



unl

Universidad  
Nacional  
de Loja

## ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE ALGARROBO *Prosopis* sp., Y GUAYACÁN, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum) S. O. Grose, DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA

### Serie: Estudios de Biodiversidad 5

ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE ALGARROBO *Prosopis* sp., Y GUAYACÁN, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum) S. O. Grose, DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA

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

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, es así, la comercialización de leña, madera, alimento; además, permitir la continuidad de los procesos ecológicos en sus hábitats naturales, como la protección de cuencas hidrográficas y mantenimiento de los procesos naturales

La calidad de las semillas forestales es de gran importancia conocerla, ya que estas se deterioran 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, por lo tanto es necesario considerar los parámetros como: origen y autenticidad, peso y dimensiones, edad y madurez, pureza, viabilidad y energía germinativa, para emprender en futuros programas de forestación y reforestación.



Víctor Hugo Eras Guamán  
Julia Esther Minchala Patiño  
José Antonio Moreno Serrano  
Magaly Yaguana Arévalo  
Mauricio Sinche Freire

ISSN-13: 078-99 78-355-49-7



9 789978 355497



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

Ph. D. Nikolay Aguirre  
**Rector UNL**

Ph. D. Mónica Pozo Vinuesa  
**Vicerrectora Académica**

Ph. D. Max Encalada Córdova  
**Director de Investigación**

**ESTUDIO FENOLÓGICO Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE  
ALGARROBO *Prosopis* sp., Y GUAYACÁN, *Handroanthus billbergii* (Bureau &  
K. Schum) S. O. Grose, DEL BOSQUE SECO, PROVINCIA DE LOJA**

**Autores:**

Víctor Hugo Eras Guamán  
Julia Esther Minchala Patiño  
José Antonio Moreno Serrano  
Magaly Yaguana Arévalo  
Mauricio Gabriel Sinche Freire

**Revisión Par Académico:**

Comité Editor de la Universidad Nacional de Loja.  
Dr. Zhofre Aguirre Mendoza  
Herbario Reinaldo Espinosa. Universidad Nacional de Loja

**Citación:**

Eras V., Minchala J., Moreno J., Yaguana M. y Sinche M. (Editores). 2018. Estudio Fenológico y Análisis de calidad de semillas de Algarrobo *Prosopis* sp., y Guayacán, *Handroanthus billbergii* (Bureau & K. Schum) S. O. Grose, del bosque seco, provincia de Loja. Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Universidad Nacional de Loja. Ecuador: 91 p.

**ISBN 978-9978-355-49-7**

**Diseño e impresión:**

**EDILOJA Cía. Ltda.**

Telefax: 593-7-2611418

San Cayetano Alto s/n

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec) • [edilojainfo@ediloja.com.ec](mailto:edilojainfo@ediloja.com.ec)

Enero, 2019  
Loja, Ecuador

## AUTORES

**Eras Guamán Víctor Hugo.** Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [victorhugoeras@hotmail.com](mailto:victorhugoeras@hotmail.com) / [victor.eras@unl.edu.ec](mailto:victor.eras@unl.edu.ec)

**Minchala Patiño Julia Esther.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [jeminchala@gmail.com](mailto:jeminchala@gmail.com) / [julia.minchala@unl.edu.ec](mailto:julia.minchala@unl.edu.ec)

**Moreno Serrano Jose Antonio.** Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [josemoreno796@gmail.com](mailto:josemoreno796@gmail.com) / [jose.moreno@unl.edu.ec](mailto:jose.moreno@unl.edu.ec)

**Sinche Freire Mauricio Gabriel.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [mauriciosinche88@gmail.com](mailto:mauriciosinche88@gmail.com) / [mauricio.sinche@unl.edu.ec](mailto:mauricio.sinche@unl.edu.ec)

**Yaguana Arévalo Magaly.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [magaly.yaguana@unl.edu.ec](mailto:magaly.yaguana@unl.edu.ec)

## COLABORADORES

**Chamba Patricia.** Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [prchamba@gmail.com](mailto:prchamba@gmail.com)

**Delgado Paredes Guillermo.** Docente Investigador del Departamento Académico de Botánica. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque–Perú. Correo electrónico: [guildeg2015@yahoo.es](mailto:guildeg2015@yahoo.es)

**González Zaruma Darlin Ulises.** Estudiante de doctorado de Ciencias Forestales en la Universidad Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Brasil. Correo electrónico: [dgzaruma@gmail.com](mailto:dgzaruma@gmail.com)

**Muñoz Chamba Luis Fernando.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [luis.munoz@ambiente.gob.ec](mailto:luis.munoz@ambiente.gob.ec)

**Poma Angamarca Ruth Alexandra.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [ruthalex2003@yahoo.es](mailto:ruthalex2003@yahoo.es)

**Valarezo Ortega Cristian Oswaldo.** Programa de Investigación Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Proyecto Bosque Seco. Laboratorio de Micropropagación Vegetal. Universidad Nacional de Loja. Correo electrónico: [cris\\_mrhc@hotmail.com](mailto:cris_mrhc@hotmail.com)



# Contenido

<b>AUTORES.....</b>	<b>5</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS.....</b>	<b>13</b>
2.1. Fenología.....	13
2.2. Normas internacionales para el análisis de semillas forestales en laboratorio (Ista, 2007).....	18
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES .....</b>	<b>22</b>
3.1. Prosopis sp.....	23
3.2. Handroanthus billbergii .....	25
<b>4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>
4.1. Fases del trabajo de investigación .....	27
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
5.1. Localización de árboles en el campo.....	39
5.2. Periodo fenológico.....	43
5.3. Análisis de la relación entre las fases fenológicas y los factores climáticos de la zona .....	48
5.4. Potencial productivo.....	50
5.5. Pruebas estándar de la calidad de semillas .....	54
5.6. Pureza.....	55
5.7. Peso .....	55
5.8. Contenido de Humedad (CH).....	56
5.9. Germinación. ....	57
5.10. Energía germinativa.....	59
5.11. Viabilidad.....	60
5.12. Características generales de las semillas .....	61
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>64</b>



## PRESENTACIÓN

En el año 1989, la Universidad Nacional de Loja, a través de la Ex – Facultad de Ciencias Agrícolas, dio el primer paso en el campo de la Biotecnología Vegetal, al dictar el Primer Curso Nacional de “Propagación de Plantas por Tejidos”, que contó con la participación de Investigadoras del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INCA), de la República de Cuba, gracias al Proyecto de Investigación “ Propagación de orquídeas por medio de la técnica de cultivo de tejidos *in vitro*”, financiado por el Convenio CONUEP-UNL. Posteriormente en el año 1991, con la llegada del primer Posgradista de la República de Cuba, Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc. y con el apoyo de las Investigadoras Cubanas y Profesionales de la Ex - Facultad de Ciencias Agrícolas, vinculados en el área de Biotecnología Vegetal, se realizó el diseño, readecuación y equipamiento del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, con la finalidad de reunir las condiciones de asepsia necesarias, cumpliendo con acierto y responsabilidad en el apoyo a las Actividades Científicas y Académicas.

Actualmente, con el auspicio económico de la Universidad Nacional de Loja se ejecutó el Proyecto de Investigación Titulado: **“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 ha permitido generar información científico – técnica, relacionada con el ecosistema bosque seco.

En este marco, se ha procedido a generar información científico - técnica pertinente, relacionada con la sistematización de conocimientos y experiencias de las especies *Prosopis* sp. y *Handroanthus billbergii*, como una alternativa para recuperar la cubierta vegetal de ecosistemas degradados de bosque seco, en la Región Sur del Ecuador.

La Universidad Nacional de Loja, a través del mencionado proyecto de investigación, generó información sobre la fenología y la calidad de las semillas de estas dos especies forestales del bosque seco, la misma que se pone a consideración en la presente publicación, que contiene información relacionada con la fenología y análisis de calidad de semillas de algarrobo (*Prosopis* sp.) y guayacán (*Handroanthus billbergii*), en la que participaron

expertos profesionales del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y Egresados/as de la Carrera de Ingeniería Forestal.

