



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**DORMANCIA Y GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE  
*Hesperomeles ferruginea* (PERS.) BENTH (ROSACEAE) UN  
ÁRBOL NATIVO CON POTENCIAL PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de  
Bióloga con mención en Ecología y Gestión**

**AUTORA:**

**MAYRA CATALINA JIMÉNEZ PESÁNTEZ**

**DIRECTOR:**

**ANTONIO MANUEL CRESPO AMPUDIA**

**CUENCA, ECUADOR**

**2013**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios...

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a toda mi familia: hermanos, tíos, tías, primos, primas, a una amiga muy especial Dra. María Elena Contreras; pero sobre todo a mis Padres han estado en todo momento brindándome, todo su apoyo y sin ellos nada hubiera sido posible hacer.

Luego quiero dejar constancia de mi eterna gratitud a quienes contribuyeron de manera efectiva en la elaboración de este trabajo Blgo. Msc. Antonio Crespo Director de Tesis, por las oportunidades brindadas, por el apoyo económico que contribuyó a llevar a cabo este trabajo y por aquellos consejos que me permitieron alcanzar los objetivos de la tesis, a los Doctores. Gustavo Chacón y Raffaella Ansaloni, miembros del Tribunal por toda su entrega y paciencia gastada en Mí. Mis más sinceros agradecimientos a la Dra. María Elena Cazar y al Ing. Omar Delgado quienes dedicaron su valioso tiempo para brindarme su apoyo. A la Ing. Ximena Orellana, Lcdo. Diego Vidal, Ing. María Fernanda Rosales por las facilidades otorgadas en la prestación de las instalaciones de la Universidad y por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A todos mis Profesores por el incondicional apoyo brindado durante mi vida estudiantil. A todos mis compañeros y amigos especialmente a mis amigas Erika Marcatoma y Cindy Álvarez de quienes no hace falta escribir las razones por las que les agradezco.

En general agradezco a todas las personas que de una u otra manera estuvieron presentes para facilitar la ejecución de este trabajo. Un agradecimiento especial a la Universidad del Azuay por la oportunidad y las facilidades que me ha brindado para profesionalizarme.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	ii
Índice de contenidos.....	iii
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3

### CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1 Problemática.....	4
1.2 Marco teórico	
1.2.1 Dormancia y germinación.....	5
1.2.2 Tipos de dormancia	
1.2.2.1 Dormancia física.....	6
1.2.2.2 Dormancia fisiológica.....	7
1.2.2.3 Dormancia morfológica.....	7
1.2.2.4 Dormanciamorfofisiológica.....	7
1.2.2.5 Dormancia combinada.....	7
1.2.3 Factores que afectan la ecofisiología de las semillas.....	7
1.3 Descripción de la especie	
1.3.1 Sinónimos.....	10
1.3.2 Descripción botánica.....	11
1.3.3 Distribución.....	11
1.3.4 Estado de conservación.....	12
1.3.5 Usos.....	12

### CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio de recolección de las semillas.....	13
---	----

2.2 Pruebas preliminares.....	15
2.3 Análisis de calidad de semillas con parámetros estandarizados.....	16
2.3.1 Viabilidad.....	16
2.3.2 Peso de las semillas.....	17
2.3.3 Contenido de humedad.....	17
2.4 Experimentos manipulativos para clasificar la dormancia.....	18
2.4.1 Experimentos relacionados con la dormancia física.....	19
2.4.1.1 Pruebas de imbibición.....	19
2.4.1.2 Experimentos físicos	
2.4.1.2.1 Inmersión en agua destilada.....	20
2.4.1.2.2 Escaldado.....	20
2.4.1.2.3 Calor seco.....	20
2.4.1.3 Experimentos mecánicos	
2.4.1.3.1 Escarificación mecánica.....	20
2.4.1.4 Experimentos químicos	
2.4.1.4.1 Escarificación ácida.....	20
2.4.2 Pruebas de germinación.....	21
2.4.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica	
2.4.3.1 Observaciones de la estructura del embrión.....	22
2.4.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica	
2.4.4.1 Estratificaciones.....	22
2.5 Pruebas preliminares para romper la dormancia	
2.5.1 Medición de los embriones.....	23
2.5.2 Lavado.....	23

2.6 Análisis estadístico.....	24
-------------------------------	----

### **CAPÍTULO 3: RESULTADOS**

3.1 Análisis de calidad de semillas con parámetros estandarizados	
3.1.1 Viabilidad.....	25
3.1.2 Peso de las semillas.....	26
3.1.3 Contenido de humedad.....	26
3.2 Experimentos relacionados con la dormancia física	
3.2.1 Pruebas de imbibición	
3.2.1.1 Testigo.....	27
3.2.1.2 Experimentos físicos	
3.2.1.2.1 Inmersión en agua destilada.....	28
3.2.1.2.2 Escaldado.....	29
3.2.1.2.3 Calor seco.....	29
3.2.1.3 Experimentos mecánicos	
3.2.1.3.1 Escarificación mecánica.....	31
3.2.1.4 Experimentos químicos	
3.2.1.4.1 Escarificación ácida.....	32
3.2.2 Pruebas de germinación.....	32
3.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica	
3.3.1 Observaciones de la estructura del embrión.....	34
3.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica	
3.4.1 Estratificaciones.....	35
3.5 Pruebas preliminares para romper la dormancia	

3.5.1 Medición de los embriones.....	35
3.5.2 Lavado.....	36

#### **CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN**

4.1 Análisis de la calidad de semillas con parámetros estandarizados.....	37
4.2 Experimentos relacionados con la dormancia física	
4.2.1 Pruebas de imbibición.....	37
4.2.2 Pruebas de germinación.....	38
4.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica	
4.3.1 Observaciones de la estructura del embrión.....	39
4.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica.....	39
4.4.1 Factores implicados en la dormancia de <i>Hesperomeles ferruginea</i> .....	40

#### **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES**

5.1 Teóricas.....	43
5.2 Metodológicas.....	43
5.3 Pragmáticas.....	44

#### **6: REFERENCIAS**

6.1 Bibliografía.....	45
6.2 Anexos	
6.2.1 Anexo 1.....	52
6.2.2 Anexo 2.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Sitios de recolección.....	14
Tabla 2.4.2: Tratamientos aplicados para romper la dormancia física.....	21
Tabla 2.4.4.1: tratamientos aplicados a la dormancia fisiológica.....	23
Tabla 3.1.2: peso de las semillas tanto en número de semillas contenidas en un gramo, así como el peso de las 100 semillas.....	26
Tabla 3.5.1: Medición de los embriones.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.3.1 Especie colectada en Picota (Altos de Quingeo).....	10
Figura 2.1.1: sitios de recolección de semillas de <i>Hesperomeles ferruginea</i> .....	13
Figura 2.1.2: frutos colectados.....	15
Figura 2.4.1.1: embrión extraído de la cubierta seminal listo para sembrarse.....	19
Figura 3.1.1.1: porcentaje de semillas viables perteneciente a los cinco lotes donde fueron colectadas las semillas.....	25
Figura 3.1.1.2 semilla lista para ser analizada.....	25
Figura 3.1.3: contenido de humedad presente en las semillas de <i>H. ferruginea</i> .....	26
Figura 3.2.1.1: Promedio de imbibición del testigo.....	27
Figura 3.2.1.2.1: Promedios de imbibición del tratamiento de inmersión en agua destilada.....	28
Figura 3.2.1.2.2: promedios de imbibición de los tratamientos de escaldado.....	29
Figura 3.2.1.2.3: promedios de imbibición de los tratamientos de calor seco.....	30
Figura 3.2.1.3.1: promedios de imbibición de los tratamientos de escarificación mecánica.....	31
Figura 3.2.1.4.1: Promedios de imbibición de los tratamientos de escarificación ácida.....	32
Figura 3.2.2.1: porcentaje de germinación de los tratamientos que se obtuvieron resultados.....	33
Figura 3.2.2.2 extracción de los embriones.....	33
Figura 3.2.2.3: porcentaje cumulativo de la germinación en días.....	34
Figura 3.5.1: embrión listo para ser colocado en el microscopio.....	36
Figura 3.5.2: embrión listo para la medición.....	36
Figura 3.5.3: promedio del tratamiento de lavado.....	36
Figura 6.2.1 anexo 1: semillas germinadas.....	52
Figura 6.2.2 anexo 2: plántulas de <i>H. ferruginea</i> .....	52

*Handwritten signature and date: 180913*

**DORMANCIA Y GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE *Hesperomeles ferruginea*  
(PERS.) BENTH (ROSACEAE) UN ÁRBOL NATIVO CON POTENCIAL PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.**

**RESUMEN**

La restauración ecológica busca recuperar activamente la estructura y funciones de ecosistemas degradados. Para este fin, la siembra de árboles nativos es una estrategia muy utilizada; sin embargo, información sobre la ecología y propagación de árboles nativos de los Andes es aun escaza. Este es el caso con *Hesperomeles ferruginea*, una especie con potencial para la restauración pero difícil de propagar debido a algún tipo de dormancia en sus semillas. El objetivo de este estudio fue clasificar el tipo de dormancia presente en las semillas de esta especie mediante experimentos de laboratorio. Se aplicaron 14 experimentos que incluyeron pruebas de imbibición y germinación, así como observaciones detalladas de la morfología externa de los embriones. Los resultados permitieron definir que las semillas de *H. ferruginea* tienen una **dormancia fisiológica no desarrollada**. Los posibles mecanismos de control fueron discutidos.

**Palabras clave:** Bosques andinos, restauración ecológica, dormancia fisiológica, tratamientos pregerminativos, germinación.

*Handwritten signature of Blgo. Antonio Crespo*

Blgo. Antonio Crespo

Director

*Handwritten signature of Ing. Nestor Bernal*

Ing. Nestor Bernal

Profesor Fiscal

*Handwritten signature of Mayra Jiménez*

Mayra Jiménez

Tesista

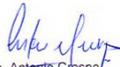
Jiménez P  
18 07 13

## ABSTRACT

### **DORMANCY AND GERMINATION IN SEEDS OF *Hesperomeles ferruginea* (PERS). BENTH (ROSACEAE) A NATIVE TREE WITH POTENTIAL FOR ECOLOGICAL RESTORATION .**

Restoration ecology seeks to actively recover the structure and function of degraded ecosystems. Planting native trees is a widely used strategy for this purpose; however, information regarding the ecology and propagation of native Andean trees is still scarce. Such is the case of *Hesperomeles ferruginea*, a species with great potential for restoration but difficulty to propagate due to its seeds having some type of dormancy. The objective of this study was to classify the type of dormancy present in this species based on laboratory experiments. A total of 14 experiments were carried out, including imbibition and germination trials as well as detailed observation of external embryo morphology. Results of this study classified *H. ferruginea* as having **non-deep physiological dormancy**. Possible control mechanisms are discussed.

**Key words:** Andean forests, ecological restoration, physiological dormancy, pre-germinate treatments, germination.

  
Bigo. Antonio Crespo  
Director

  
Mayra Jiménez  
Tesisista

  
UNIVERSIDAD DEL  
AZUAY  
DPTO. IDIOMAS

  
Translated by,  
Diana Lee Rodas

Mayra Catalina Jiménez Pesántez

Trabajo de graduación

Blgo. M.Sc. Antonio Crespo

Septiembre de 2013

DORMANCIA Y GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE *Hesperomeles ferruginea*  
(PERS.) BENTH (ROSACEAE) UN ÁRBOL NATIVO CON POTENCIAL PARA LA  
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

**INTRODUCCIÓN**

Ecuador está entre los países de Latinoamérica con mayor tasa de deforestación en 1990 la extensión de bosques fue de 13 817 millones de has y hasta el 2010 disminuyó a 9 865 millones de has (FAO 2010). La existencia de grandes cantidades de tierras deforestadas, y en algunos casos abandonadas demuestran lo que en el futuro constituirán terrenos improductivos y despoblados de la gran mayoría de sus elementos de flora y fauna original (Vázquez-Yánes y Batis 1996). Frente a esta perspectiva no es importante solamente proteger las áreas relativamente intactas, también se destaca la necesidad de mantener y reponer la vegetación en las áreas montañosas andinas (Lambert al. 2005, Ciccarese et al. 2012, Holl 2013).

De acuerdo con la SER (2004) La restauración ecológica es: “el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido”. La restauración ecológica está incrementándose y se relaciona con: recuperación de la diversidad, provisión de bienes para las comunidades humanas, y mantenimiento a largo plazo de los servicios ambientales (Nelleman y Corcoran, 2010).

