



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA

TITULO DE BIÓLOGO

Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la Región Sur del Ecuador

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTORA: Guadalupe del Carmen Calle Cueva

DIRECTOR: Máximo Oswaldo Moreira Palacios, Blgo.

LOJA – ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Biólogo

Máximo Oswaldo Moreira Palacios

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la región sur del Ecuador” realizado por Guadalupe del Carmen Calle Cueva, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, agosto de 2016

f)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Guadalupe del Carmen Calle Cueva declaro ser autora del presente trabajo de titulación: Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la Región Sur del Ecuador, de la Titulación de Biólogo siendo el Blgo. Máximo Oswaldo Moreira Palacios director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

Guadalupe del Carmen Calle Cueva.

C.I.: 1104335524

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis queridos padres Alfredo y Catalina, por su absoluto apoyo, amor y sabiduría con que han sabido guiarme, a mis hermanos, cuñado y sobrinos, por su comprensión, ayuda y cariño, al Blgo. Máximo Moreira Palacios, por su inagotable paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta investigación, a mis amigos y colaboradores, por ser parte de esta experiencia y por su incondicional apoyo, pero sobre todo a Dios, la base fundamental de mi vida, por regalarme la capacidad para cumplir con mis sueños y aspiraciones. Las páginas de esta tesis van dedicadas con gratitud a ustedes.

Guadalupe del Carmen Calle Cueva.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento y cariño a mi familia, a mis padres y hermanos que han sido un pilar fundamental en la construcción de este anhelado futuro y en especial a mi madre, por ser una luchadora constante y mi mayor ejemplo.

Dejo constancia de mi gratitud a la UTPL, a la escuela de Biología, bajo la dirección de la Blga. María Lorena Riofrío por la formación estudiantil recibida.

Al Biólogo Máximo Oswaldo Moreira Palacios, por permitirme ser parte de su equipo de investigación y compartir sus conocimientos y experiencias inherentes a mi formación profesional y así ayudarme a crecer personal y profesionalmente.

Al Ing. José Miguel Romero y al Ing. Diego Vélez, por su constante apoyo sin escatimar esfuerzos y colaborar desinteresadamente en el desarrollo de la presente.

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Eduardo Cueva, Ing. Baltasar, Ing. Darío y David, quienes pusieron su granito de arena en la realización de este trabajo siendo un soporte para la culminación de mismo.

Guadalupe del Carmen Calle Cueva.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
BIBLIOGRAFIA.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO 1.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Estado de los recursos forestales en el Ecuador.....	6
1.2 Estado de la vegetación en la Provincia de Loja.....	6
1.3 Pérdida y degradación de recursos forestales en Ecuador.....	7
1.4 Pérdida y degradación de recursos forestales en la Provincia de Loja.....	8
1.5 Acciones de conservación en Ecuador.....	8
1.6 Fuentes semilleras.....	9
1.7 Caracterización morfológica de semillas.....	9
1.8 Análisis de calidad y viabilidad de semillas.....	11
1.9 Almacenamiento de semillas.....	11
1.10 Objetivos.....	13
1.10.1 Objetivo general:.....	13
1.10.2 Objetivos específicos:.....	13
CAPÍTULO 2.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1 Descripción del sitio de estudio.....	15
2.2 Descripción de las especies en estudio.....	15
2.2.1 <i>Alnus acuminata</i> (Carl Kunth, 1817).....	16
2.2.1.1 Clasificación taxonómica.....	16