Aspiramos que la información contenida en el mismo, sirva a profesionales, técnicos, entidades gubernamentales y no gubernamentales, así como a los campesinos/as del bosque seco de la provincia de Loja, como un insumo que permita contribuir a la conservación y manejo sustentable del algarrobo y guayacán, que son especies de fundamental importancia para este ecosistema.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas secos de la provincia de Loja, están amenazados por la destrucción que producen las actividades humanas. En la actualidad las áreas de bosque seco se presentan en pequeños remanentes y en otros casos solamente algunos árboles aislados (Herbario Loja *et al.*, 2001). El desarrollo de una cultura de conservación y la implementación de actividades que permitan preservar y aprovechar los bosques de una manera sustentable, son necesidades urgentes. Para satisfacer es preciso contar con información biológica básica, que aun es escasa. Para el caso del suroccidente de la provincia de Loja existen algunas iniciativas que se han desarrollado con el fin de suplir, aunque sea parcialmente, estos vacíos de información. Una de estas es el **“Estudio fenológico y análisis de calidad de semillas de algarrobo (*Prosopis* sp.) y guayacán (*Handroanthus billbergii*) del bosque seco, provincia de Loja”**.

Los géneros *Prosopis* y *Handroanthus*, se distribuyen ampliamente en diversos ecosistemas agroforestales, principalmente en climas áridos y semiáridos de América, Asia y África (Campos *et al.*, 2011). Cumpliendo un rol fundamental como fuente de alimento para ganado caprino, las que consumen directamente sus semillas y flores. Sus frutos también se utilizan para producir diversos productos, incluyendo harina y pulpa. En el Sur del Ecuador, *Prosopis* y *Handroanthus*, están en categoría de conservación amenazada, hecho que apoya la inclusión de esta especie en diversos planes de reforestación. Una fuente importante de información para la formulación de estrategias de reforestación, es el análisis fenológico de estas poblaciones y los efectos de los factores abióticos, en parámetros como la reproducción y el crecimiento de los bosques de *Prosopis* y *Handroanthus*, en la Región Sur del Ecuador. Ante esta brecha, Terán (2014), manifiesta que el Ministerio del Ambiente viene trabajando en 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 y recuperación de los servicios ecosistémicos; y, al manejo sustentable de los recursos forestales; así como, al mejoramiento de la calidad de vida de la población. Un ejemplo de ello es el Plan Nacional de Restauración Forestal, que impulsa el MAE, cuya meta principal es reforestar

500 mil hectáreas (en el periodo 2014 – 2017), utilizando especies nativas de interés para la biodiversidad y de uso maderable y no maderable.

En este contexto, en el marco del proyecto de investigación titulado: **“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”**, desarrollado en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, con el financiamiento de la Universidad Nacional de Loja y con el ánimo de aportar a la restauración ecológica de los ecosistemas de bosque seco, se realizó la presente investigación, cuyos objetivos fueron: Determinar la época de floración, fructificación y defoliación de algarrobo *Prosopis* sp. y *Handroanthus billbergii*; analizar la relación existente entre las fases fenológicas de las especies con los factores climáticos de la zona; y, determinar el potencial productivo y analizar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de las especies, mediante protocolos de germinación ISTA ( 2007).

## 2. CONCEPTOS BÁSICOS

### 2.1. Fenología

La fenología es el estudio de las relaciones entre los cambios climáticos estacionales y fenómenos biológicos periódicos, como floración, fructificación, brotación de las hojas y 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 especies forestales nativas dada su importancia económica, por ejemplo, la comercialización de leña, madera, alimentos; además, permitir la continuidad de los procesos ecológicos en sus hábitats, como la protección de cuencas hidrográficas y mantenimiento de procesos naturales (Prado y Valdebenito, 2000).

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.



Figura 1. Reconocimiento fenológico de *Prosopis* sp.

### 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 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 y semillas (Luna, 2011).



Figura 2. Fenofases de *Prosopis* sp.

### 2.1.2. Defoliación

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

### 2.1.3. 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).

### 2.1.4. Floración

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



Figura 3. Floración de *Handroanthus billbergii*.

### **2.1.5. 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).

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

#### **2.1.6.1. Fase**

Es la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos de la planta. Dado que entre la sucesión de fenómenos meteorológicos y la sucesión de las fases de las especies vegetales debe existir una 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).

### **2.1.6.2. 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).

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

En el Ecuador la temperatura y precipitación son 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 humedad inciden directamente sobre el crecimiento y forma de vida de las especies (Agudelo, 1993).

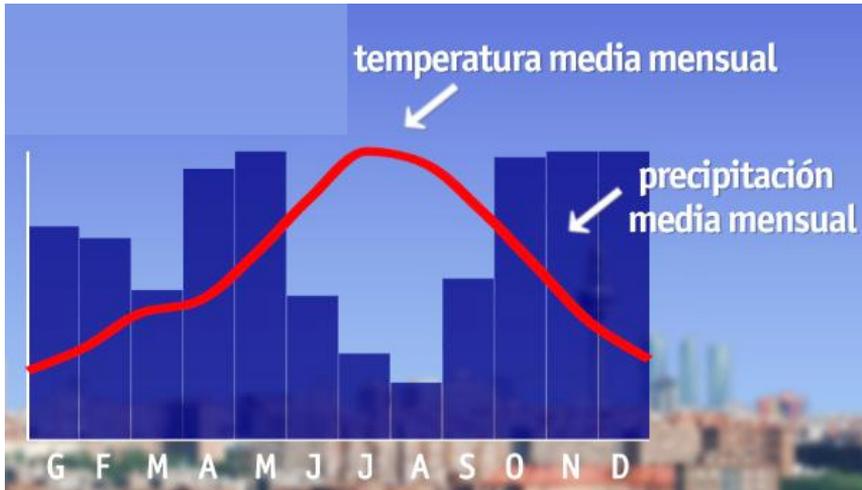


Figura 4. Factores climáticos influyentes en la fenología.

## 2.2. Normas internacionales para el análisis de semillas forestales en laboratorio (Ista, 2007)

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, herramienta que permite optimizar los procesos de manipulación de semillas y disminuir las pérdidas en la producción de plantas.

### 2.2.1. 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).



Figura 5. Semillas de *Handroanthus billbergii*

### 2.2.2. **Peso de las semillas**

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



Figura 6. Peso de semillas de *Handroanthus billbergii*

### 2.2.3. 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).

### 2.2.4. Viabilidad

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



Figura 7. Embrión de la semilla de *Handroanthus billbergii*.

### 2.2.5. 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. 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, las cuales son subdivididas al azar en cuatro lotes de 100 unidades cada una.



Figura 8. Germinación de semillas de *Prosopis* sp.

### 2.2.6. Energía germinativa

Es el porcentaje de semillas que germinan 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 varía 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 semillas que rápidamente emergerán en el campo.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

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 que 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).

### 3.1. *Prosopis* sp.



Figura 9. Árbol de *Prosopis* sp.

#### 3.1.1. Distribución geográfica

El algarrobo, *Prosopis* sp, es una especie que habita en planicies y laderas del bosque seco. Crece entre 0 a 2 000 msnm en las provincias de Loja, El Oro, Guayas, Manabí, Imbabura y Galápagos (Jorgensen y Yánez, 1999; citado por Aguirre, 2012b).

#### 3.1.2. Descripción botánica

El algarrobo, es un árbol espinoso de 6 a 15 m de altura. Fuste ramificado con diámetros que varían de 40 a 80 cm de DAP. Copa horizontal globosa de 8 a 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 de color amarillo. Los frutos son legumbres drupáceas de 12 a 15 cm de longitud y 1,5 cm de diámetro, indehiscentes y lineales. Semillas ovoides, achatadas, duras y de color marrón cuando está madura.

El algarrobo, es una especie heliófita de rápido crecimiento y larga vida, se reproduce por semilla y prefiere suelos aluviales profundos (García, 2006).



Figura 10. Frutos y semillas de *Prosopis* sp.

### 3.1.3. 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** se usa para elaborar goma, obtención de taninos; remojada y hervida se toma para el escorbuto, aliviar 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 utiliza para el control de la desertificación.

### 3.2. *Handroanthus billbergii*



Figura 11. Árbol de *Handroanthus billbergii*.

#### 3.2.1. Distribución geográfica

*Handroanthus billbergii* es una especie forestal, que crece desde México hasta la parte norte de América del Sur (Venezuela, Ecuador y Perú), en áreas de clima intertropical semiárido, en elevaciones bajas con climas secos a húmedos. Su floración, deja una alfombra de flores amarillas, la fructificación se producen durante la época seca (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).