La restauración a través de la siembra masiva de árboles nativos es una estrategia eficaz, que se describe como la piedra angular para asegurar la baja mortalidad y el buen crecimiento de las especies (Lambert al. 2005); por ello el éxito de programas

de restauración dependerá en gran medida de la disponibilidad de material apropiado para la plantación (Aguirre et al. 2007).

Aunque los esfuerzos para restaurar los bosques están creciendo, existe una limitación debido a la falta de conocimiento sobre cómo propagar la mayoría de las especies arbóreas indígenas (Blakesley et al. 2002); es así que a menudo en los proyectos de restauración se introducen al campo individuos obtenidos de semillas a partir de las cuales pueden requerir un tratamiento previo para germinar exitosamente (Baskin y Baskin 1998).

Para hacer uso exitoso de las especies nativas en cada programa de restauración es necesario conocer la biología reproductiva, la ecología, la propagación y las utilidades de las especies a ser utilizadas sobre la población local. Así también la forma de cómo llegar a las poblaciones locales como la asistencia técnica, la elaboración de políticas, pago por servicios ambientales, elaboración de sistemas silviculturales, entre otros. (Vázquez-Yánes y Batis 1996, Lambert et al. 2005).

Dentro de este grupo se encuentra *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth una especie nativa de los Andes que ha sido catalogada de gran potencial para la restauración en el ámbito de la Cuenca del Río Paute (Crespo et al. 2009). Sin embargo su uso en programas de restauración o reforestación es limitado. No hay material en los viveros y la germinación debido a la presencia de un mecanismo de dormancia es difícil.

**Objetivo General:**

Categorizar el tipo de dormancia presente en *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth a base de experimentos de laboratorio, e investigar las formas de remoción de este mecanismo, para proponer métodos de propagación.

**Objetivos específicos:**

Analizar la calidad de las semillas de *Hesperomeles ferruginea* en base a parámetros estandarizados

Clasificar el tipo de dormancia presente en semillas de *H. ferruginea* mediante una serie de experimentos manipulativos en condiciones de laboratorio

Discutir las causas que determinan el comportamiento germinativo de *H. ferruginea*.

## CAPÍTULO 1

### ANTECEDENTES

#### 1.1 Problemática

La restauración ecológica es una actividad que está extendiéndose mundialmente, sin embargo los procesos que manejan las dinámicas de los ecosistemas son pobremente entendidos y la evidencia sobre la eficacia de las actividades en torno a la restauración ha estado ausente (Dislichet al. 2009, Nelleman y Corcoran 2010). Como consecuencia principalmente en los Países Latinoamericanos hasta el momento en la reforestación se ha considerado más a las especies exóticas, que a las nativas (Aguirre y Weber 2007, Günter 2009, Holl 2013) un ejemplo de este problema es Ecuador que según la FAO (2010) Ecuador está entre los países con mayor superficie de plantaciones introducidas.

Independientemente de los daños y beneficios que puede traer la reforestación con especies exóticas; la restauración trata de retornar un ecosistema a su trayectoria histórica. Si para el ecosistema restaurado determinar con exactitud su trayectoria histórica resulta difícil o imposible, debido a limitaciones o condiciones actuales. La dirección general y los límites de esa trayectoria se pueden establecer a través de una combinación de conocimientos sobre la estructura, composición y funcionamiento preexistentes del ecosistema dañado y análisis de otras informaciones ecológicas, culturales e históricas del ecosistema de referencia. Combinaciones que deberán ayudar a guiar al ecosistema hacia una mejor salud e integridad (SER 2004).

Estudios de regeneración natural realizados por Vargas (2007) y Crespo et al.(2009) determinan que el género *Hesperomele* tiene enorme potencial para la restauración. Pero su uso es limitado y los métodos de propagación no están bien

desarrollados. Al contar con información científica sobre los mecanismos que controlan la germinación de dicha especie se podrán desarrollar protocolos comprobados de germinación. Por consiguiente informar a viveros comerciales y comunitarios para que propaguen *H. ferruginea*. De esta manera aumentar el conocimiento acerca de las potencialidades de esta especie, para que pueda ser parte de programas de reforestación y restauración a pequeña y gran escala.

## **1.2 Marco Teórico**

### **1.2.1. Dormancia y germinación**

La reproducción a través de las semillas tiene impactos fundamentales sobre la composición de las comunidades de plantas (Fenner y Thompson 2005). La semilla es una estructura protegida por una cubierta seminal por medio de la cual los embriones pueden dispersarse (Curtis et al. 2000). Generalmente está provista de un suministro de nutrientes contenidos en un tejido separado (el endospermo); aunque en muchos casos, todos los nutrientes son absorbidos por las hojas de la semilla (los cotiledones). Lo cual está relacionado con la germinación y el desarrollo de un nuevo individuo (Doria 2010, Fenner y Thompson 2005).

La función primaria de la semilla es la reproducción, que por sus características de tamaño (comparado con la matriz) y la capacidad de tolerar una gama de condiciones ambientales; se traduce en una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica; constituyéndose así en la etapa más importante del ciclo de vida de las plantas superiores en cuanto a supervivencia (Doria 2010). Por lo tanto la reproducción sexual lleva a un incremento de la variabilidad dentro de las poblaciones y a un incremento de las posibilidades de ajustes de las especies vegetales a su ambiente (Jiménez 2010). La dormancia y la germinación son mecanismos naturales que aseguran esta función (Vleeshouwers et al. 1995, Koornneef et al. 2002, Fenner y Thompson 2005).

Una vez que madura la planta madre y antes del inicio del proceso de germinación, adquiere un mecanismo de adaptación previo que consiste en una fase de reposo denominada dormancia, que se define como el proceso fisiológico por el cual la semilla tiene inhibida su germinación, a pesar de estar provistas de agua y condiciones ambientales que normalmente favorecen a la germinación (Schmidt 2000, Curtis et al. 2000, Varela y Arana 2011). La dormancia primaria tiene lugar una vez, finalizada la última etapa de la embriogénesis cigótica y se desprendió de la planta madre. La dormancia secundaria ocurre cuando una semilla, que es capaz de germinar no lo hace porque las condiciones medioambientales no son favorables, evitando así una germinación en circunstancias en que es probable que la supervivencia de las plántulas sea baja (Baskin y Baskin 1998, Schmidt 2000, Thompson et al. 2003).

Según lo explicado anteriormente se puede deducir que los factores genéticos y medioambientales están implicados en la germinación y el desarrollo de la plántula en condiciones naturales, es decir diferentes genotipos pueden tener diferentes requerimientos para la germinación de sus semillas bajo las mismas condiciones ambientales (Vleeshouwers et al. 1995, Andersson y Milberg 1998, Reigosa et al. 2003).

### **1.2.2 Tipos de dormancia**

Existen varios tipos de dormancia, muchas veces el desarrollo o grado de la dormancia cambia durante el tiempo de vida de la semilla usualmente como una respuesta a las condiciones externas y a veces más de un tipo de dormancia se produce en la misma semilla. En la naturaleza, la dormancia se rompe gradual o por un evento particular del medio ambiente (Schmidt 2000).

**1.2.2.1. Dormancia Física:** impuesta por las células empalizadas presentes en la cubierta seminal determinando su dureza y carácter compacto, proporcionando así una resistencia mecánica a la emergencia de la radícula, la cual no es capaz de atravesarla, por consiguiente determinando la impermeabilidad de la cubierta al agua y afectando al intercambio gaseoso, sin embargo el cómo una semilla puede

ser impermeable a los gases y no al agua es un tema poco aclarado (Reigosaet al. 2003), en ocasiones la cubierta retiene inhibidores que ya no sólo residen en el embrión (Baskinet al. 2000).

**1.2.2.2Dormancia Fisiológica:** causada por un proceso fisiológico en el que la semilla está totalmente desarrollada pero dormante, procesos que definen el nivel de desarrollo de este tipo de dormancia. De esta manera existe un nivel no desarrollado, caracterizada por la baja concentración de inhibidores de la germinación, así la liberación de la testa produce plántulas normales y el ácido giberélico promueve la germinación de todas las especies con este tipo de dormancia: Nivel intermedio: al igual que el nivel no desarrollado la liberación de la testa produce plántulas normales, en este nivel el ácido giberélico promueve la germinación sólo de algunas especies. Nivel profundo: ocurre cuando al liberar al embrión de la testa, no se producen plántulas normales, el ácido giberélico no promueve la germinación, necesitando varios meses de estratificación (Nikolaeva 1977, Baskin y Baskin 1998).

**1.2.2.3Dormancia Morfológica:** la semilla no está bien desarrollada por consiguiente el embrión está ya sea pequeño y diferenciado o pequeño e indiferenciado. El hipocótilo-radícula pueden ser distinguibles en este tipo de dormanciaEs decir la semilla no está dormante únicamente necesita tiempo para completar su crecimiento (Baskin y Baskin 1998, Baskin y Baskin 2004).

**1.2.2.4DormanciaMorfofisiológica:**semillas con un embrión pobremente desarrollado producto de la inhibición de procesos fisiológicos, por lo que además del tiempo que toma el embrión para completar su crecimiento, se necesita de un tratamiento pregerminativo para romper este tipo de dormancia(Baskin y Baskin 2004).

**1.2.2.5Dormancia combinada:** resulta de la combinación de la dormancia física con la dormancia fisiológica es decir la testa es impermeable al agua y el embrión fisiológicamente está dormante (Baskin y Baskin2004).

### 1.2.3 Factores que afectan la ecofisiología de las semillas

El tamaño de la semilla es una característica de la especie a la que pertenezca y es parcialmente determinada por factores genéticos, siendo una característica que juega un papel importante en la ecofisiología de la planta, así depende el tamaño las semillas pueden tener sus ventajas así como sus desventajas (Khurana y Singh 2001). En el caso de las semillas grandes son producidas por especies desarrolladas, es decir de aquellas que tienen la capacidad de emerger desde lugares muy profundos, producir raíces más desarrolladas, y el tiempo de emergencia del embrión o eje radicular se ve favorecido, sin embargo, a veces las plántulas procedentes de semillas pequeñas sobreviven más tiempo (Reigosaet al. 2003).

El desarrollo de la semilla aparte de estar relacionada con el tamaño, entre otros factores también se encuentra la capacidad de persistencia en el suelo o banco de semillas (Thompson et al. 2003), por consiguiente un banco de semillas es, un conjunto de semillas no germinadas cada una de las que es potencialmente capaz de reemplazar a la planta madre, el requerimiento más importante para pertenecer a un banco resistente es su longevidad. Debido a que para permanecer viables requieren un alto grado de dormancia que debe ser fácilmente rota por estímulos externos, como la luz (Fenner y Thompson 2005). Bancos con esta característica están normalmente formados por semillas de pequeño tamaño debido a la facilidad para ser enterradas y a mayor profundidad durante el proceso de percolación por ejemplo después de una lluvia (Reigosaet al. 2003).

El tiempo de la germinación puede controlarse no solamente por medio de mecanismos de dormancia (los cuales son controlados más fuertemente por cuestiones genéticas) sino también escogiendo el momento de la dispersión (que puede verse más como un resultado de la interacción ambiental genómica). Por lo tanto, la germinación de la semilla es finalmente el resultado de interacciones como florecimiento, polinización, desarrollo de la semilla, su dispersión y el establecimiento de plántulas (Curtis et al. 2000).

Una vez superados los acontecimientos que restringen la germinación, se producen una serie de cambios fisiológicos y metabólicos irreversibles. Que tienen como finalidad el desarrollo de la plántula, dichos cambios están dados en cuatro etapas; iniciando con la absorción del agua, seguido por un rápido aumento de la actividad respiratoria, la movilización de reservas y nutrientes. Finalmente conducen a la expansión del embrión y el desarrollo de una plántula de semillero (William E et al. 2006). Externamente se caracteriza por el estallido de la testa, y la emergencia de la radícula.

Este proceso está determinado por la calidad de la semilla (capacidad de germinación y vigor), el tratamiento previo (liberación de la dormancia), y las condiciones de germinación, como el agua, la temperatura, el sustrato, la luz y la ausencia de agentes patógenos. Es así que la germinación, delimita la transición de depender de las fuentes de alimentos de la planta madre a una planta independiente capaz de tomar los nutrientes y el crecimiento independiente de la semilla. Por lo tanto, la germinación también constituye el último eslabón de la cadena de procesos de manejo de semillas (Bewley 1997, Schmit 2000, Fenner y Thompson 2005).

### 1.3 Descripción de la especie

Nombre científico: *Hesperomeles ferruginea* Pers. (Benth)

Familia: ROSACEAE

Nombres comunes: manzana caspi, manzanilla, halo, pacra, cerote, piñan, pujín, quique, pacarcar.