2.2.1.2 Descripción botánica.....	16
2.2.1.3 Hábitat.....	17
2.2.1.4 Usos.....	18
2.2.2 <i>Handroanthus chrysanthus</i> (Grose, 2007).....	18
2.2.2.1 Clasificación taxonómica.....	18
2.2.2.2 Descripción botánica.....	19
2.2.2.3 Hábitat.....	19
2.2.2.4 Usos.....	19
2.3 Obtención del material.....	20
2.4 Análisis de calidad de semillas y frutos.....	20
2.4.1 Análisis de los caracteres morfológicos de semillas y frutos.....	21
2.4.2 Análisis de la viabilidad de las semillas.....	22
2.5 ANÁLISIS DE DATOS.....	23
CAPÍTULO 3.....	24
RESULTADOS.....	24
3.1 Análisis de los caracteres morfológicos de semillas y frutos de <i>A. acuminata</i> y <i>H. chrysanthus</i>	25
3.1.1 Rasgos cualitativos.....	25
Rasgos cualitativos de las semillas y embriones de <i>A. acuminata</i>	25
Rasgos cualitativos de las semillas y embriones de <i>H. chrysanthus</i>	25
3.1.2 Pureza de semillas.....	26
Pureza de semillas de <i>A. acuminata</i>	26
3.1.3 Peso de semillas.....	26
Peso de semillas de <i>H. chrysanthus</i>	26
Peso de semillas de <i>A. acuminata</i>	27
3.1.4 Tamaño de las semillas y frutos.....	28
Semillas de <i>H. chrysanthus</i>	28
Frutos de <i>H. chrysanthus</i>	30
Semillas de <i>A. acuminata</i>	30
Frutos de <i>A. acuminata</i>	32
3.1.5 Contenido de humedad.....	33
Contenido de humedad de <i>A. acuminata</i>	33
Contenido de humedad de <i>H. chrysanthus</i>	33

Viabilidad de <i>A. acuminata</i>	35
Germinación de <i>H. chrysanthus</i>	35
Viabilidad de <i>H. chrysanthus</i>	36
3.3 Relación entre las variables de calidad de semillas de <i>A. acuminata</i> y <i>H. chrysanthus</i> ..	36
CAPÍTULO 4.....	38
DISCUSION.....	38
4.1 Evaluación morfológica de semillas de <i>A. acuminata</i> y <i>H. chrysanthus</i>	39
4.1.1 Relación entre caracteres morfológicos de las semillas de <i>H. chrysanthus</i> y <i>A. acuminata</i>	40
4.2 Análisis de calidad de semillas de <i>A. acuminata</i> y <i>H. chrysanthus</i>	41
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFIA.....	44

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Mapa de ubicación del área de estudio.	15
Grafico 2. <i>Alnus acuminata</i>	16
Grafico 3. <i>Handroanthus chrysanthus</i>	18
Grafico 4. Semillas de <i>A. acuminata</i>	
Grafico 5. Embrión de <i>A. acuminata</i>	25
Grafico 6. Semillas de <i>H. chrysanthus</i>	
Grafico 7. Embrión de <i>H. chrysanthus</i>	26
Grafico 8. Pureza de semillas de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.....	26
Grafico 9. Peso de 100 semillas de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba	27
Grafico 10. NO semillas/Kg de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba.....	27
Grafico 11. Peso de 100 semillas de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.....	28
Grafico 12. Número de semillas/Kg de <i>A. acuminata</i> La Argelia y Rumishitana.....	28
Grafico 13. Tamaño de semillas de <i>H. chrysanthus</i> Jipiro y Virgenpamba.	29
Grafico 14. Diagrama de frecuencias del tamaño de semillas de <i>H. chrysanthus</i>	29
Grafico 15. Tamaño del fruto de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba	30
Grafico 16. Número de semillas por fruto de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba	30
Grafico 17. Tamaño de semillas de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.	31
Grafico 18. Diagrama de frecuencias del tamaño de semillas de <i>A. acuminata</i>	31
Grafico 19. Tamaño del fruto de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana	32
Grafico 20. Número de semillas por fruto de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.....	32
Grafico 21. CH de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.....	33

Grafico 22. CH de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba.....	33
Grafico 23. Germinación de <i>A. acuminata</i> de La Argelia y Rumishitana.	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 24. Curvas de germinación de <i>A. acuminata</i>	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 25. Germinación de <i>H. chrysanthus</i> de Jipiro y Virgenpamba.....	35
Grafico 26. Curvas de germinación de <i>H. chrysanthus</i>	35