### 3.2.2. Descripción botánica

El guayacán, es un árbol caducifolio de 12 a 14 m de altura y 20 - 25 cm de DAP. De 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. El fruto es una cápsula lineal oblonga de 17 - 25 cm de longitud por 8 - 10 mm de ancho, con pelos diminutos dispersos color café oscuro cuando se secan. Sus semillas son delgadas y tienen alas transparentes membranosas (Ministerio de Agricultura del Perú, 2002).



Figura 12. Frutos y semilla de *Handroanthus billbergii*.

### 3.2.3. 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).

## 4. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se realizó al suroccidente de la provincia de Loja, en los cantones Zapotillo, Macará y Paltas (Figura 13), donde se encontró mayor representatividad del bosque seco. El área tiene una extensión total de 2940 Km<sup>2</sup> y posee una variación altitudinal que va de 0 a 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).

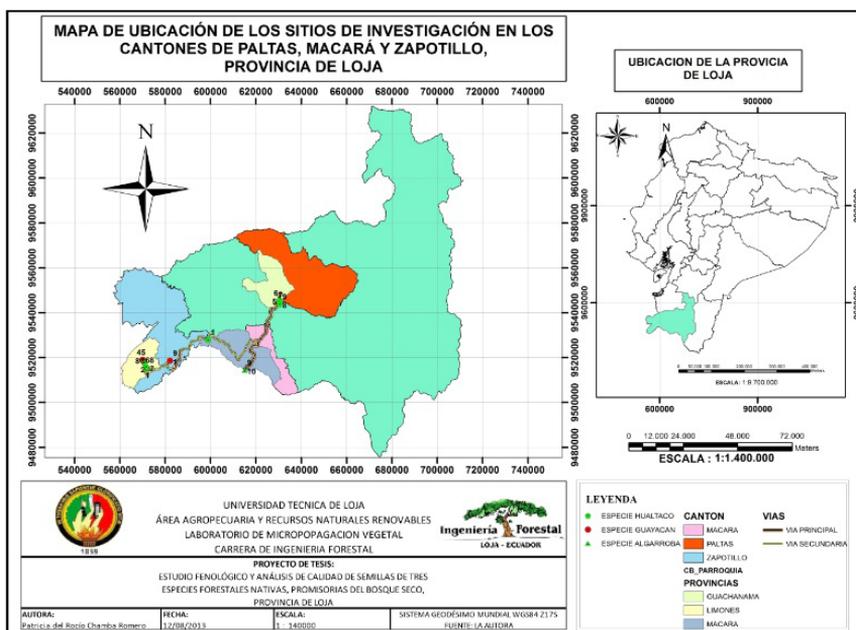


Figura 13. Mapa de ubicación del área de investigación.

### 4.1. Fases del trabajo de investigación

La investigación tuvo dos fases: campo y laboratorio.

#### 4.1.1. Fase de Campo

La fase de campo se ejecutó en los sectores de: cantón Macará sitios Puente Internacional y Vicín; cantón Zapotillo sitios Totumitos y Chambarango; 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, en donde también se registró datos fenológicos de la especie en estudio.

#### 4.1.1.1. Selección e identificación de los árboles

Los árboles de algarrobo (*Prosopis* sp.) y guayacán (*Handroanthus billbergii*), fueron seleccionados tomando en cuenta las siguientes consideraciones: valor comercial, ecológico y cultural de la especie, el estado de conservación regular; importancia para el rescate de la biodiversidad (estado de conservación del bosque seco); y, la ubicación en zonas accesibles para su monitoreo y evaluación.

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). Los formatos empleados para la recolección de la información de los árboles, se indica en el cuadro 1.



Figura 14. Identificación y etiquetado de individuos.



*Figura 15.* Identificación y etiquetado de individuos.

Cuadro 1. Hoja de campo para la recopilación de información general y localización de individuos seleccionados.

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

Fuente: Chamba y Chimbo (2002).

Cuadro 2. Hoja de registro para la recopilación de datos generales de campo, de los individuos seleccionados.

Especie	Código	CAP (m)	DAP (m)	Altura (m)	Ancho de copa (m)
---------	--------	---------	---------	------------	-------------------

Fuente: Alvarado y Encalada (2007).

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

La evaluación fenológica de *Prosopis* sp., y *Handroanthus billbergii*, se realizó desde agosto del 2012 a junio del 2013; para determinar las fenofases de los árboles, se realizó observaciones mensuales periódicas. La evaluación de cada una de las fenofases se realizó observando toda la copa de los 10 árboles escogidos, luego se asignó valores de 0 a 4 (Fournier, 1976), dependiendo del grado de aparición.

#### 4.1.1.3. 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, los datos que se obtuvieron de los 10 árboles, sirvieron para realizar un análisis de progreso de los fenómenos de floración, fructificación y defoliación, lo cual permitió establecer la época de recolección de semillas.

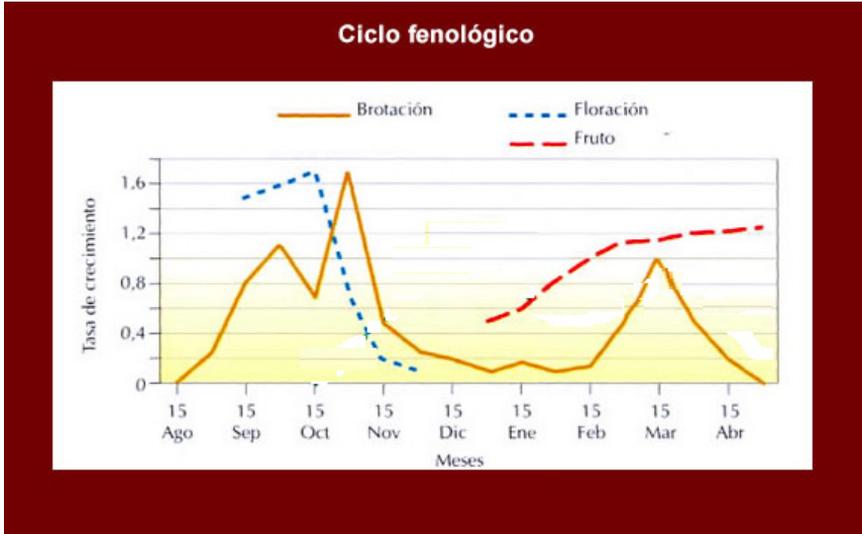


Figura 16. Representación del ciclo fenológico.

#### 4.1.1.4. Análisis de la relación existente entre los datos fenológicos y el clima de la zona

Para la investigación se utilizaron datos de temperatura y precipitación de las estaciones cercanas a Zapotillo, Paltas y Macará pertenecientes al INAMHI. Los datos climatológicos correspondieron al período julio 2012 a marzo 2014.

Se realizaron dendrofenogramas relacionando los datos fenológicos registrados, con los datos climáticos de temperatura y precipitación mensuales del área de estudio. Para elaborar los diagramas de cada fenofase se representó en el eje de las abscisas X, las fechas de observación de aparición de las fenofases promedio de los 10 árboles evaluados de la especie durante el período de seguimiento (tiempo/meses); y, en el eje de la ordenada Y, se representó el porcentaje de ocurrencia de los fenómenos fenológicos (floración, fructificación y defoliación) y los factores de precipitación (mm) y temperatura medias (°C) de los meses de evaluación. (Ver Figura 17).

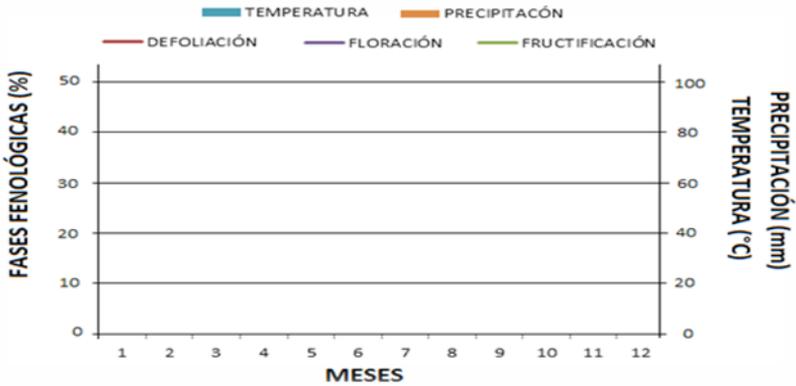


Figura 17. Representación gráfica del dendrofenograma.