Figura 1.3.1 Especie colectada en Picota (Altos de Quingeo)

#### 1.3.1 Sinónimos:

*Mespilus ferruginea*, *Osteomeles ferruginea*, *Eriobotrya cordata*, *Hesperomeles lanuginosa*, *Mespilus lanuginosa*, *Osteomeles latifolia*, *Hesperomeles oblonga*

### 1.3.2 Descripción botánica:

Árbol densamente ramificado de 8 a 12 m de altura y 50 cm de diámetro (Serrano 1996). La corteza exfoliante color gris es ligeramente fisurada y la madera es blanquecina. Sus ramas frecuentemente son estipuladas, las hojas son simples y alternas, pecioladas, elípticas de consistencia coriácea o semicoriácea. El limbo es ovado, de 5 a 7 cm de largo por 3 cm de ancho, de borde gruesamente aserrado, ápice y base redondeados. Generalmente el haz tiene una textura glabra y de color verde oscuro y el envés de color café amarillento tomentoso, característico de la especie (Vargas 2002, Sklenar 2005).

Las flores son hermafroditas y se agrupan en “racimos de umbelas”, que abarcan entre 18 y 20 flores. Cada flor mide aproximadamente unos 1,5 cm de longitud. El cáliz es verde y persistente, de 5 sépalos que miden 1,5 – 3 x 2-3 mm, el ápice es agudo, la corola es caduca de color crema (Reynel y J. Marcelo 2009). El androceo consta generalmente de 20 estambres de 3 mm de largo y un solo pistilo; y el gineceo está compuesto por 4 o 5 estilos, los cuales poseen estigmas capitados y un ovario ínfero (Harling y Andersson 2002). El fruto es un pomo pequeño de color rojo a púrpura generalmente con 5 semillas y muy similar a una manzana en miniatura que cuando son maduros, seguramente son consumidos por animales o por otros animales silvestres (Gentry 1993).

### 1.3.3 Distribución

El género *Hesperomeles* consta de 7 especies distribuidas en los Andes desde Venezuela hasta Bolivia. En el Ecuador están representadas 2 especies, *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth. y *H. obtusifolia* (Pers.) Lindl. Encontrándose desde los 2000 hasta los 4000 msnm (Jorgensen y León-Yáñez 1999). Es una especie característica de los bosques siempreverdes montano altos (Sierra 1999).

#### **1.3.4 Estado de conservación:**

La especie tiene un rango de distribución amplio sin embargo se encuentra representada por pocos individuos debido a que está sujeta a amenazas como el aprovechamiento selectivo, la fragmentación de hábitats y la ampliación de la frontera agrícola (Serrano 1996, Reynel y J. Marcelo 2009).

#### **1.3.5 Usos:**

Su madera es de buena calidad, semidura, semipesada y textura media, tiene aceptable durabilidad y se usa en carpintería liviana en la elaboración de diversos tipos de artesanías, juguetes y herramientas de mano (Loján 1992). Los frutos son comestibles (Serrano 1996) y se usan para preparar mermeladas, dulces o se los puede comer crudos. Además la planta sirve para leña, madera, en la fabricación de carbón y tiene propiedades medicinales (De la Torre et al. 2008, Den Eynden et al. 1999).

## CAPÍTULO 2

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 Sitios de recolección de las semillas

Con el objetivo de ampliar la representatividad de los resultados dentro de la provincia del Azuay, durante el mes de marzo del año 2013, se colectaron semillas de *Hesperomeles ferruginea* Pers. Benth en cinco sitios, con un rango de elevaciones de 2749 hasta los 3157 m (figura 2.1.1). La fecha se seleccionó en base a el estado fenológico de las plantas, pues en Picota la fructificación se da durante todo el año, mientras que el resto de lugares coincidieron en este mes.



Figura 2.1.1: sitios de recolección de semillas de *Hesperomeles ferruginea*

*H. ferruginea* es una especie nativa de los Andes, característica de los bosques siempreverde montano altos (Sierra 1999), soportando así el régimen climático de los Andes que está caracterizado por la presencia de temperaturas que fluctúan diariamente entre los 20 °C o más y las precipitaciones con una distribución bimodal (Neill, 1999); cuyos picos son en marzo-abril (95mm) y en Octubre-Noviembre (68mm), mientras que agosto y enero son los meses más secos (<50mm) (UDA y CGPaute, 2008). De acuerdo con Aguilar et al. (2009) es una especie indicadora de sucesión, encontrándose mayoritariamente (tabla 2.1) junto a lugares intervenidos, confirmándose esta información con los sitios en donde fue encontrada la especie.

Sitio	Parroquia	Cantón	Coordenadas	Elevación	Disturbio
Picota	Ludo	Sigsig	3°04'53" S 78°56'1" W	3096	Carretera
Pamarchacrín	San Bartolomé	Sigsig	3°02'36" S 78°50'01" W	2749	Cultivos
Cerro Verde	Turi	Cuenca	2°57'36" S 79°00'21" W	2885	Carretera
Santa Rosa	Octavio Cordero	Cuenca	3°04'54" S 78°58'57" W	3157	Mina de mármol
San Cristobal	San Cristobal	Paute	2°49'43" S 78°49'11" W	3065	Carretera

Tabla 2.1 sitios de recolección.

De acuerdo a la abundancia de *H. ferruginea* en los sitios visitados, se colectaron de la siguiente manera: en Picota de 20 plantas madre se colectaron 500 frutos, en Pamarchacrín, San Cristobal y Turi de ocho plantas madre se colectaron 220 frutos por localidad y en la Parroquia Octavio Cordero Palacios de 20 plantas madre se colectaron 400 frutos. Obteniendo un total de 7800 semillas (figura 2.1.2); de las cuales 250 semillas de todas las localidades se encontraban en estado inmaduro, y 250 semillas se encontraban en un estado de transición entre inmaduras y maduras; dichas semillas fueron colectadas para evaluar la evolución del embrión en todos sus estados.



Figura (2.1.2) frutos colectados

El tamaño pequeño de los individuos de *H. ferruginea* y su ubicación accesible permitieron una recolección manual de los lotes de semillas. Las semillas fueron colectadas en bolsos de yute y llevadas al laboratorio para ser procesadas. Para extraer las semillas del fruto, los frutos fueron sumergiéndolas en agua por 10 horas para debilitar la pulpa. En caso de frutos inmaduros, la inmersión duró 24 horas.

## 2.2 Pruebas preliminares

Previo a realizar las pruebas correspondientes para determinar el tipo de dormancia presente, se hicieron pruebas de laboratorio con semillas no tratadas (testigos) y semillas desinfectadas con Vitavax. El propósito fue evaluar la necesidad de desinfectar las semillas y la variación de los resultados en cuanto a germinación, así como el conocimiento del tipo de germinación y las partes sensibles de la semilla. De la misma manera que se practicó la técnica de extracción de los embriones esto con el objetivo de utilizar las semillas de la manera más eficiente.

### **2.3. Análisis de calidad de semillas con parámetros estandarizados**

Se seleccionaron tres pruebas (viabilidad, peso de las semillas y contenido de humedad) con el objetivo de eliminar cualquier posibilidad que lleve a la confusión de los resultados obtenidos. Sin embargo existen otras pruebas destinadas al análisis de la calidad de las semillas como: pureza, edad, madurez, origen y autenticidad. Características necesarias a fin de garantizar, la disponibilidad y en lo posible, la certificación de material de calidad (Añazco 2000).

#### **2.3.1 Viabilidad:**

Está representada por la cantidad de semillas viables en un lote determinado. Lo que a su vez se define por el período de vida de la semilla, durante el cual tienen la posibilidad de germinar. Existen varios métodos para determinar la viabilidad de las semillas entre estos se encuentran: mediante un corte, rayos X, y la prueba del Tetrazolio. Siendo este método seleccionado, debido a las facilidades y la certeza que se puede obtener (Añazco 2000, Schmidt 2000).

Se extrajeron los embriones en cuatro réplicas de 25 semillas posteriormente fueron embebidas por 48 horas, y sometidas a una solución al 1% de Tetrazolio en un frasco ámbar bajo completa oscuridad durante 48 horas; transcurrido el tiempo fueron lavadas en agua destilada y colocadas sobre papel filtro para su evaluación (Schmidt 2000).

El 2, 3,5 trifenil Tetrazolio es una sal cuya acción es medir la actividad metabólica a través de las enzimas deshidrogenasas que provocan la liberación de hidrógeno que se manifiesta a través de la coloración rojiza de las células vivas y la no coloración del tejido necrótico (Schmidt 2000).

### **2.3.2 Peso de las semillas:**

El peso varía de acuerdo a cada especie. Se utiliza el valor de semillas/ kilogramo valor que, generalmente se determina en el laboratorio, de acuerdo a normas internacionales (Añazco 2000). El peso de las semillas se determinó mediante dos métodos de acuerdo a la Forestry Division (2009), en el primer método se pesaron ocho réplicas de 100 semillas cuyo objetivo fue calcular el peso de 1000 semillas; y en un segundo método el cálculo se realizó de una manera inversa se pesó un gramo de semillas, para determinar el número de semillas contenidas.

### **2.3.3 Contenido de humedad:**

Dimensionar la medida de la cantidad de agua libre, o contenido de humedad de la semilla es importante, ya que su exceso puede influir en la pérdida de la viabilidad de la misma, al utilizar para estimular el proceso de germinación, sin existir las condiciones adecuadas. Además de influir sobre la conservación de la semilla durante el almacenaje. Es una prueba difícil de realizarla a nivel de campo, por lo que se debe hacer los esfuerzos necesarios para que se efectúe en el laboratorio lo más rápido posible (Añazco 2000).

Siguiendo los protocolos propuestos por la Schmidt (2000) y la Forestry Division (2009), se determinó el contenido de humedad bajo los siguientes pasos:

- Las tapas y los contenedores previamente a ser utilizados se secaron a 130 °C por 30 minutos y se dejaron 30 minutos para su enfriamiento.
- Se pesaron los contenedores y las tapas ya etiquetadas, y posteriormente se colocaron 5 g de semillas que fueron sometidas al desecador a 105 °C por 17 horas.

- Transcurrido el tiempo, se dejaron las muestras en el desecador durante 45 minutos para su enfriamiento.
- Finalmente las muestras fueron pesadas en el mismo contenedor y para su cálculo se tomaron tres decimales.

## **2.4 Experimentos manipulativos para clasificar la dormancia**

Todos los experimentos se realizaron con semillas frescas, así se tuvo la certeza que ningún experimento que requiera de almacenamiento como es el caso de la dormancia fisiológica, fuese aplicado antes de realizar los experimentos para clasificar a la dormancia (Baskin y Baskin 2006).

La clasificación del tipo de dormancia fue realizada poniendo a prueba tres hipótesis:

Hipótesis 1: Si la testa de la semilla es permeable al agua aumentará de peso más de un 30% al ser sumergida en agua por 24 horas (Dormancia física)

Hipótesis 2: Si las semillas embeben agua su germinación se producirá antes de cuatro semanas (relacionado con dormancia morfológica).

Hipótesis 3: Si las semillas embeben agua y han superado las restricciones internas la germinación se producirá antes de cuatro semanas (relacionado con dormancia fisiológica).

## 2.4.1 Experimentos relacionados con la dormancia física

**2.4.1.1 Pruebas de imbibición:** es el proceso de absorción de agua por la semilla. Dado por las diferencias de potencial hídrico entre la semilla y la solución de imbibición es decir mediante estas pruebas se establece la dinámica de absorción del agua en las semillas, representando la primera etapa de la germinación (Baskin y Baskin 2000, Melgarejo 2010).

Para llevar a cabo esta prueba 10 réplicas de 10 semillas fueron colocadas en cajas Petri, sumergidas en alcohol al 10% y papel filtro de 8,5 cm de diámetro esterilizados a 75 °C y humedecidas con agua destilada. Los pesos fueron tomados bajo las siguientes horas: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 24, 48,72. A todos los 14 tratamientos que se explican a continuación.

Antes de realizar las siembras se sembró un testigo (test) y una prueba que consistía en la extracción de los embriones y su siembra directa, en este último tratamiento no se hizo la prueba de imbibición conjunta, debido a la fragilidad de los embriones.