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sitios de colección de semillas de las especies en estudio.....	15
Tabla 2. Correlación de las variables morfológicas de semillas de <i>A. acuminata</i> y <i>H. chrysanthus</i>	36
Tabla 3. Correlación entre el contenido de humedad y el peso de semillas de ambas especies.....	37
Tabla 4. Relación entre la germinación con varios factores (procedencia, peso y tamaño) en las dos especies manipuladas.....	37

RESUMEN EJECUTIVO

Aliso (*Alnus acuminata*) y Guayacán (*Handroanthus chrysanthus*), son dos especies forestales nativas de la región sur de Ecuador, de las que poco se conoce sobre la morfología y germinación de sus semillas en nuestra región. Este trabajo de investigación se realizó en el Banco de Germoplasma de la UTPL, con el fin de conocer los patrones morfológicos y el comportamiento germinativo de semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*. Para ello se compararon diferentes individuos entre dos procedencias por especie en la Región Sur de Ecuador, considerando parámetros como tamaño, forma, peso, contenido de humedad, pureza y germinación, de acuerdo a las normas ISTA 2007. Los resultados mostraron que *H. chrysanthus* presentó gran variación de frutos y semillas entre individuos y entre procedencias, sin embargo estas variaciones no influyeron en la capacidad germinativa de las semillas. Por otro lado, *A. acuminata* mostró menor variación en la morfología de frutos y semillas entre individuos y procedencias y de igual forma no se observó la influencia de estos caracteres en su germinación.

Palabras clave: *Alnus acuminata*, *Handroanthus chrysanthus*, ISTA, germinación, especies nativas, morfología de semillas.

ABSTRACT

Aliso (*Alnus acuminata*) and Guayacán (*Handroanthus chrysanthus*), are two native forest species in the southern region of Ecuador, of these a little is known about the morphology and seed germination in our region. This research was conducted in the UTPL Germplasm Lab, in order to meet the morphologic patterns and behavior germinating seeds of *A. acuminata* and *H. chrysanthus*. To get the result different trees between two sources by species were compared, in the Southern Region of Ecuador, considering parameters such as size, shape, weight, moisture content, purity and germination according to ISTA 2007. The results showed that *H. chrysanthus* he presented great variation of fruits and seeds between individuals and between provenances, but these changes did not influence the germination of seeds. On the other hand, *A. acuminata* showed less variation in the morphology of fruits and seeds between individuals and provenances and equally not the influence of these characters was observed in germination.

Keywords: *Alnus acuminata*, *Handroanthus chrysanthus*, ISTA, germination, native species, Seed morphology.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de fin de titulación denominado “Análisis morfológico y comportamiento germinativo de semillas de dos especies forestales de la Región Sur del Ecuador”, se desarrolló con el objetivo de conocer los patrones morfológicos y el comportamiento germinativo de semillas de Aliso (*Alnus acuminata*) y Guayacán (*Handroanthus chrysanthus*), con la finalidad de profundizar y ampliar el conocimiento en morfofisiología de semillas de especies forestales nativas y de esta manera generar información que servirá de base para desarrollar estrategias efectivas de manejo, conservación y aprovechamiento sustentable.

Este documento de tesis se encuentra dividido en cuatro capítulos, en el primer capítulo encontramos el marco teórico en donde se introduce al lector en temas como recursos forestales de Ecuador y Loja; pérdida y degradación de los recursos forestales en el país; fuentes semilleras y el estudio de los individuos dentro de las mismas; caracterización morfológica de semillas; análisis de calidad y viabilidad de semillas y almacenamiento de semillas. En el segundo capítulo se presenta la metodología usada, describiendo el proceso de análisis morfológico y de viabilidad de semillas de acuerdo a los parámetros de las normas ISTA. En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos y la discusión de los mismos y procedencias y en el cuarto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones. Luego tenemos la bibliografía según las normas APA y finalmente encontramos los anexos.