#### 4.1.2. Fase de Laboratorio

Esta fase 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 al 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 de la Internacional Seed Testing Association (ISTA, 2007), tales como: pureza, pesaje, contenido de humedad, poder germinativo, energía germinativa y viabilidad.

##### 4.1.2.1. Determinación del potencial productivo y análisis de la calidad de semillas, mediante protocolos de germinación ISTA

La recolección de frutos se realizó directamente de los árboles previamente seleccionados para el estudio. Luego se colocaron en bolsas de tela o papel, las cuales se etiquetó, posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, donde se procedió a extraer las semillas para su posterior análisis. En el cuadro 3 se muestra los árboles de los que se obtuvo semillas en el campo.

Cuadro 3. Árboles de los cuales se obtuvieron semillas para el análisis de calidad en el laboratorio.

Especie	Número de árbol									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Prosopis</i> sp.	x	x	--	x	x	--	--	--	--	--
<i>Handroanthus billbergii</i>	x	x	--	x	x	--	--	--	--	--

x = árboles de donde se obtuvo semilla

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

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, obteniendo el número promedio de frutos por rama y por árbol (cuadro 4). Con la ayuda de binoculares se contabilizó el número de ramas con frutos en cada árbol (Nrf).

Cuadro 4. Hoja de registro para el cálculo del potencial productivo de las especies.

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

b. Número de frutos totales por árbol (NFT)

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

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

**Donde:**

**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 semillas 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 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:

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

**Donde:**

**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:

$$\mathbf{Ps = NFT * Psm / Nfm}$$

**Donde:**

**Ps:** Producción de semillas del árbol

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

**Psm:** Peso semilla muestra

**Nfm:** Número de frutos de la muestra

### 4.1.2.3. Análisis de la calidad de semillas de la especie a nivel de laboratorio, mediante protocolos de germinación ISTA 2007

#### a. Pureza de semillas

Se tomó el peso inicial de la muestra, luego se dividió en dos submuestras de pesos similares el total de las semillas recolectadas de las especies; 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 la fórmula:

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

#### b. Peso de semillas

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 fórmula:

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

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

Este resultado se expresó en número de semillas por kilogramo.

#### c. Contenido de humedad de las semillas

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 siguiendo la metodología:

- ❖ 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 la 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 cámara de desecación, para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera.
- ❖ Después de normalizarse la temperatura (30 - 45 minutos), se pesó las semillas en el recipiente nuevamente (M3).
- ❖ Finalmente el porcentaje de contenido de humedad de las semillas se calculó con la fórmula:

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

**Donde:**

**M1** = Peso del recipiente vacío

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

**M3** = Peso seco

d. Germinación

Se tomó 4 réplicas de 100 semillas puras cada una, éstas se sometieron a los parámetros que se especifican en el cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros previos a la germinación.

Especies	Tratamiento pre-germinativo	Semillas por especie	Desinfección
<i>Prosopis</i> sp., y <i>Handroanthus billbergii</i>	Lijado manual e imbibición en agua destilada por 24 horas.	400	Alcohol al 70% por un minuto, solución desinfectante de cloro al 50% de concentración por 15 minutos

Una vez desinfectadas las semillas, estas fueron ubicadas ordenadamente en cajas petri esterilizadas, dentro de las cuales se colocó papel toalla saturado con agua destilada.

- ❖ Seguidamente se procedió a etiquetar y colocar en el germinador a una temperatura de 27°C, se mantuvieron ahí hasta que el proceso de germinación se estabilizó. Los registros sobre la germinación se realizaron diariamente a partir del segundo día de iniciado el ensayo, el proceso duró entre treinta y sesenta días. Para los resultados de germinación se tomó en cuenta únicamente aquellas semillas que presentaron todas sus estructuras esenciales diferenciadas, esto es, radícula y las primeras hojas cotiledonares.

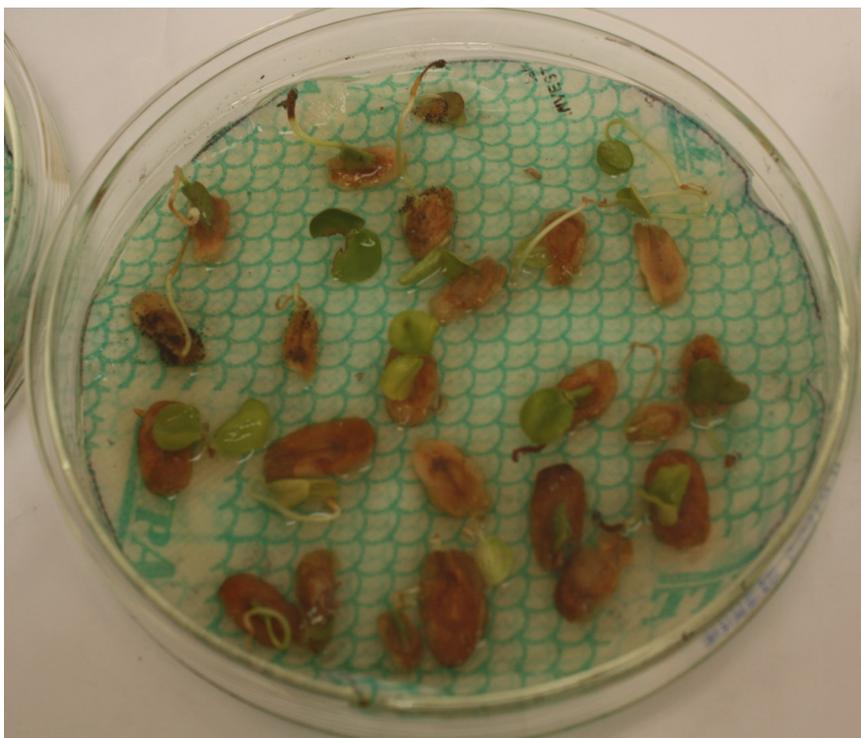


Figura 18. Germinación de *Prosopis* sp

e. Energía germinativa

La energía germinativa se consideró como el porcentaje de semillas que germinaron en un determinado período de tiempo, en el estudio se obtuvo la energía germinativa para los 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días de germinación.

f. Viabilidad

La prueba de viabilidad consistió en sumergir las semillas por 72 horas (tres días) en una solución de agua destilada con tetrazolium líquido al 1 %, cuyo pH estuvo entre 6,5 y 7,5; rango exigido por las normas ISTA (2007). Luego se observaron las semillas en un estereomicroscopio y se determinó su viabilidad, 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 las especies forestales. Estas características fueron: tamaño, peso, color y aspecto externo.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. 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 (cuadro 6 - 7). La ubicación política y geográfica de la localidad donde se encuentran los árboles y la ubicación de las especies en el campo, se indican en la figura 19.

Cuadro 6. 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				
7	572101	9515456	48,70	9	11,80	14,30				
8	572037	9515481	33,70	6	10,40	11,30		Comunidad de Limones	Limones	Zapotillo
9	615023	9514395	30,60	10	13,60	13,40				
10	615007	9514380	35,00	6	17,70	14,00				

Cuadro 7. Datos generales de campo de los árboles de *Handroanthus 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	9,00	Chambarango	
2	570029	9518926	42,97	20	9,07	9,30	9,30		
3	570038	9518924	28,96	17	8,40	9,20	9,20		
4	570038	9518929	30,23	18	9,40	9,20	9,20		
5	570087	9518898	26,10	16	5,30	6,60	6,60	Vía Limones - Totumitos	Limones
6	570029	9518909	41,38	18	10,00	10,50	10,50		Zapotillo
7	570076	9518910	36,92	15	8,00	8,00	8,00		
8	570079	9518909	24,82	15	9,70	7,90	7,90		
9	582105	9518588	27,37	16	12,30	9,50	9,50	Chambarango	
10	5700766	9518910	30,87	15	8,85	7,95	7,95	Vía Limones - Totumitos	Limones
									Zapotillo