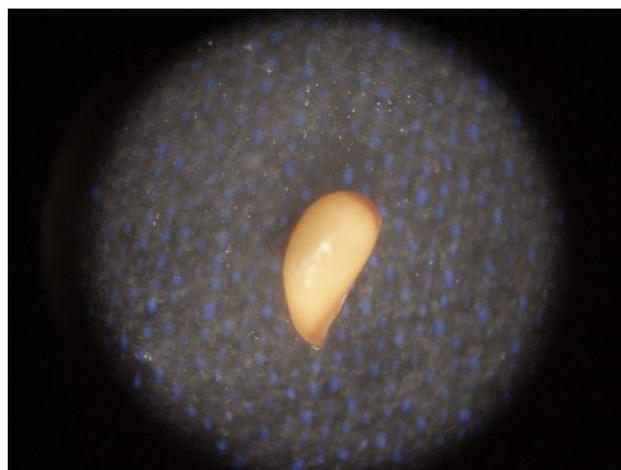


Figura (2.4.1.1) embrión extraído de la cubierta seminal listo para sembrarse.

#### **2.4.1.2 Experimentos físicos**

2.4.1.2.1 Inmersión en agua destilada (T1): las semillas fueron sumergidas en agua destilada por siete días, en el transcurso de este procedimiento se desecharon las semillas que flotaban (Cúellar et al. 2008).

2.4.1.2.2 Escaldado (T2-T5): este tratamiento consiste en sumergir a las semillas cuando el agua esté en punto de ebullición y dejarlas en ese estado por algunos segundos en este caso se escogieron los tiempos: 5 (T2), 15 (T3), 30 (T4), 60 (T5) e inmediatamente fueron retiradas (Añazco 2000, Baskin y Baskin 2004, Cuéllar 2008).

2.4.1.2.3 Calor seco (T6-T10): con las siguientes temperaturas en los siguientes tiempos 60 minutos – 80°C (T6), 30 minutos- 100°C (T7), 15 minutos- 120°C (T8), 5 min-140°C (T9), 1 min 160°C (T10) (Baskin y Baskin 2004).

#### **2.4.1.3 Experimentos mecánicos:**

2.4.1.3.1 Escarificación mecánica (T11 y T12): mediante el uso de una lija se escarificaron las semillas durante 10 minutos (Cuéllar 2008). Otra manera de escarificar fue mediante el corte de la punta de la semilla (T12) (Loján 1992).

#### **2.4.1.4 Experimentos químicos**

2.4.1.4.1 Escarificación ácida (T13 y T14): se sumergieron las semillas en ácido sulfúrico de concentración comercial durante 10 minutos (T13), se probó también con el ácido clorhídrico a una concentración del 10% por 10 minutos.

## 2.4.2 Pruebas de germinación

Las pruebas de germinación fueron simultáneas con las pruebas de imbibición, es decir una vez realizadas las pruebas de imbibición se realizaban las pruebas de germinación con los mismos tratamientos aplicados. Así se obtuvieron 14 tratamientos resumidos en la tabla 2.4.2

<b>código</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
Testigo	blanco	
T1	imbibición	Semillas sumergidas en agua por 7 días
T2	Escaldado	Dejar las semillas en agua hervida por 5 segundos
T3	escaldado	Dejar las semillas en agua hervida por 15 segundos
T4	escaldado	Dejar las semillas en agua hervida por 30 segundos
T5	escaldado	Dejar las semillas en agua hervida por 60 segundos
T6	Calor seco	Someter a las semillas a una temperatura de 80 °C por 60 minutos
T7	Calor seco	Someter a las semillas a una temperatura de 100 °C por 30 minutos
T8	Calor seco	Someter a las semillas a una temperatura de 120 °C por 15 minutos
T9	Calor seco	Someter a las semillas a una temperatura de 140 °C por 5 minutos
T10	Calor seco	Someter a las semillas a una temperatura de 160 °C por 1 minuto
T11	Escarificación mecánica	Lijar la semillas
T12	Escarificación mecánica	Cortar la punta de la semilla
T13	Escarificación ácida	Someter la semilla en ácido sulfúrico por al 10% por 10 minutos
T14	Escarificación ácida	Someter la semilla en ácido clorhídrico al 10% por 10 minutos

Tabla (2.4.2) Tratamientos aplicados para romper la dormancia física

Para llevar a cabo esta prueba 15 réplicas de 10 semillas fueron colocadas en cajas Petri, sumergidas en alcohol al 10% y papel filtro de 8,5 cm de diámetro esterilizados a 75 °C, humedecidas con agua destilada. Una vez sembradas se tomaron datos de humedad y temperatura para evaluar las condiciones de laboratorio; las pruebas de germinación terminaron después de 12 semanas (Baskin et al.2004, Baskin y Baskin 2006). Durante los primeros 30 días se hizo una revisión semanal, después la revisión fue diaria.

De las semillas que no germinaron se escogieron tres semillas al azar por réplica, es decir 45 semillas por tratamiento, las mismas que fueron abiertas para evaluar su condición. Para la evaluación se usó un estereoscopio que permita visualizar la estructura del embrión.

### **2.4.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica:**

#### **2.4.3.1 Observaciones de la estructura del embrión**

Mediante un microscopio Olympus U-TV1X a una dimensión de 4x/0.10 se observaron 150 semillas, el objetivo era distinguir el eje embrionario de las semillas. Característica de la dormancia morfológica Baskin y Baskin (2004).

### **2.4.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica:**

#### **2.4.4.1 Estratificaciones**

Las estratificaciones son tratamientos aplicados a romper la dormancia endógena en el cual se llevan cambios metabólicos en las semillas por ejemplo incremento en el tamaño del eje embrionario, o disminución de los niveles de ácido abscísico (Smith [s.a]).

Se estratificaron 250 semillas a 4 °C de temperatura y se sembraron 50 semillas durante 1, 3, 5, 7 y 9 semanas (Tabla 2.4.4.1). Aunque la escarificación ácida también es aplicada a la dormancia fisiológica, ya fue probada en la primera hipótesis (dormancia física) por lo que no se incluyó en este tipo dormancia, pero para las discusiones y conclusiones se tomó en cuenta en los dos tipos de dormancia.

<b>Código</b>	<b>Duración</b>
Est.1	1 semana
Est. 2	3 semanas
Est. 3	5 semanas
Est.4	7 semanas
Est.5	9 semanas
T15	Lavar a presión con abundante agua

Tabla (2.4.4.1) tratamientos aplicados a la dormancia fisiológica.

## **2.5 Pruebas preliminares para romper la dormancia:**

### **2.5.1 Medición de los embriones**

Se midió el embrión de 50 semillas frescas, y se comparó con el tamaño de los embriones de semillas estratificadas a 2 °C durante 10 semanas. Para esta prueba se utilizó un microscopio Olympus U-TV1X a una dimensión de 4x/0.10 y mediante el Programa Data Analyze 5.3.0 se tomaron figuras las mismas que permitían calcular la medida de los embriones y tener la evidencia acerca del desarrollo del embrión (Baskin y Baskin 2006).

### **2.5.2 Lavado**

Aplicado a romper la dormancia fisiológica se realizó un experimento que consistió en lavar a presión las semillas (T15) cuyo objetivo era eliminar cualquier inhibidor de la germinación (Baskin y Baskin 2006).

## **2.6 Análisis Estadístico**

Para las pruebas de imbibición se utilizó un análisis de varianza ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo, en la medición de embriones el análisis se realizó mediante una prueba "t" suponiendo varianzas iguales. Para los resultados de germinación no se usó estadística inferencial, puesto que los resultados obtenidos no se prestaron para hacer otro tipo de análisis.

### CAPÍTULO 3 RESULTADOS

#### 3.1 Análisis de calidad de semillas con parámetros estandarizados

##### 3.1.1 Viabilidad

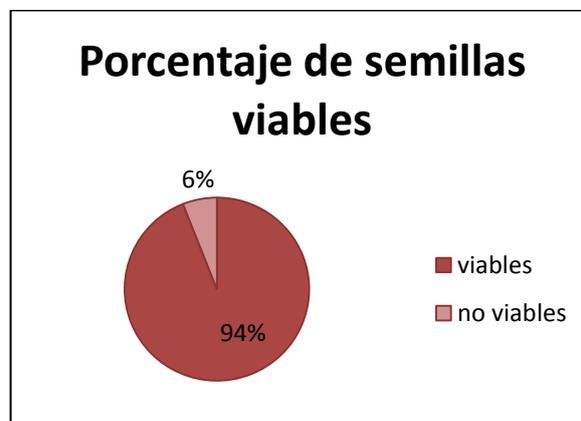


Figura (3.1.1.1) porcentaje de semillas viables perteneciente a los cinco lotes donde fueron colectadas las semillas

De acuerdo con los análisis de viabilidad, se observa un porcentaje del 94% (figura 3.1.1.1) correspondiente a los cinco lotes, significando así, que casi en su totalidad las semillas están viables.

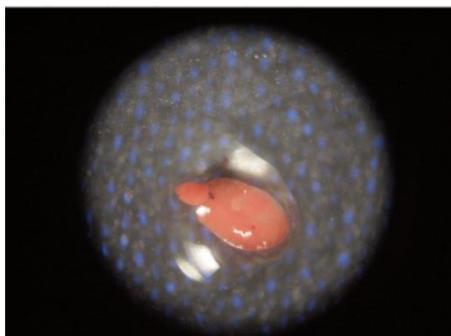


Figura (3.1.1.2) semilla lista para ser analizada

### 3.1.2 Peso de las semillas

Determinación peso de las 1000 semillas/ o semillas por gramo							
réplica 1	réplica 2	réplica 3	réplica 4	réplica 5	réplica 6	réplica 7	réplica 8
91	87	94	95	95	95	94	89
Promedio: 93 semillas por gramo							
Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Peso 6	Peso 7	Peso 8
1,0714	1,1372	1,0974	1,0329	1,0239	1,0427	1,0957	1,0907
Promedio: 1,071 g contenidos en 100 semillas							

Tabla (3.1.2) peso de las semillas tanto en número de semillas contenidas en un gramo, así como el peso de las 100 semillas.

En cuanto al peso de las semillas (tabla 3.1.2) se encuentra resultados uniformes tanto al calcular número de semillas contenidas en un gramo, así como el peso de las 1000 semillas. Es decir de acuerdo con los resultados el peso de las 1000 semillas es de 10,71 gramos, mientras que por número se determinó que existen 93 semillas por gramo.

### 3.1.3 Contenido de humedad

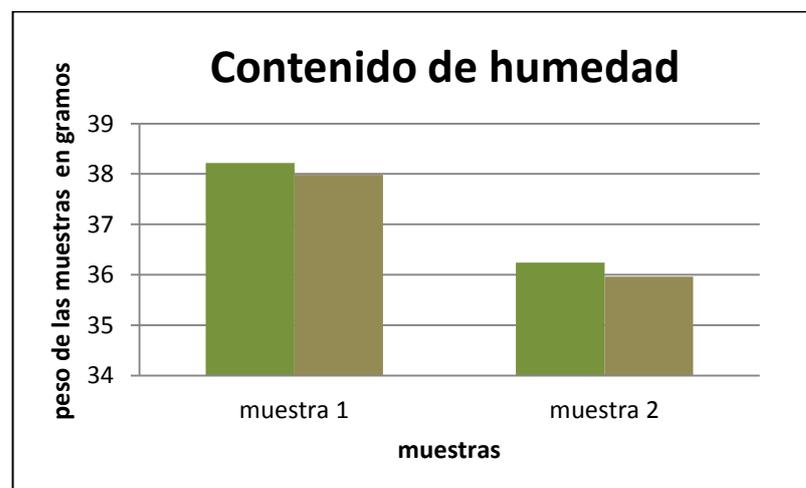


Figura (3.1.3) contenido de humedad presente en las semillas de *H. ferruginea*.

Los análisis de contenido de humedad demuestran que la especie *H. ferruginea* presenta un bajo contenido de humedad de apenas un 4,56% (figura 3.1.3).

### 3.2 Experimentos relacionados con la dormancia física

#### 3.2.1 Pruebas de imbibición

##### 3.2.1.1 Testigo

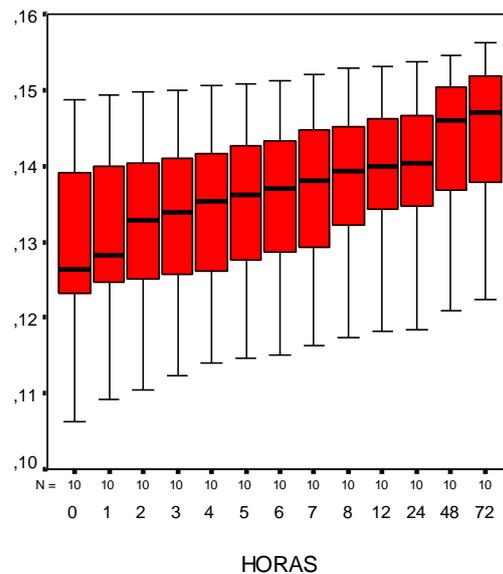


Figura (3.2.1.1) Promedio de imbibición del testigo

En la prueba de imbibición del testigo se observa que la absorción de agua es notable en la hora dos, 48 y 72 con relación a la hora cero, sin embargo el aumento de peso es mínimo partiendo desde la hora cero 0,1289 hasta la hora 72 que es de 0,1486 es decir un aumento del 8,05%.

