosques era de 28000 Km<sup>2</sup>, lo que representaba el 35 % de la superficie del país, pero lamentablemente en la actualidad se estima que ha desaparecido el 50 % de este ecosistema, debido a la fuerte intervención en las últimas décadas, principalmente la extracción selectiva de madera y la conversión del bosque para actividades agropecuarias (Aguirre et al. 2006).

Bajo esta perspectiva, se pone en consideración la presente investigación, la misma que determinó los períodos de floración, fructificación, defoliación, productividad, calidad física de las semillas mediante ensayos de laboratorio de varias especies de importancia ecológica, económica y finalmente la relación existente entre las fenofases con los factores climáticos.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Contribuir a generar información sobre la fenología y calidad de las semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del Bosque Seco, para apoyar los programas de forestación y reforestación de la Provincia de Loja.

### Objetivos específicos

Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de algarrobo *Prosopis sp.*; guayacán *Tabebuia bilbergii*; y hualtaco *Lonchocarpium huasango*.

Analizar la relación existente entre las fases fenológicas de las tres especies forestales con los factores climáticos de la zona.

Determinar el potencial productivo y analizar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de las tres especies forestales, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.

## METODOLOGÍA:

**1. Descripción del área de estudio.** La investigación se realizó al suroccidente de la Provincia de Loja, en los cantones Zapotillo, Macará y Paltas, donde se encuentra con mayor representatividad bosque seco. El área tiene una extensión total de 2.940 Km<sup>2</sup> y posee una variación altitudinal que va de 0 a los 1.000 msnm. La temperatura media anual es de 26 °C y la precipitación media fluctúa entre 300 y 700 mm, dependiendo del año (Paladines 2003).

**2. Selección e identificación de árboles.** Se identificaron entre 9 - 10 individuos por especie, los cuales presentaron las mejores características fenotípicas como: i) copa grande sin competencia, ii) fuste recto, sano y grueso, iii) ángulo de inserción de las ramas mayor o igual a 45°, iv) capacidad y edad para producir semillas, v) facilidad de recolección de frutos; y, vi) buen estado fitosanitario (menos del 25 % de lesiones del área foliar).

**3. Seguimiento fenológico.** Se observó toda la copa de los 10 árboles escogidos, luego se asignó valores de 0 a 4 (Fournier 1976), dependiendo del grado de aparición los valores fueron transformado a un porcentaje de acuerdo a la siguiente escala: 1 (0 -25%), 2 (26- 50%), 3 (51-75%) y 4 (76-100%).

**4. Determinación del potencial productivo por árbol.** Se recolectados los frutos se colocaron en bolsas de tela o papel, las cuales se etiquetó de acuerdo a la especie recolectada, para luego transportarlos al laboratorio, donde se procedió a extraer las semillas y obtener la producción de frutos y semillas por árbol de cada especie.

**5. Calidad Física de semillas a nivel de laboratorio utilizando parámetros ISTA 2007.** Luego de recolectar las semillas, estas fueron llevadas al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, en donde se analizó la pureza, peso de semillas, contenido de humedad, viabilidad, energía germinativa y proceso de germinación (durante 2 meses) de tres especies forestales.

## RESULTADOS:

### 2. *Prosopis sp.*

Familia: BIGNONACEAE

Nombre común: Guayacán negro



**Floración:** Septiembre-noviembre (época seca).

**Fructificación:** Octubre-noviembre (época seca).

**Defoliación:** Junio-noviembre (época seca).

**Potencial Productivo por árbol:** 0,28 Kg

**Purera:** 97,05 %

**Peso de 1000 semillas:** 40,91 gramos

**Número de semillas por Kg:** 24.390

**Contenido de Humedad:** 5 %

**Tipo de semilla:** Ortodoxa

**Poder germinativo:** 96,75 %

**Contaminación de la semilla:** 2 %

**Energía Germinativa:** Día 5 con 51 % de germinación.

**Semillas Viables:** 92 % (en una muestra de 100 semillas)

**Semillas no viables:** 8 % (en una muestra de 100 semillas)

Figura 89. Tríptico divulgativo. Cara posterior.