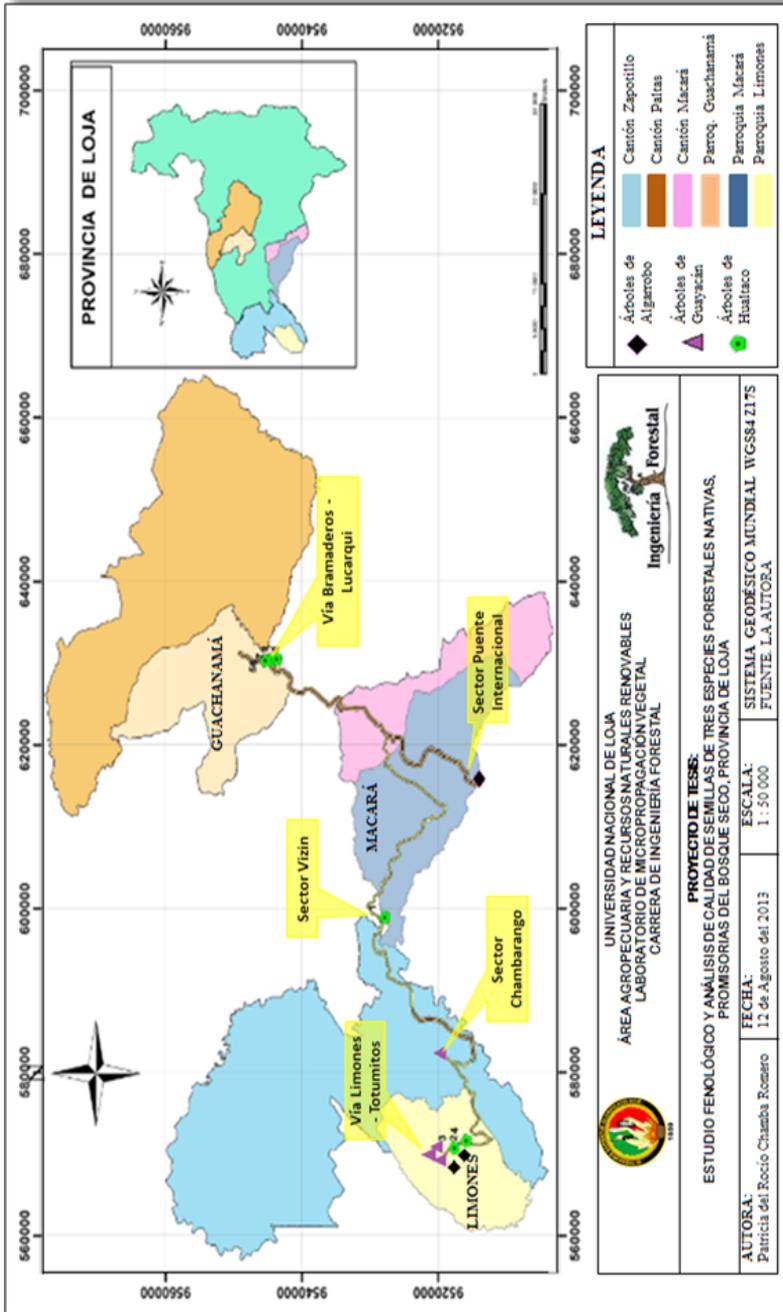


Figura 19. Mapa de ubicación de los árboles de *Prosopis* sp., y *Handroanthus billbergii*.

## 5.2. Periodo fenológico

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

En la figura 20, se ilustra el diagrama fenológico de *Prosopis* sp. en el período agosto 2012 hasta julio 2013.

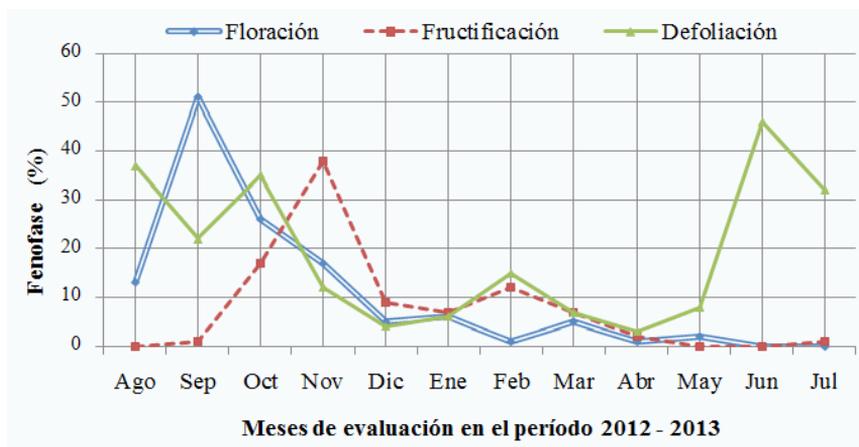


Figura 20. Procesos fenológicos de *Prosopis* sp.

Como se observa en la figura 20, *Prosopis* sp., 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 el proceso de floración en el mes de junio.

La **fructificación** se inició en el mes de octubre y alcanzó el pico más alto en noviembre (38 %), desde diciembre disminuyó progresivamente la fructificación presentándose en porcentajes menores al 15 %, desapareció completamente en mayo. Cabe mencionar que los individuos 4, 5, 6, 7 y 8 presentaron porcentajes muy bajos de fructificación, esto debido al ataque de plagas 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, donde indican que el proceso de floración se dio entre los meses de septiembre a marzo; difiriendo en la producción de frutos, ya que en la zona de estudio en el 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 Zapotillo y Macará la producción de frutos para noviembre fue de 38 %, en los siguientes meses no superó el 15 %.



Figura 21. Floración de *Prosopis* sp.



Figura 22. Fructificación de *Prosopis* sp.

### 5.2.2. Descripción de las respuestas fenológicas de *Handroanthus billbergii*.

En la figura 23, se ilustra el diagrama fenológico para *Handroanthus billbergii*, en el período comprendido entre agosto 2012 hasta julio 2013.

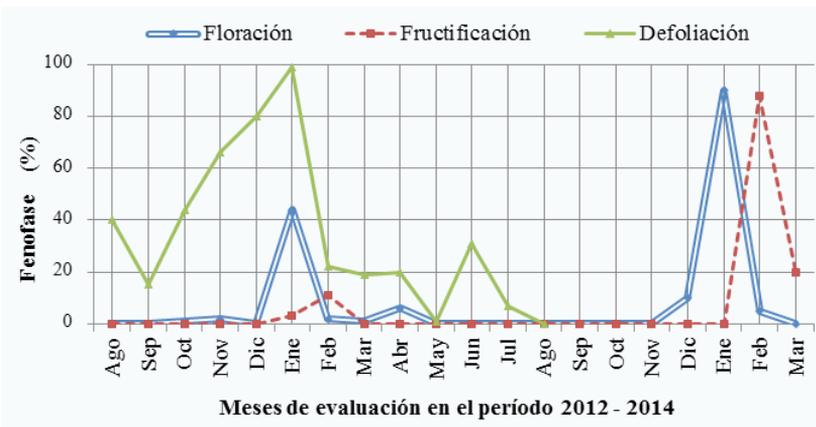


Figura 23. Procesos fenológicos de *Handroanthus billbergii*.

La evaluación de los procesos fenológicos de floración y fructificación en *Handroanthus 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 del 44 % en enero y en fructificación menor al 15 % en febrero.

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 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, establecieron que la floración se dio en diciembre con un porcentaje del 7,33 %, pero los porcentajes de fructificación que obtuvieron en enero fue de 80,46 %, que coincidieron con los datos obtenidos en este estudio, que en el mes de febrero del 2014 alcanzó un 88 %. Con base a estos resultados se puede manifestar que los datos obtenidos en la investigación coincidieron en los porcentajes de producción de frutos, pero difirieron en el tiempo de aparición de las fenofases, tanto para la floración y fructificación.

En cuanto a la defoliación, al ser el guayacán una especie caducifolia, la figura 23 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.



*Figura 24.* Floración de *Handroanthus billbergii*.



*Figura 25.* Fructificación de *Handroanthus billbergii*.

### 5.3. Análisis de la relación entre las fases fenológicas y los factores climáticos de la zona

Se registró 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 periodo agosto 2012 a marzo del 2014.