### 3.2.1.2 Experimentos físicos

#### 3.2.1.2.1 Inmersión en agua destilada

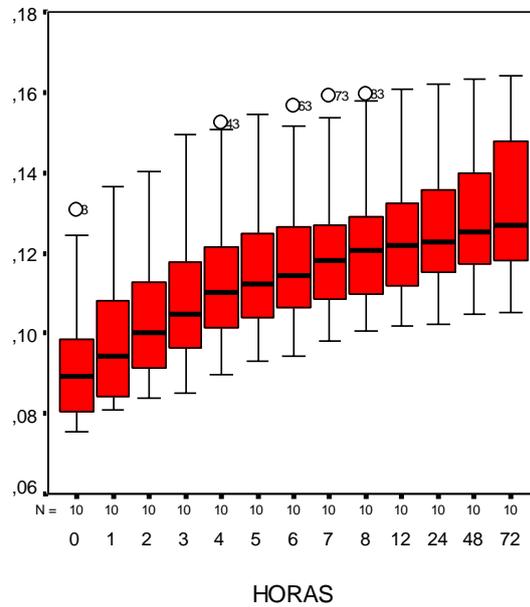


Figura (3.2.1.2.1) Promedios de imbibición del tratamiento de inmersión en agua destilada.

Para la prueba de inmersión en agua destilada las diferencias estadísticamente son más significativas (figura 3.2.1.2), esto lo demuestra también el porcentaje de aumento desde la hora cero hasta la finalización incrementando de 0,0945 g a 0,1323 g es decir en un 32,62%.

3.2.1.2.2 Escaldado

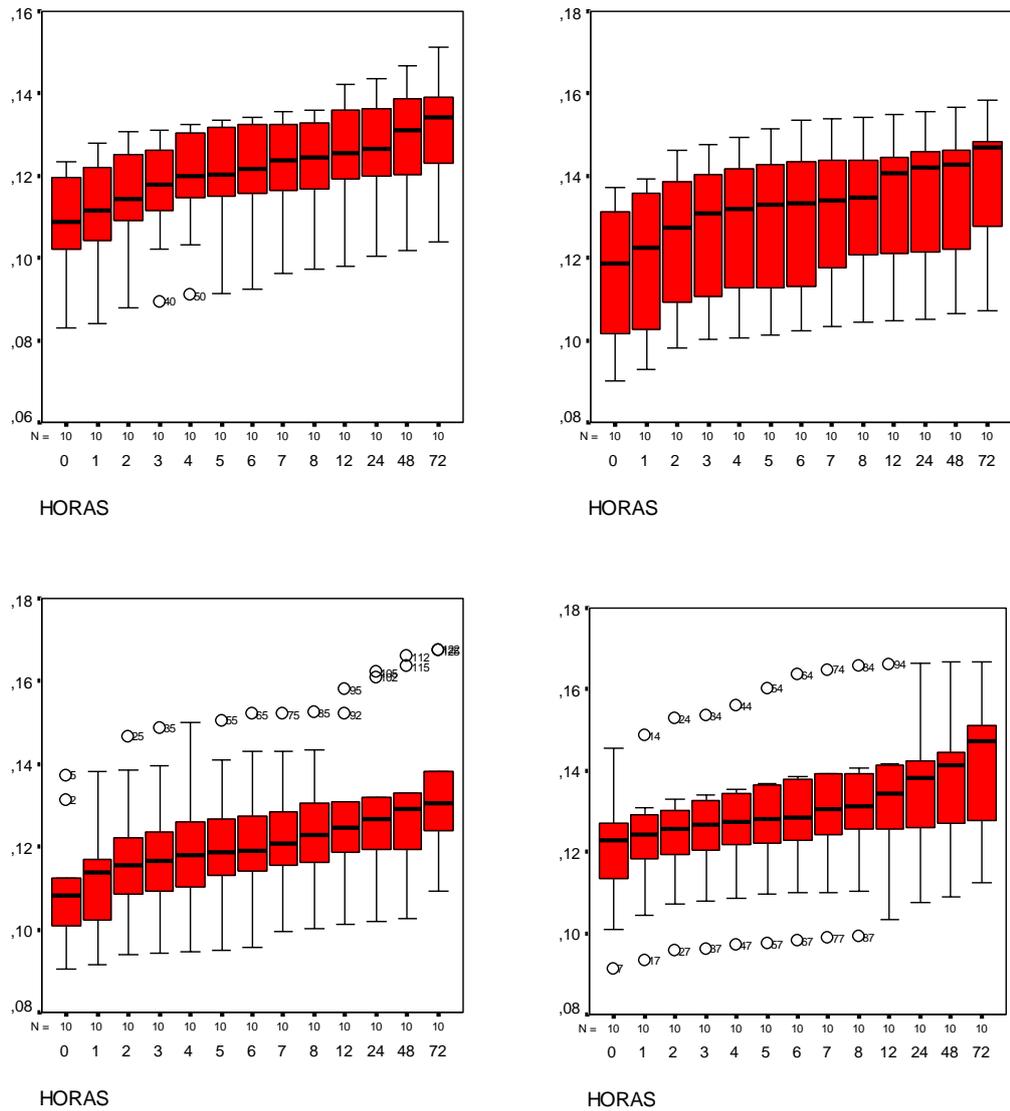


Figura (3.2.1.2.2) promedios de imbibición de los tratamientos de escaldado.

En los tratamientos de escaldado el incremento de peso es bajo, en promedio se da un incremento del 15,52% es decir de 0,1131g a 0,1341g. En cuanto a las medias varían notablemente en todos los tratamientos (figura 3.2.1.3), sin embargo en los tratamientos de 5 y 30 segundos la diferencia es mayor.

3.2.1.2.3 Calor seco

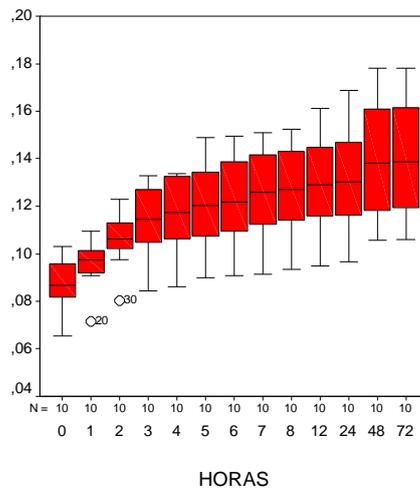
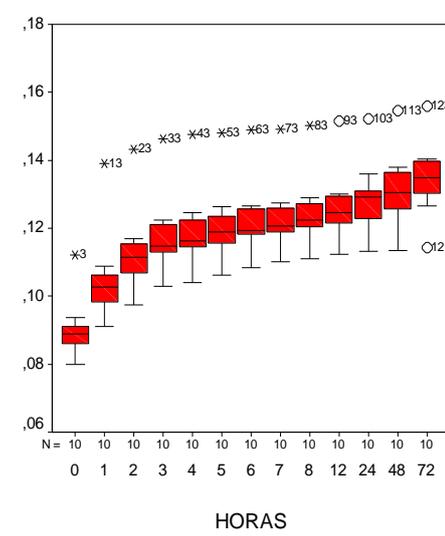
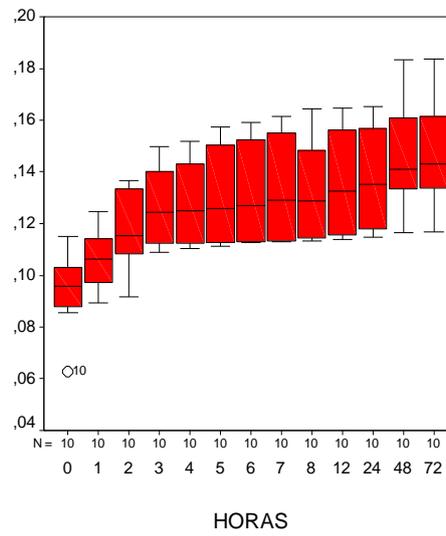
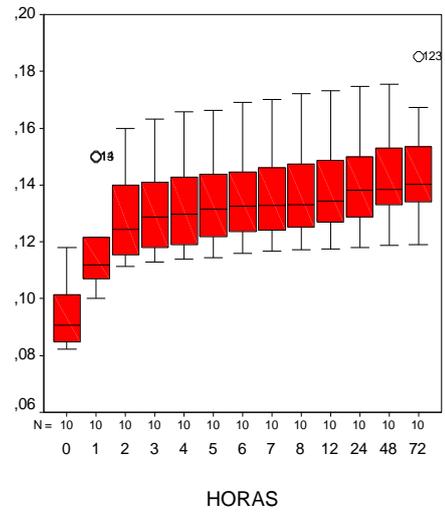
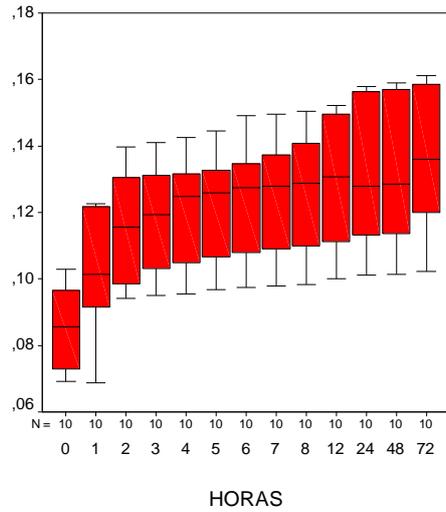


Figura (3.2.1.2.3) promedios de imbibición de los tratamientos de calor seco.

En cuanto a los tratamientos de calor seco, es el grupo con mayores diferencias estadísticas (figura 3.2.1.2.3), por consiguiente también tienen el mayor porcentaje de absorción es así que, el incremento en promedio es desde la hora cero de 0,0968g a 0,1409 es decir un incremento del 47,15%.

### 3.2.1.3 Experimentos mecánicos

#### 3.2.1.3.1 Escarificación mecánica

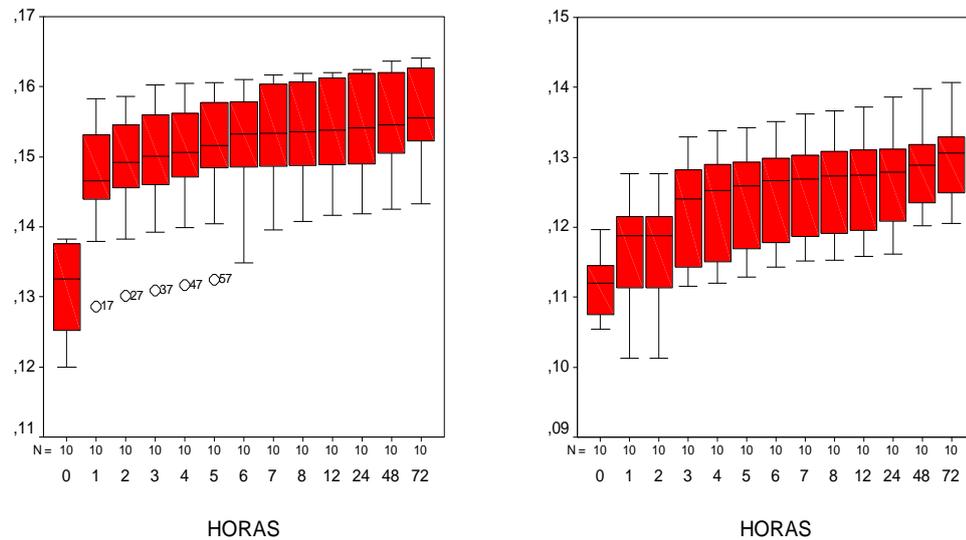


Figura (3.2.1.3.1) promedios de imbibición de los tratamientos de escarificación mecánica

Para los tratamientos de escarificación mecánica las medias presentan cierta uniformidad (figura 3.2.1.3.1), sin embargo las diferencias aún son significativas. En cuanto al incremento de peso para los dos tratamientos de este grupo, el promedio es bajo, únicamente se destaca la hora uno. En promedio se da un aumento del 14,62%.