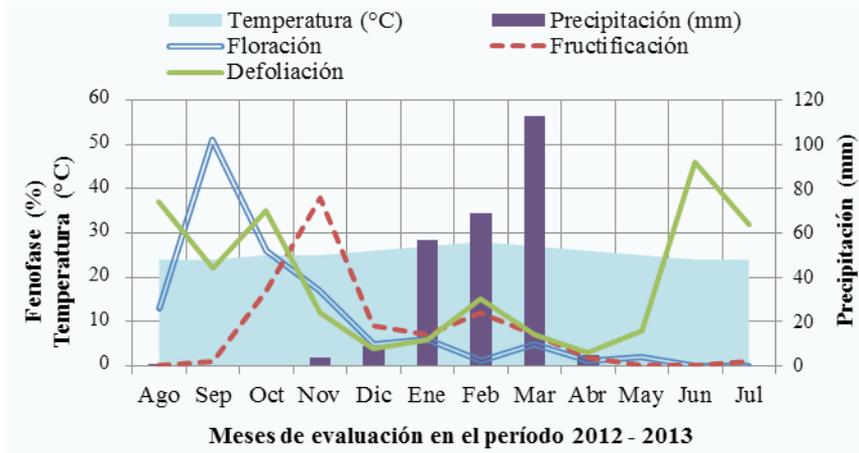


Figura 26. Dendrofenograma de *Prosopis* sp.

En la figura 26 se observa que *Prosopis* sp. alcanzó el mayor periodo de floración en el mes de septiembre, octubre y noviembre (época seca), en este periodo las precipitaciones fueron nulas y la temperatura promedio fue de 24,5°C. En el periodo diciembre – febrero, cuando se inició la época invernal (se presentaron las primeras lluvias, con promedios de precipitación entre 8,8 y 69,2 mm y temperaturas entre 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 en el mes de 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 de 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 (3 % – 15 %) cuando se presentaron las lluvias.

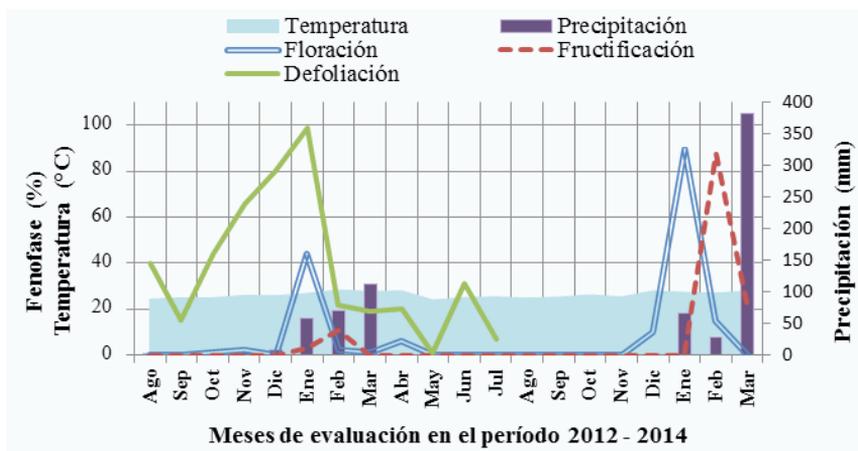


Figura 27. Dendrofenograma de *Handroanthus billbergii*.

En la figura 27 se observa que los porcentajes de aparición de la floración de *Handroanthus billbergii* variaron en un año a otro; 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; a diferencia de enero del 2014, en donde la precipitación se incrementó a 64,3 mm al igual que la temperatura que aumentó a 27,8°C, la intensidad de floración se incrementó al 90 %. Por lo tanto, con el incremento de las lluvias, la floración aumentó considerablemente.

En el caso de la fructificación, en la figura 26 se observa que en los dos años de evaluación esta fenofase se presentó en el mes de febrero, en donde la producción de frutos fue mayor en el segundo año, en febrero del 2013 se presentó un porcentajes del 11 %, acompañado de precipitaciones que llegaron a 69,2 mm y temperaturas de 27,8°C. En comparación con febrero del 2014 la fructificación se incrementó al 88 %, en este año las precipitaciones descendieron a 28,2 mm y la temperatura disminuyó a 27°C. Por lo observado, 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 *Handroanthus 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 fase de defoliación la especie perdió sus hojas completamente, para dar paso al fenómeno de la floración, terminada esta fenofase los árboles volvieron a cubrirse de follaje.

#### **5.4.      Potencial productivo.**

##### **5.4.1.    *Prosopis* sp.**

Para evaluar la productividad de semillas de *Prosopis* sp. se recolectaron 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  $430,00 \pm 261,43$  por árbol; cada fruto tuvo entre  $16,25 \pm 3,10$  semillas, suministrando entre  $6659 \pm 3651$  semillas por árbol, cuyo peso en la recolección fue de  $289,07 \pm 136,19$  gramos por árbol.



Figura 28. Frutos de *Prosopis* sp.



Figura 29. Frutos y semillas de *Prosopis* sp.

Debido a que la especie presentó uniformidad en la fructificación, estos valores revelaron un gran acercamiento a la realidad (Cuadro 8).

Cuadro 8. Potencial productivo de la especie *Prosopis* sp

Especie	Número frutos por rama	Número frutos por árbol	Número semillas por árbol	Peso de semillas por árbol (g)
<i>Prosopis</i> sp.	41,50	430,00	6659,50	289,07
	± 22,66	± 261,43	± 3651,98	± 136,19

#### 5.4.2. *Handroanthus billbergii*

Como se presenta en el Cuadro 9, el número de frutos por rama en *Handroanthus 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 frutos respectivamente; las semillas promedio por fruto fueron 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 *Handroanthus billbergii* se dio cada dos años (ciclos bianuales).

Cuadro 9. Potencial productivo de *Handroanthus billbergii*.

Especie	Nº de frutos por rama	Nº de frutos por árbol	Nº de semillas por árbol	Peso de semillas por árbol (g)
<i>Handroanthus billbergii</i>	43,67	786,33	209992,00	766,18
	± 18,88	± 432,33	± 87520,01	± 318,19



Figura 30. Frutos de *Handroanthus billbergii*



Figura 31. Frutos y semillas de *Handroanthus billbergii*.

## 5.5. Pruebas estándar de la calidad de semillas

### 5.5.1. *Prosopis* sp.

En el Cuadro 10, se muestra en resumen los resultados obtenidos sobre la calidad fisiológica de las semillas de *Prosopis* sp., cuyos parámetros son analizados por separado.

Cuadro 10. Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas.

Especie	Pureza (%)	Peso de 1000s (g)	N° de semillas/Kg	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)	Viabilidad (%)
<i>Prosopis</i> sp	97,05	40,91	24,390	5,00	96,75	92,00

### 5.5.2. *Handroanthus billbergii*

En el Cuadro 11, se muestra en resumen los resultados obtenidos sobre la calidad fisiológica de las semillas de *Handroanthus billbergii*, cuyos parámetros son analizados por separado.

Cuadro 11. Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de *Handroanthus billbergii*.

Especie	Pureza (%)	Peso de 1000s (g)	N° de semillas/Kg	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)	Viabilidad (%)
<i>Handroanthus billbergii</i>	70,10	5,30	188.679	11,65	76,25	82,0

## 5.6. Pureza

### 5.6.1. *Prosopis* sp.

El porcentaje de pureza de la especie en estudio obedeció al estado fitosanitario de los individuos seleccionados (ataque de plagas y enfermedades) y a la época de recolección de los frutos. El valor obtenido para este parámetro se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Porcentaje de pureza.

Especie	Familia	Pureza (%)
<i>Prosopis</i> sp	Fabaceae	97,05

### 5.6.2. *Handroanthus billbergii*

El porcentaje de pureza de la especie en estudio obedeció al estado fitosanitario de los individuos seleccionados (ataque de plagas y enfermedades) y a la época de recolección de los frutos. Las semillas de la especie fueron muy propensas al ataque de plagas (Cuadro 13).

Cuadro 13. Porcentaje de pureza.

Especie	Familia	Pureza (%)
<i>Handroanthus billbergii</i>	BIGNONIACEAE	70,10

## 5.7. Peso

### 5.7.1. *Prosopis* sp.

Como se puede ver en el Cuadro 14, la especie *Prosopis* sp. presentó semillas grandes, por lo que el peso en gramos de 1000 semillas fue elevado (40,91 g), mientras que por el contrario el número de unidades por kilogramo fue bajo (24.390 semillas).

Cuadro 14. Peso de 1000 semillas y número de semillas por kilogramo.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Peso de 1000 s (g)</b>	<b>Número de semillas/Kg</b>
<i>Prosopis</i> sp.	Fabaceae	40,91	24390

### 5.7.2. *Handroanthus billbergii*

Como se muestra en el Cuadro 15, *Handroanthus billbergii*, presenta semillas muy livianas lo que facilita su dispersión a través del viento. En una muestra de 1000 semillas presentó un peso de 5,10 g, con un número de semillas por kilogramo de 188.679.