### 3.2.1.4 Experimentos Químicos

#### 3.2.1.4.1 Escarificación ácida

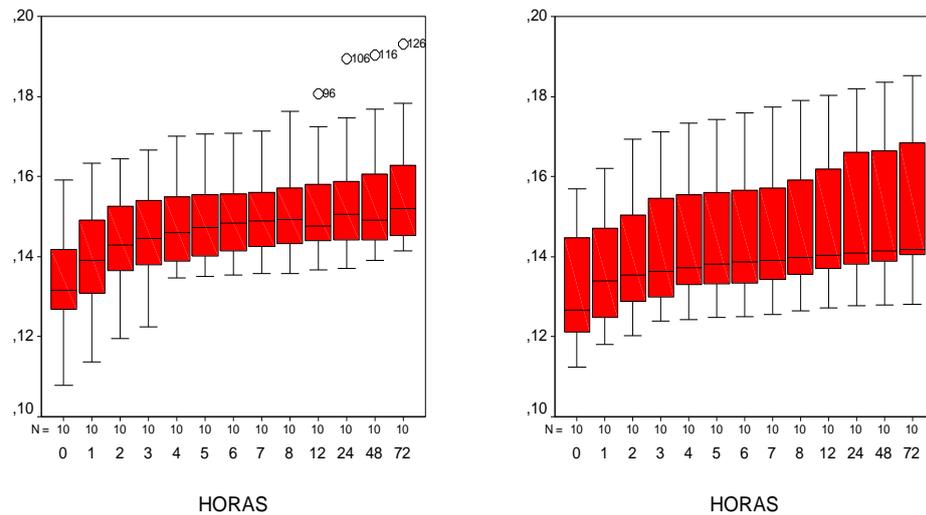


Figura (3.2.1.4.1) Promedios de imbibición de los tratamientos de escarificación ácida

Para la escarificación ácida se observan las medias con una escasa varianza pero estadísticamente significativa (figura 3.2.1.4.1). En cuanto a los porcentajes de incremento de peso son relativamente bajos para el ácido sulfúrico es de 16,18% y para el ácido nítrico es de 13,25%.

El análisis de varianza revela diferencias estadísticamente significativas, para todos los tratamientos, y una variación notable en el porcentaje de incremento de peso superando el 45% en el caso del tratamiento de calor seco y con porcentajes bajos en los tratamientos de escarificación ácida (13,25%) y el testigo (8,25%).

### 3.2.2 Pruebas de germinación

De acuerdo con las mediciones de las condiciones de laboratorio todas las pruebas se trabajaron bajo un promedio de 21 °C y 68% de humedad relativa (HR).

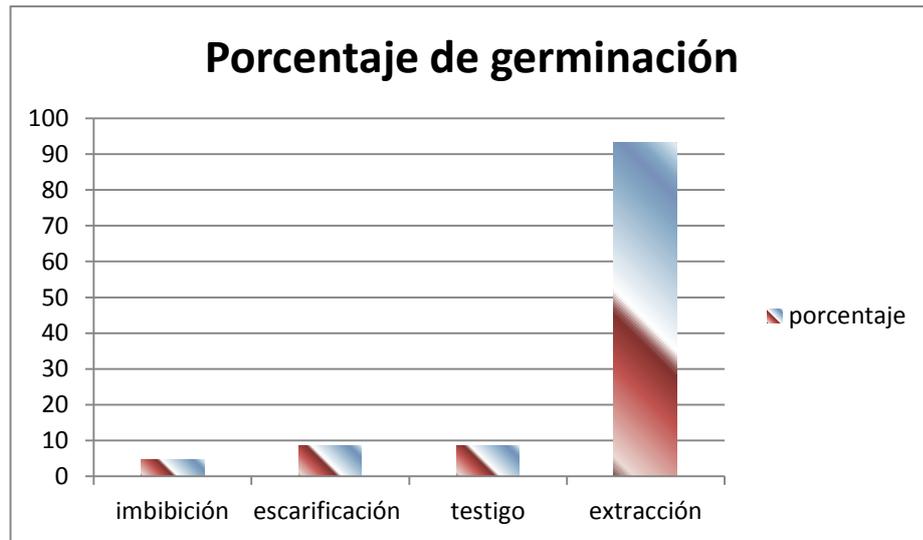


Figura (3.2.2.1) porcentaje de germinación de los tratamientos que se obtuvieron resultados

De acuerdo a los resultados tabulados la extracción de los embriones es el tratamiento con mejores resultados tanto en porcentaje de germinación como en tasa de días llegando a un 94% de germinación (figura 3.2.2.2). Frente a los tratamientos de la imbibición por siete días (T1) que tiene un porcentaje de germinación de 4,67% (anexo 1 y 2), la escarificación mecánica (T12) y el Testigo (Test) con un 8,67%. Siendo los únicos tratamientos de los que se obtuvieron resultados (figura 3.2.2.1).



Figura (3.2.2.2) extracción de los embriones

Es decir si omitimos los resultados de la extracción de los embriones, de los otros tres tratamientos las diferencias no son significativas. Para el resto de tratamientos aplicados a probar la dormancia física, los resultados fueron nulos.

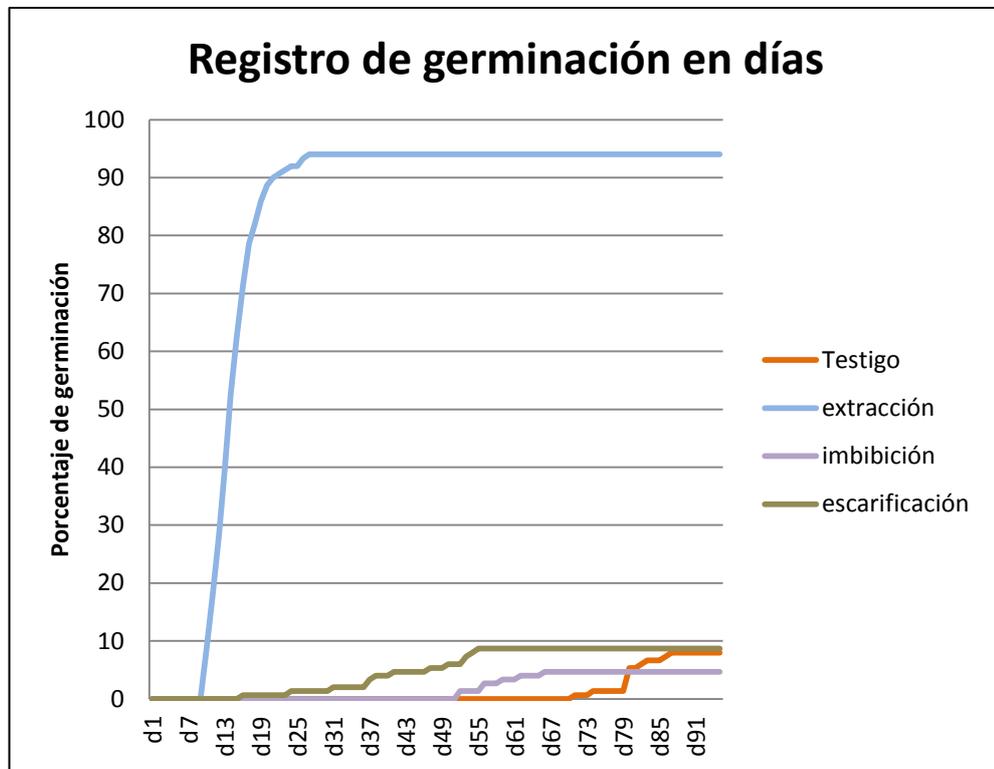


Figura (3.2.2.3) porcentaje cumulativo de la germinación en días

En cuanto a días (figura 3.2.2.3), de acuerdo a la curva cumulativa aplicada, la germinación inicia desde el día 8 hasta el día 92, a partir del día 71 se observan resultados en todos los tratamientos aplicados.

### 3.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica

#### 3.3.1 Observaciones de la estructura del embrión

De acuerdo con las observaciones realizadas acerca de la morfología de los embriones no se observaron parte distinguibles en el embrión.

### 3.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica

#### 3.4.1 Estratificaciones

Para ninguno de los cinco experimentos de estratificación aplicados se obtuvieron resultados.

### 3.5 Pruebas preliminares para romper la dormancia.

#### 3.5.1 Medición de los embriones

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Semillas f largo	Se han asumido varianzas iguales	,621	,433	-,064	98	,949	-1,0374	16,20029	-33,18635	31,11155
	No se han asumido varianzas iguales			-,064	88,696	,949	-1,0374	16,20029	-33,22855	31,15375
Semillas ancho	Se han asumido varianzas iguales	1,044	,309	,357	98	,722	3,9686	11,12348	18,10558	26,04278
	No se han asumido varianzas iguales			,357	97,894	,722	3,9686	11,12348	18,10588	26,04308

Tabla 3.5.1. Medición de los embriones

El procedimiento para la medición de los embriones se muestra en las figuras (3.5.1 y 3.5.2) Mientras que la tabla 3.5.1 contiene los resultados de las mediciones tras haber aplicado una prueba t en la que se demuestra que no existen diferencias

significativas entre los embriones de semillas frescas y los embriones después de haber sido estratificados por 10 semanas.

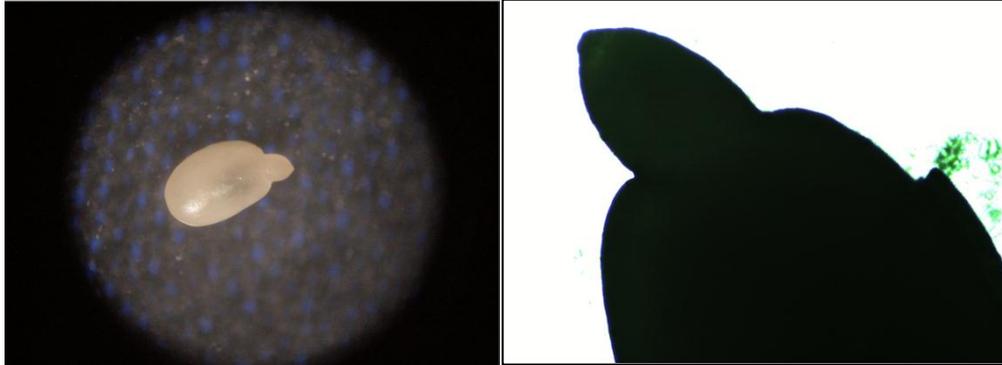


Figura (3.5.1) embrión listo para ser medido en el microscopio      Figura (3.5.2) embrión listo para la colocación en el microscopio

### 3.5.2 Lavado

Finalmente un último tratamiento analizado mediante prueba de imbibición y germinación, aplicado a romper la dormancia fisiológica, establece diferencias significativas (figura 3.5.3) de acuerdo con las medias. Sin embargo el incremento en peso es de apenas el 14,29%. En cuanto a los cinco tratamientos de estratificación no se obtuvo datos, por consiguiente los resultados fueron nulos.

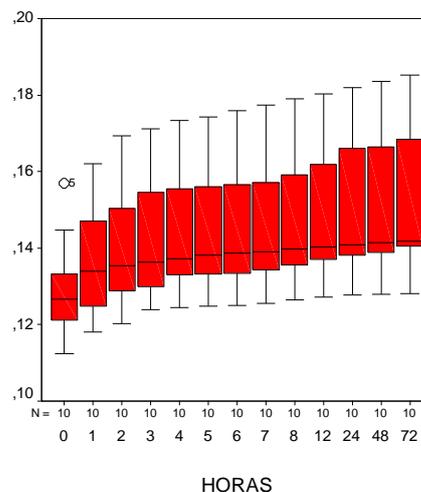


Figura (3.5.3) promedio del tratamiento de lavado

## CAPÍTULO 4

### DISCUSIÓN

#### 4.1 Análisis de calidad de semillas con parámetros estandarizados

De las pruebas de contenido se obtiene un 4,56% de pérdida de humedad que según la FAO (1991) el bajo contenido de humedad determina que la semilla puede ser almacenada sin peligro de perder la viabilidad de las semillas bajo condiciones herméticas. En cambio los resultados de las pruebas de viabilidad arrojan un alto porcentaje, lo que significa que la falta de germinación está implicada estrictamente con el mecanismo de la dormancia. El análisis de las 100 semillas por gramo es de 1,071 cuyo resultado es similar con el de Reynel y J. Marcelo (1999) que obtiene 1,5 g en las 100 semillas.

#### 4.2 Experimentos relacionados con la dormancia Física

##### 4.2.1 Pruebas de imbibición

De acuerdo al análisis estadístico empleado en las pruebas de imbibición, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados, demostrando la permeabilidad de la cubierta ante el agua. Reigosa et al. (2003) asume que la dureza y el carácter muy compacto de la cubierta seminal se debe a su estructura química: riqueza de suberina, cutina, mucílagos, taninos, etc. De acuerdo a este fundamento existen estudios sobre la fitoquímica de *H. ferruginea* determinan un alto contenido de sólidos solubles totales y de ácido ascórbico (Reyes et al. 2007), mientras que en las especies *H. goudotiana* y *H. obtusifolia* según (Cardoso et al. 2009, Garzón 2006, Bareño et al. 2010) en su estructura están presentes: esteroides, triterpenos, taninos y

flavonoides, además de plantear la posibilidad que por la coloración de sus frutos, presente compuestos polifenólicos tipo antocianinas.

Estos datos demuestran que si bien en las dos últimas especies aunque no en su totalidad, existen compuestos hidrofóbicos, en *H. ferruginea* la estructura predominantemente es hidrofílica. Sin embargo de acuerdo a Baskin y Baskin (2003), Baskin y Baskin (2006) cuando la cubierta de la semilla es permeable al agua, en 24 horas habrá aumentado su peso en un 30%. A pesar que en algunos tratamientos (calor seco) se supera este porcentaje llegando al 47,15%, el porcentaje promedio de todos los tratamientos es del 24,83%. Con estos se demuestra que estadísticamente las diferencias son significativas, pero el peso aumentado es de menos del 30% en relación a su peso original.

#### **4.2.2 Pruebas de germinación**

Las pruebas de germinación indican que los resultados tras extraer al embrión de su cubierta son superiores a los otros tratamientos de imbibición y escarificación, afín con las recomendaciones de Loján (1992) en la aplicación de este tratamiento para obtener una buena germinación. Resultados obtenidos establecen un bajo porcentaje de germinación de apenas el 8,67% que concuerdan parcialmente con estudios similares Reynel y J Marcelo (2009) aplican una estratificación fría, Rivas (2011) aplica un tratamiento de imbibición similar al aplicado en este trabajo y obtiene resultados de germinación en un lapso de 28 a 48 días, Biederbrick y Chontasi (1991) cortando la punta de la semilla obtuvieron una germinación entre el 72% y el 85%, Borja (1992) aplica tratamientos similares a los anteriores (imbibición) sin obtener resultados satisfactorios.

Estudios en otras especies como en *H. goudotiana* Vargas (2007) logran un 16% de germinación, Cardoso et al. (2007) obtienen porcentajes de germinación muy bajos después de aplicar una escarificación ácida concluyendo que existe un factor interno que reprime la germinación en esta especie. Resultados que son escasos, y en parte ambiguos, que si bien no definen el tipo de dormancia presente en este género, atribuyen a la necesidad de un tratamiento aplicado a romper la dormancia.

De acuerdo con los resultados en las pruebas de imbibición y germinación, y su respectivo análisis, se rechaza la hipótesis planteada para la dormancia física. Por lo tanto la cubierta seminal es permeable acorde con los resultados ya mencionados acerca de las diferencias significativas en las pruebas de imbibición, lo que nos conducen al análisis de la dormancia desde el punto de vista endógeno.

### **4.3 Experimentos relacionados con la dormancia morfológica**

#### **4.3.1 Observaciones de la estructura del embrión**

Dentro de los tipos de dormancia endógena se encuentran la dormancia morfológica, fisiológica y morfofisiológica. En este caso nos enfocamos en la dormancia morfológica y los resultados obtenidos en este trabajo. De acuerdo con los resultados y la hipótesis planteada para probar la presencia de este tipo de dormancia, se rechaza la hipótesis, puesto que no se observaron estructuras que diferencien el eje embrionario del resto de la semilla. Relacionando con la extracción de los embriones, y los resultados en cuanto a la tasa de días de germinación es un periodo muy corto para establecer una dormancia morfológica. Determinando así una incompatibilidad entre la tasa de germinación en la extracción de los embriones y el tiempo que se toma en desarrollar el embrión, que según Baskin y Baskin (2004) es de 15 a 30 días. Basándonos en los estudios de Baskin y Baskin (1998) se trata de un tipo de dormancia primitiva que no se encuentra en el Orden Rosales.

### **4.4 Experimentos relacionados con la dormancia fisiológica**

La impermeabilidad en la semilla, no solamente implica la incapacidad de absorber agua; este mecanismo afecta directamente a factores como el intercambio gaseoso al que también le vuelve impermeable en la semilla (Baskin y Baskin 1998, Schmidt 2000, Fenner y Thompson 2005). Resulta lógico pensar que si se extrae al embrión de la cubierta y queda provisto de todos los factores ambientales, no va a tener

limitantes que impidan su germinación, (Nikolaeva 1977, Baskin y Baskin 1998). A diferencia de una semilla que ha sido escarificada y su porcentaje de germinación es bajo o ha transcurrido mucho tiempo para su germinación, pero ese supuesto va más allá de la interacción de los factores ambientales y la semilla.

Cuando hablamos de imbibición como desencadenante de la germinación nos referimos a una dormancia no controlada por el embrión, sino por factores externos. Mientras que en la dormancia endógena la imbibición tiene consecuencias como el crecimiento potencial del embrión (Reigosa et al. 2003). Por lo tanto se acepta la hipótesis determinando así una dormancia fisiológica para esta especie.

Las características que rigen este proceso aún no están claramente entendidas, de acuerdo con Westoby (1981), Baskin y Baskin (1998) se trata de una dormancia fisiológica no profunda, descartando así los otros tipos de dormancia endógena (morfológica y morfofisiológica). Las características que definen este nivel de dormancia fisiológica son: el alto porcentaje de germinación al extraer los embriones de la cubierta seminal y el normal desarrollo de las plántulas. Características que concuerdan con nuestros resultados.

Estudios acerca de la categorización de la dormancia presente en la familia Rosaceae son escasos o nulos, al igual que los estudios de *H. ferruginea* sólo definen el tratamiento pregerminativo, que en definitiva son aplicados a inhibir la dormancia física y fisiológica. Díaz (2011), determina una dormancia combinada presente *Rubus glaucus*, Zhou y Bao (2011) establecen una dormancia fisiológica no profunda para cinco especies del género *Rosa*.

#### **4.4.1 Factores implicados en el comportamiento de *Hesperomeles ferruginea***

Hablar de dormancia fisiológica no profunda o no desarrollada involucra varios elementos; es así que existe varias explicaciones para este mecanismo: en primera instancia este proceso puede ser el resultado de la interacción entre la cubierta de

la semilla materna y el crecimiento embrionario, previamente la planta madre ha proporcionado sus fitness a sus descendientes la misma que trae características a la semilla como: la provisión de nutrientes, retardo de la germinación y a través de la estructura de la capa controla el acceso al agua, el oxígeno y la luz (Koornneef et al. 2002). De esta manera la pérdida de la dormancia estará acompañada por un incremento de impulso de energía desde el embrión, el mismo que ganará fuerzas para romper la envoltura materna.

Sin embargo cuando una semilla presenta una dormancia fisiológica no desarrollada experimenta de una serie de cambios que varían de acuerdo a su capacidad de respuesta fisiológica, en sus diferentes etapas, por lo que el proceso se vuelve aún más complejo. (Baskin y Baskin 1998). Mientras que para Miyamoto et al. (1961), y Beaudoin et al. (2000) la extracción de los embriones da como resultado el lavado de los inhibidores y la liberación de las hormonas implicadas en la germinación entre ellas el etileno.

Desde el punto de vista de la Fisiología se trata de un proceso en el que la planta madre madura y antes de dar paso a la germinación, adquiere un mecanismo de adaptación previo que consiste en una fase de reposo denominada dormancia primaria, la misma que está desencadenada por señales hormonales endógenas en las que el principal implicado es el ácido abscísico (ABA), existiendo una correlación entre la profundidad de la dormancia y la cantidad de ácido presente en la semilla (Bewley 1997, Nasreen et al. 2002).

Partiendo de esta información se aplicó un tratamiento ya mencionado anteriormente como prueba preliminar para romper la dormancia que consistía en lavar a presión las semillas para eliminar cualquier inhibidor, sin obtener resultados. Lo que nos lleva a dos posibilidades: en primera instancia la técnica de lavado no fue suficiente, por otra parte los inhibidores no se encuentran en esa parte de la semilla. Explicación que se detalla a continuación. En cuanto a la medición de los embriones no se obtuvieron resultados significando así que los embriones ya están totalmente desarrollados.

De acuerdo con Reigosa et al. (2003) el ácido abscísico (ABA) no solamente puede residir en el embrión sino también en la cubierta seminal, en el último caso, además de afectar al intercambio gaseoso impidiendo la entrada de  $O_2$  y la salida de  $CO_2$ , durante la imbibición se transporta al embrión provocando la dormancia de las semillas. Estudios moleculares demuestran que el ABA es capaz de mantener inactivo al embrión aunque las semillas se encuentren embebidas, contrariamente a esta hormona están el ácido giberélico y el etileno responsables de la germinación (Ghassemian et al. 2000, Baskin y Baskin 2003, Melgarejo 2010).

En el caso de *H. ferruginea* es una especie que durante su época de fructificación lo hace en grandes cantidades, y dependiendo de su ubicación varía en la sincronización de su fructificación entre los individuos de la población y hasta en la planta madre. Desde este punto de vista las consecuencias como la persistencia en el banco de semillas, la relación con sus dispersores, el número de semillas germinadas, la tasa de plántulas sobrevivientes y su complejo mecanismo para superar esas restricciones sobre todo en estos ecosistemas en donde los factores ambientales como luz y temperatura permanecen constantes son características que dificultan el entendimiento de los mecanismos presentes en esta especie.

Las ventajas que presenta la propagación sexual sobre la asexual son superiores, y con el fin de determinar su supervivencia la dormancia le ofrece ciertas ventajas a la especie, sin embargo para este fin se produce un gran gasto de energía, por lo que cuando se habla de reforestación con esta especie se obtienen mejores resultados a través de la regeneración natural.

Sea cual fuere el proceso implicado en el mecanismo de la dormancia, el cómo están integrados todos los factores medioambientales con los procesos endógenos de la semilla, aún es un tema muy complejo en la que la categorización de la dormancia apenas es el punto de partida para todo este complicado proceso.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1 Teóricas:**

La dormancia es un mecanismo que para su entendimiento y manejo requiere del estudio de temas acerca de la especie como: fenología, persistencia en el banco de semillas, y ecología. Así como del estudio de los factores endógenos entre ellos: la composición de la cubierta, concentración y ubicación de las hormonas tanto inhibitoras como inductoras y las respuestas frente a los factores ambientales. De esta manera la formulación de nuevas hipótesis y el planteamiento de métodos para manejar este mecanismo.

#### **5.2 Metodológicas:**

A pesar que se aplicaron tratamientos dirigidos a la dormancia fisiológica como las estratificaciones y las escarificaciones ácidas, los resultados fueron nulos, lo que nos lleva a pensar que la intensidad de los tratamientos no fue suficiente.

La liberación de la cubierta seminal es el único tratamiento del cual se pudo obtener resultados de germinación, pero si bien permitió determinar el tipo de dormancia tiene sus limitaciones debido a que, restringe el estudio de fisiología de la germinación en aspectos como: tipo de germinación, cambios en el tamaño del embrión, tiempo empleado para desprenderse de la cubierta seminal, desarrollo de las hojas cotiledonares, entre otros. A nivel de laboratorio es una técnica aplicable si el objetivo es obtener altos porcentajes de germinación en corto tiempo, o estudiar las hormonas presentes en el embrión, pero si el objetivo es estudiar el proceso de la germinación que se da en *H. ferruginea* resulta no aplicable.

A nivel de laboratorio los experimentos podrían partir de ensayos con el ácido giberélico y el etileno y la determinación de su respectiva concentración con el fin de obtener buenos resultados de germinación. De la misma manera con el ácido sulfúrico, y el ácido nítrico tratamientos aplicados a este tipo de dormancia.

Para los planes de reforestación o restauración donde las comunidades indígenas son las protagonistas, los métodos para manejar este tipo de dormancia aunque falta mucho por investigar; se podría partir de tratamientos similares aplicados en el laboratorio pero con elementos propios de las actividades practicadas en las comunidades en este caso, se puede mencionar el humo y la ceniza y su relación con el etileno, que ya han sido utilizados como tratamientos pregerminativos. En este caso la técnica de extracción de los embriones no es apropiada porque requiere de mucha práctica y tiempo, para evitar el desperdicio de las semillas, por lo que se vuelve una técnica difícil de aplicar en viveros.