Cuadro 15. Peso de 1000 semillas y N° de semillas/kilogramo.

<b>Especie</b>	<b>Familia</b>	<b>Peso de 1000 s (g)</b>	<b>N° de semillas/ kg</b>
<i>Handroanthus billbergii</i>	Bignoniaceae	5,30	188 679

## 5.8. Contenido de Humedad (CH)

### 5.8.1. *Prosopis* sp.

Los valores de contenido de humedad de *Prosopis* sp. resultaron ser bajos por tanto, se consideran semillas ortodoxas, lo que significa que podrían ser almacenadas a temperaturas adecuadas comprendidas entre 0°C y -20°C, para mantener su viabilidad según (N. Kameswara Rao, et al., 2007). (Cuadro 16).

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 recalitrantes (mayor 40 % de CH).

Cuadro 16. Porcentaje de contenido de humedad.

Especie	Familia	Contenido de Humedad (%)	Clases de semillas
<i>Prosopis</i> sp.	Fabaceae	5,00	Ortodoxas

### 5.8.2. *Handroanthus billbergii*

Como se puede ver el Cuadro 17, *Handroanthus billbergii*, presentó un 11,6 % de contenido de humedad, lo que facilitó que las semillas sean fácilmente atacadas por plagas y que pierdan su viabilidad a los 3 o 4 meses de haber sido colectadas. Por su bajo contenido de humedad se considera a las semillas de guayacán como ortodoxas, lo que significa que podría ser almacenada a una temperatura adecuada por un tiempo considerable, para conservar el poder germinativo.

Cuadro 17. Porcentaje de contenido de humedad.

Especie	Familia	Contenido de Humedad (%)	Clases de semillas
<i>PHandroanthus billbergii</i>	Bignoniaceae	11,65	Ortodoxas

## 5.9. Germinación.

### 5.9.1. *Prosopis* sp.

Como se observa en la figura 32, las semillas de *Prosopis* sp. tuvieron un alto poder de germinación con 96,75 %. El proceso de germinación se produjo a partir del día 3 y se estabilizó a los 33 días, esto se debió posiblemente 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. Al recolectar los frutos se observó que éstos se encontraban atacados por plagas, pero al extraer las semillas de las vainas éstas presentaron excelentes condiciones sanitarias. La contaminación en el laboratorio durante el ensayo fue del 2 %.

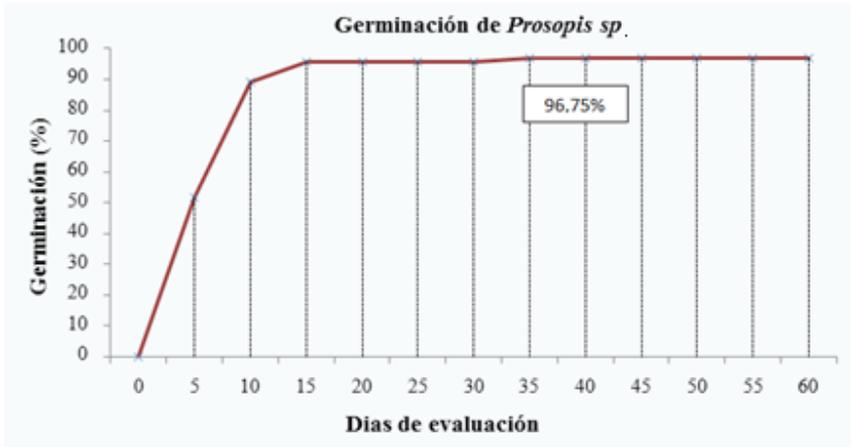


Figura 32. Curva de germinación acumulativa de *Prosopis sp.*

### 5.9.2. *Handroanthus billbergii*

Como se aprecia en la figura 33, las semillas de *Handroanthus billbergii*, alcanzaron un promedio de germinación del 76,25 %; por lo tanto, presentaron un alto poder germinativo a nivel de Laboratorio. El porcentaje de semillas contaminadas fue del 5,75 %. El proceso de germinación de la 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 pre-germinativo recomendado por el CATIE (2000), que consistió en sumergir las semillas en agua por 24 horas, resultó adecuado.

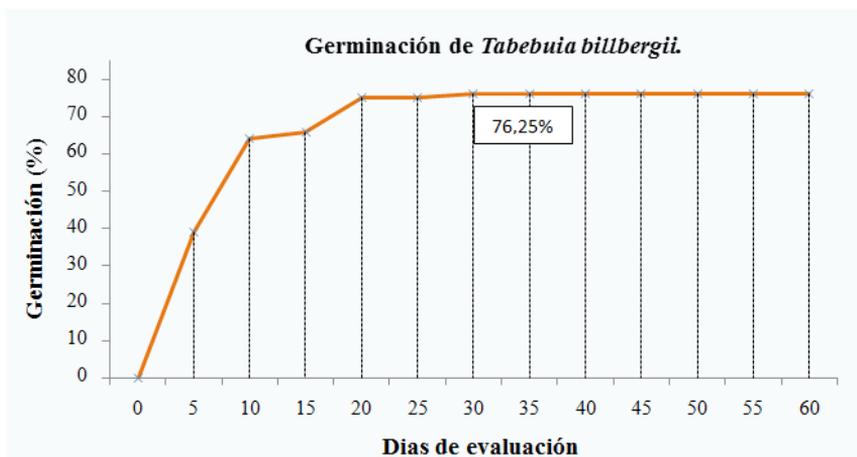


Figura 33. Curva de germinación acumulativa de *Handroanthus billbergii*.

## 5.10. Energía germinativa

### 5.10.1. *Prosopis sp.*

En la figura 34 se observa que los 10 primeros días fueron decisivos en la germinación de *Prosopis sp.*, debido a que en este período se presentaron plántulas con raíces y hojas cotiledonares formadas completamente. *Prosopis sp.*, alcanzó un porcentaje de germinación de 51 % en este período, siendo el día cinco cuando se presentó la mayor germinación de semillas

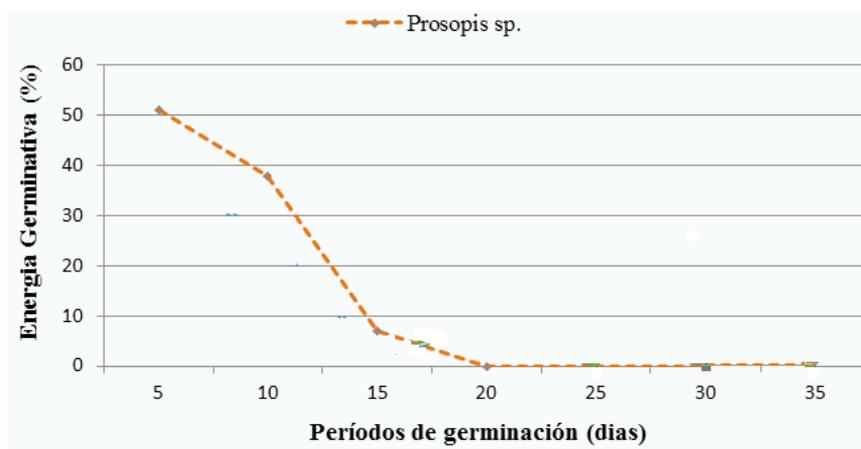


Figura 34. Representación gráfica de la energía germinativa de *Prosopis sp.*

### 5.10.2. *Handroanthus billbergii*

En la figura 35 se observa que los 10 primeros días fueron cruciales en la germinación de *Handroanthus billbergii*, debido a que en este período se presentaron plántulas con raíces y hojas cotiledonares normales y formadas completamente. *Handroanthus billbergii* alcanzó un porcentaje de germinación en el laboratorio de 39 % en este período, siendo el día cuarto cuando se presentó la mayor germinación de semillas.