### **5.3 Pragmáticas**

El estudio del mecanismo de la dormancia nos permite conocer los requerimientos de las semillas para germinar de una manera exitosa, de esta manera cuando se estudia un tipo de dormancia las bases quedan sentadas para próximos estudios en que el requerimiento sea el mismo, o puede ser el punto de partida para investigar tratamientos que no sólo permitan categorizar la dormancia sino se elaboren ya protocolos destinados a manejar este tipo de dormancia no sólo a nivel de laboratorio, también en planes de reforestación o restauración.

*Hesperomeles ferruginea* es una especie pionera en lugares disturbados, tiene muchos usos dentro de las comunidades rurales (alimento, combustible, material). Sin embargo mientras no se conozca un método de propagación factible dentro de las comunidades, no se encontrará en la lista de especies de preferencia.

## 6. REFERENCIAS

### 6.1 Bibliografía

AGUILAR Z, HIDALGO P, ULLOA C. 2009. Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los Páramos de Zuleta. PPA-EcoCiencia. Quito.

AGUIRRE N, GÜNTER S, STIMM B. 2007. Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador.

AGUIRRE N, WEBER M. 2007. Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la región sur Ecuatoriana.

ANDERSSON L, MILBERG P. 1998. Variation in seed dormancy among mother plants, populations and years of seed collection. *Seed Science Research* 8: 29-38.

AÑAZCO M. 2000. Agroforestería. Selección de especies y manejo de semillas. Quito. Ecuador. Red Agroforestal Ecuatoriana (RAFE).

BAREÑO L, CORTES A, CASTRILLÓN W, PLAZAS E. 2010. Estudio fitoquímico y de actividad antibacteriana de la especie *Hesperomeles obtusifolia*. Universidad Distrital José Francisco de Caldas. XXI Semana de la Química.

BASKIN C, BASKIN J. 1998. *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Academic Press, San Diego, USA.

BASKIN C, BASKIN J, LI X. 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology* 15: 139-152.

BASKIN C, BASKIN J. 2003. When breaking seed dormancy is a problem. Try a move-along experiment. *Native Plants*. Spring.

BASKIN C, BASKIN J. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14 (01): 1-16

BASKIN C, THOMPSON K, BASKIN J. 2006. Mistakes in germination ecology and how to avoid them. *Seed Science Research* 16: 165–168

BEAUDOIN N, SERIZET C, GOSTI F, GIRAUDAT J. 2000. Interactions between abscisic acid and ethylene signaling cascades. *The Plant Cell* 12: 1103–1115.

BEWLEY D. 1997. Seed germination and dormancy. *Plant Cell* 9: 1055-1066.

BIERDERBRICK C, CHONTASI R. 1991. Estudio sobre 51 especies forestales para reforestación en la Sierra Ecuatoriana.

BLAKESLEY D, ELLIOTT S, KUARAK C, NAVAKITBUMRUNG P, ZANGKUM S, ANUSARNSUNTHORN V. 2002. Propagating framework tree species to restore seasonally dry tropical forest: implications of seasonal seed dispersal and dormancy. *Forest Ecology and Management* 164: 31–38.

BORJA F, RAMOS P. TOBAR A. 1992. Investigación y propagación de especies nativas en los Andes. Centro Andino de Acción Popular, Quito.

CARDOSO H, CÓRDOBA S, GONZÁLEZ J, GUZMÁN J, LANCHEROS H, MESA L, PACHECO R, PÉREZ B, RAMOS F, TORRES M, ZÚÑIGA P. 2009. Especies útiles en la Región Andina de Colombia. Tomo I. Bogotá. Colombia.

CICCARESE L, MATTSSON A, PETTENELLA D. 2012. Ecosystem services from forest restoration: thinking ahead. *New Forests International Journal on the Biology*, DOI 10.1007/s11056-012-9350-8

CRESPO A, ZÁRATE E, ANSALONI R. 2009. Plan Forestal Participativo para la Cuenca del Río Paute. Informe técnico de la Consultoría N° 08-2007.

CUÉLLAR Nidia. 2008. Manual práctico de Reforestación. La semilla. Grupo Latino. Primera Edición. Bogotá. Colombia. Pp. 468-519.

CURTIS H. BARNES S, SCHNEK A, FLORES G. 2000. Biología. Sexta edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. Pp. 954-955.

DÍAZ Cipriano. 2011. Categorización de la latencia en semillas de mora (*Rubus glaucus* Benth.), para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación de la especie. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de: Máster en Ciencias Agrarias. Universidad de Colombia.

DE LA TORRE L, NAVARRETE, MURIEL P, MACÍA & H. BALSLEV. 2008. Enciclopedia de las plantas del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Primera edición. Quito & Aarhus.

DEN EYNDEN V, CUEVA E, CABRERA O. 1999. Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador. Ediciones Abya - Yala. Quito, Ecuador.

DISLICH C, GÜNTER S, HOMEIER J, SCHRÖDER B, HUTH A. 2009. Simulating Forest Dynamics of a Tropical Montane Forest in South Ecuador. *Erkunde* 63 (4): 347-364

DORIA Jessica. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31 (1): 74-85.

FENNER M, THOMPSON K. 2005. *The Ecology of seeds*. Cambridge University. New York. Estados Unidos.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2010. *Global Forest Resources Assessment*. 163. Roma.

FORESTRY DIVISION. 2009. *Alberta Seed Testing Standards*. Alberta SustainableResourceDevelopment.

GARZÓN Carlos. 2006. Análisis Bromatológicos y Fitoquímicos básicos de las especies priorizadas dentro del marco del proyecto Uso sostenible de los recursos vegetales del D.C y la región. Informe técnico inédito. Jardín Botánico José Celestino Mutis-Subdirección Científica. Bogotá. 133 p.

GHASSEMIAN M, NAMBARA E, CUTLER S, KAWAIDE H, KAMIYA K, MCCOURT P. 2000. Regulation of abscisic acid signaling by the ethylene response pathway in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*12: 1117–1126.

GENTRY Alwyn. 1993. A field guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú) with supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. Washington D.C.

GÜNTERS, GONZALEZ P, ÁLVAREZ G, AGUIRREN, PALOMEQUEX, HAUBRICH F, WEBER M. 2009. Determinants for successful reforestation of abandoned pastures in the Andes: Soil conditions and vegetation cover. *Forest Ecology and Management* 258: 81–91.

HARLING G, ANDERSSON L. 2002. Flora of Ecuador, no. 56: Rosaceae. Botanical Institute. Göteborg, Sweden.

HOLL Karen. 2013. Restoring Tropical Forest. *Nature Education Knowledge* 4(4):4

JIMÉNEZ Cecilia. 2010. La sexualidad en las plantas. *Revista Digital Universitaria*. 11 (28)

JORGENSEN P, LEÓN YÁNEZ S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden. Herbario QCA. Volumen 75.

KHURANA E, SINGH J.S. 2001. Ecology of seed and seedling growth for conservation and restoration of tropical dry forest: a review. *Environmental Conservation*28 (1): 39–52.

KOORNNEEF M, BENTSINK L, HILHORST H. 2002. Seed dormancy and germination. *Elsevier Science* 5: 33-36

LAMB D, ERSKINE P, PARROTTA J. 2005. Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*310: 1628-1632

LOJÁN L. 1992. El verdor de los Andes. Desarrollo forestal Participativo en los Andes. Quito. Ecuador. 217 pp.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION (FAO). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma. Italia.

MELGAREJO L, AGUILAR M, ROMERO M. 2010. Experimentos de Fisiología vegetal. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia.

MIYAMOTO T, TOLBERT N, EVERSON E. 1961. Germination inhibitors related to dormancy in wheat seeds. Institut für Pflanzenernährung der Justus Liebig-Universität, Giessen, Deutschland.

NASREEN S, AKBAR Y, MAILK M, MAILK A. 2002. Study of Seeds dormancy Mechanisms; Causes and Control. Asian Journal of Plant Sciences. Volume 1, Number 2:210-212.

NELLEMANN C, CORCORAN E. 2010. Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.

NIKOLAEVA M. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. The physiology and biochemistry of seed dormancy, 51–74. North Holland, Amsterdam.

SKLENAR P. 2005. Flora genérica de los páramos. Guía Ilustrada de plantas vasculares. New York Botanical Garden.

REIGOSA M, PEDROL N, SÁNCHEZ A. 2003. La Ecofisiología vegetal: Una ciencia de síntesis. Paraninfo. Madrid. España.

REYES J, ABARCA J, DELGADO F. 2007. Caracterización fisicoquímica y tecnológica de cinco frutos silvestres nativos comestibles del cantón Loja (*Cavendishiabracteata*, *Macleania salapa*, *Macleania rupestris*, *Hesperomeles obtusifolia* y *Hesperomeles ferruginea*) y sus alternativas de industrialización". Universidad Técnica Particular de Loja – Centro de Transferencia de Tecnología e Investigación Agroindustrial (CETTIA)

REYNEL C, MARCELO J. 2009. Árboles de los Ecosistemas forestales Andinos. Serie, investigación y Sistematización N° 9. Programa Regional para la Gestión

Social de los Ecosistemas Forestal Andinos ECOBONA-INTERCOOPERACIÓN. Lima. Perú.

RIVAS Julio. 2011. VI Congreso Colombiano de Botánica, Biodiversidad, Desarrollo y Cultura: Una Visión Integradora. Germinación de especies nativas del Ecuador. Universidad de Cuenca.

SCHMIDT Lars. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Chapter 11: Seed testing. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek.

SERRANO Felipe. 1996. Árboles y arbustos del bosque de Mazán. Tomo I. Edibosco. E.T.A.P.A. Cuenca. Ecuador.

SIERRA Rodrigo. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

SMITH M, WANG B, MSANGA H. (s.a).Manual de semillas de Árboles Tropicales. Capítulo 5: Dormancia y Germinación.

Society for Ecological Restoration (*SER*) *International*, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de *SER International* sobre la restauración ecológica.

THOMPSON K, CERIANI R, BAKKER J, BEKKER R. 2003. Are seed dormancy and persistence in soil related? *Seed Science Research*13: 97–100

UNIVERSIDAD DEL AZUAY (UDA) and Consejo de Aguas de la Cuenca del Rio Paute (CGPaute). 2008. Cuenca.

VARELA S, ARANA V. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados" Área Forestal - INTA EEA Bariloche

VARGAS Orlando. 2007. Guía Metodológica para la Restauración del Bosque Altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición.

VARGAS William. 2002. Guía Ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales: Universidad de Caldas. Centro Editorial.

VÁZQUEZ-YÁNES C, BATIS I. 1996. La restauración de la vegetación, árboles exóticos vs árboles nativos. C-enc-as 43 Julio-septiembre.

VLEESHOUWERS L, BOUWMEESTER J, KARSSSEN M. 1995. Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of ecology* 83, 1031-1037

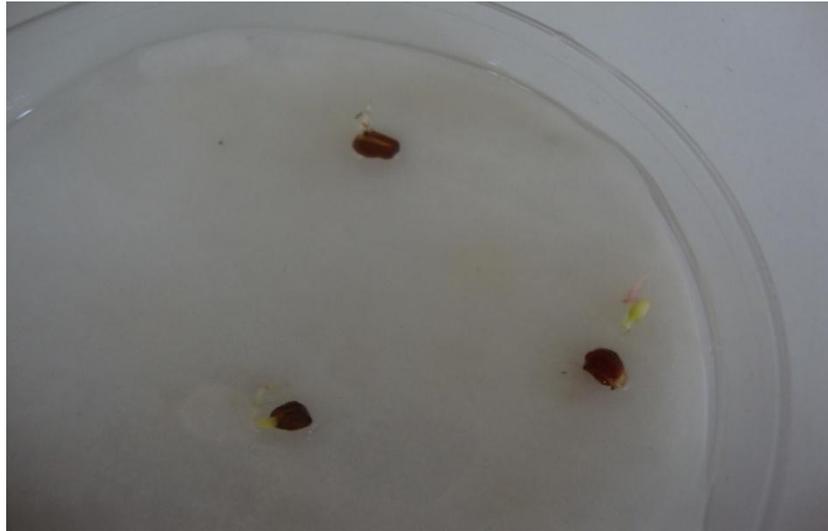
WESTOBY M. 1981. How diversified seed germination behaviour is selected. *American Naturalist* 118: 882–885.

WILLIAM E, SAVAGE Finch, LEUBNER- METZGER Gerhard. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *Journal Compilation. New Phytologist* doi: 10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x

ZHOU Z, BAO W. 2011. Levels of physiological dormancy and methods for improving seed germination of four rose species. *Scientia Horticulturae* 129: 818–824.

## 6.2 ANEXOS

### 6.2.1 Anexo 1



Anexo 1: semillas germinadas

### 6.2.2 Anexo 2



Anexo 2: plántulas de *H. ferruginea*