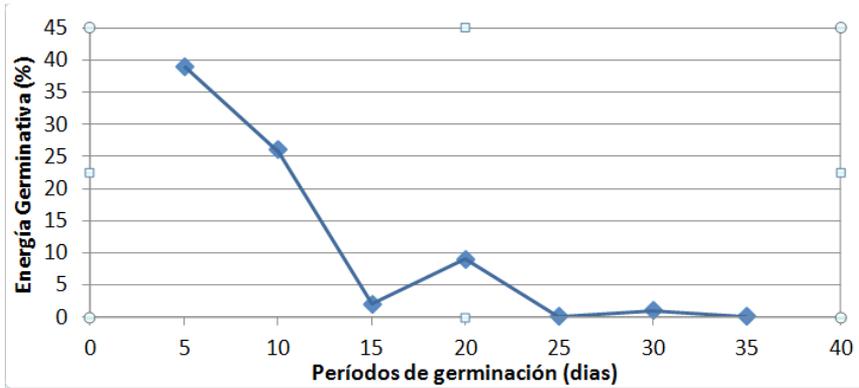


Figura 35. Representación gráfica de la energía germinativa de *Handroanthus billbergii*.

## 5.11. Viabilidad

### 5.11.1. *Prosopis* sp.

En *Prosopis* sp., la viabilidad de las semillas alcanzó el 92% lo que refleja relación directa con el porcentaje de germinación.

Como se muestra en el Cuadro 18, las semillas de *Prosopis* sp., en la prueba de viabilidad no presentaron semillas sin embrión. El porcentaje de semillas no viables fue bajo en la especie (8 %).

Cuadro 18. Porcentajes de viabilidad de *Prosopis* sp.

Especie	400 Semillas de la especie		100 Semillas de la especie			
	% semilla germinada	% semilla contaminada	Sin Embrión	% No Viables	Viables	Viables
<i>Prosopis</i> sp.	96,75	2,00	--	8	92	

### 5.11.2. *Handroanthus billbergii*

Como se muestra en el Cuadro 19, la semilla de *Handroanthus billbergii*, presentó el 76,25 % de germinación, lo que indica que esta estuvo influenciada directamente con la viabilidad de las semillas, que alcanzó el 82 %.

Cuadro 19. Porcentajes de viabilidad.

Especie	400 Semillas de la especie		100 Semillas de la especie			
	% semilla germinada	% semilla contaminada	Sin Embrión	% No Viables	Viables	Viables
<i>Handroanthus billbergii</i>	76,25	5,75	11	7	82	

## 5.12. Características generales de las semillas

### 5.12.1. *Prosopis* sp.

Como se muestra en el Cuadro 20, los frutos de *Prosopis* sp., son legumbres indehiscentes que se fragmentan en pedazos pequeños, cada uno contiene una semilla, este tipo de legumbres se denominan lomentáceas y los pedazos lomentos. En el fruto se encontró un promedio de 16 semillas, el tamaño de las semillas promedio es de 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), la cubierta externa fue lisa, brillante y dura, por esta razón se escarificaron.

Cuadro 20. Características generales de las semillas de *Prosopis* sp.

Especie	Peso (g)	Tamaño semilla			Color	Forma	Aspecto externo
		L (cm)	A (cm)	E (cm)			
<i>Prosopis</i> sp.	0,041	0,65	0,50	0,02	Amarillo pálido	ovalada	lisa, dura, brillante

ESCALA: L: largo; A: ancho; E: espesor

### 5.12.2. *Handroanthus billbergii*

El fruto de *Handroanthus billbergii* es seco dehiscente, más precisamente una cápsula linear, cilíndrica que al madurar se abre y deja libre la semilla. En el fruto se pudo registrar un promedio de 280 semillas aproximadamente que midieron entre 1,5 x 0,40 x < 0,01 cm. Otras características que se observaron en las semillas es que son aplanadas, ligeras y presentan una forma alada; el peso de cada semilla fue de 0,005 gramos; estas características facilitaron la germinación de la semilla, ya que no necesitaron realizar la escarificación de las mismas.

Cuadro 21. Características generales de las semillas.

Especie	Peso (g)	Tamaño semilla			Color	Forma	Aspecto externo
		L (cm)	A (cm)	E (cm)			
<i>Handroanthus billbergii</i>	0,005	1,5	0,4	< 0,01	Gris castaño	Aplanada	Alada brillante

ESCALA: L: largo; A: ancho; E: espesor.

## 6. CONCLUSIONES

- ❖ La floración y fructificación de *Prosopis* sp., se presentó con máxima intensidad en la época seca (entre agosto y noviembre).
- ❖ La máxima producción de frutos de *Prosopis* sp., se presentó en el mes de noviembre con 38 %, con una producción de semillas de 0,28 kg/ árbol; con un porcentaje de semillas puras (97,05 %), bajas tasas de contaminación durante la germinación (2 %), y el mayor porcentaje de viabilidad (92 %).
- ❖ Las semillas de *Prosopis* sp., son ortodoxas, porque presentaron contenidos de humedad bajos, que oscilaron entre 5 – 12 %.
- ❖ *Prosopis* sp., presenta alta capacidad germinativa de las semillas a nivel de laboratorio (96,75 %); los resultados de germinación dependen de la calidad de las semillas que comprende (viabilidad, pureza y energía germinativa).
- ❖ Los procesos fenológicos de *Handroanthus billbergii* están directamente relacionados con los cambios de la temperatura y la precipitación, presentándose la floración y fructificación en la temporada lluviosa (enero y febrero).
- ❖ *Handroanthus billbergii*, es una especie caducifolia, por presentar altos porcentajes de defoliación del 60 % al 100 %.
- ❖ El potencial productivo de *Handroanthus billbergii*, es irregular, lo cual es un inconveniente en la provisión potencial de semillas, por cuanto su producción es de carácter bianual.
- ❖ *Handroanthus billbergii* presentó una elevada capacidad germinativa de las semillas a nivel de laboratorio (70,25 %), estos porcentajes de germinación dependen de la calidad de sus semillas, esto es de la viabilidad, pureza y energía germinativa, cuyos resultados fueron buenos.
- ❖ Las semillas de *Handroanthus billbergii*, considerando su bajo contenido de humedad, que osciló entre 5 -12 %, se pueden considerar como semillas ortodoxas, razón por la cual no se pueden almacenar por mucho tiempo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- 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. & 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.
- Alvarado, C. & 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.
- Aponte, R. & Sanmartín, J. (2011). Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas con potencial productivo maderable y no maderable del Bosque Protector “El Bosque”, de la parroquia San Pedro de Vilcabamba – Loja. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 102.
- Ricardo I. Campos, Heraldo L. Vasconselas, Alan N. Andersen, Tiago L. M. Frizzo and Kelly C. Spena., Multi-Scale ant diversity in savanna woodlands: an intercontinental comparison, *Journal Compilation 2011 Ecological Society of Australia*.
- Caraguay, C. & 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.
- 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.
- 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. 143 p.
- De la Fina, A. & Revelo, A. (1985). Climatología y fenología agrícola. 4 ed. EUDEBA. Argentina. Pág. 217 – 219.
- FAO. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Ed. William, R.L. Roma - Italia. Pág. 502.
- 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.
- Aguirre, Z., & Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas, 9-24.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2007). International Rules for Seed Testing. Edición 2007.
- Jorgensen, P. & León Yanez, S. (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 Freiburg, Alemania. P.32.
- Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A. T., & Pennington, R. T. (2011). Neotropical Seasonally Dry Forests: Diversity, Endemism, and G. Ceballos, editors. Seasonally Dry Tropical Forests ecology and conservation. Island Press, Washington, DC 20009, USA.
- Loján, L. (1992). El verdor de los Andes. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Quito - Ecuador.
- 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., & G. Delgado. (2008). Fenología de algunas especies que son alimentos 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>
- 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.
- N. Kameswara Rao, Jean Hanson, M. Ehsan Dulloo, Kakoli Ghosh, David Nowell & Michael Larinde (2007). Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma, Roma Italia. Pág. 101. Disponible en: [http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Manual\\_para\\_el\\_manejo\\_de\\_semillas\\_en\\_bancos\\_de\\_germoplasma\\_1261\\_01.pdf](http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Manual_para_el_manejo_de_semillas_en_bancos_de_germoplasma_1261_01.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. & Valdebenito, M. (2000). Contribución a la fenología de especies forestales nativas de Bolivia y Ecuador. Quito - Ecuador. Intercooperation. Pág. 186.
- Quinapallo, T. & 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.
- Salinas, A. & Cueva, M. (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%202014>
- Valverde, F. (1998). Plantas útiles del litoral Ecuatoriano. Ministerio del Ambiente – ECORAE – EcoCiencia. Guayaquil – Ecuador. Pág. 191.
- Velásquez, M. (1998). Identificación, fenología, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque seco de Guápalas. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja - Ecuador.