La falta de información sobre el comportamiento fenológico y propagación de especies nativas, ha sido uno de los principales factores para que en Ecuador exista poca reforestación con estas especies, al igual que los estudios sobre semillas forestales en nuestra región, que se encuentran muy limitados, incompletos o no han sido publicados. Por consiguiente, es importante profundizar en su estudio, evaluación y caracterización de semillas forestales, y así obtener información básica para conocer sobre la calidad, heteromorfismo y capacidad germinativa de las mismas, mediante análisis morfológicos y pruebas de viabilidad y así entender la importancia de estas especies dentro de un sistema ecológico. Esta información tendrá gran impacto en la región ya que servirá de base para desarrollar estrategias efectivas de manejo y conservación, dada la necesidad de generar alternativas de producción y aprovechamiento de las especies nativas en nuestra región.

En este trabajo se logró caracterizar morfológicamente semillas de *H. chrysanthus* y *A. acuminata* analizando su capacidad germinativa. Comparando estos factores entre distintos sitios de colecta, se pudo establecer patrones morfológicos de cada especie entre sus individuos y procedencias, así como la influencia de estos factores en la capacidad germinativa de las semillas.

Para realizar la investigación, se colectaron frutos en base del calendario fenológico de cada especie y de acuerdo a su procedencia. El material ingresado al laboratorio fue debidamente registrado y analizado de acuerdo a las normas ISTA evaluando parámetros como pureza; contenido de humedad; peso y tamaño del fruto; peso, tamaño y grosor de la semilla; ensayos de germinación y Test de Tetrazolio; dando con ello cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación.

CAPÍTULO 1.

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado de los recursos forestales en el Ecuador.

Ecuador es considerado uno de los 17 países más biodiversos del mundo, y aunque es el más pequeño en términos de superficie posee mayor cantidad de especies por kilómetro cuadrado (MAE, 2015). Esto se debe a la gran variedad de ecosistemas que se forman gracias a las particulares condiciones geográficas de ubicación, relieve y clima (MAE, 2010). Cuenta con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas cubiertas de bosque, esto representa el 42% del área total del país; el 80% de los bosques se encuentran en la Región amazónica, el 13% en el Litoral y el 7% en la Sierra (Albán, 2010).

En los últimos años se han reportado 18.198 especies de plantas vasculares, es decir, 7.6% de las registradas en el mundo (León *et al.*, 2011; MAE, 2013), esto es 1.140 especies más que las reportadas en 2010 (17.748) en el Cuarto Informe Nacional del CDB (MAE, 2010). Del informe del CDB del 2010, 2.433 especies fueron nuevas para el país, de las cuales 1.663 fueron nuevas para la ciencia. También se determinaron 4.500 especies endémicas que equivalen al 25% del total de plantas vasculares del país, encontrándose en su mayoría (76%) en la región andina (MAE, 2010, 2013). Ser ricos en biodiversidad significa que el país tiene gran variedad de formas de vida expresadas en su flora, fauna, microorganismos y diversidad genética. Esa amplia riqueza natural ha sido y es, la base en la que se ha sustentado el desarrollo social y económico del Ecuador (MAE, 2010).

1.2 Estado de la vegetación en la Provincia de Loja.

La Provincia de Loja está ubicada al sur de Ecuador, con una extensión territorial de 11.061 km² y un rango altitudinal entre 120 y 3.880 m.s.n.m. Fue considerada por Humboldt como "El Jardín Botánico del sur del Ecuador" y hoy como "Nudo Botánico", puesto que, tiene una abundante y variada distribución vegetal (Dávila, 2015). Los bosques andinos del sur de Ecuador y del norte de Perú, se reconocieron como uno de los más importantes centros de diversidad florística del mundo (Aguirre & Delgado, 2005), además han sido establecidos como *hot spots* por su prioridad de conservación (Richter & Moreira, 2005). Esto se debe a la topografía y la orientación de sus cordilleras, los influjos costero y oriental, así como el desierto que avanza desde el sur dándole cierta peculiaridad (Dávila, 2015). La formación vegetal más común es el

pastizal cultivado, seguida por el matorral húmedo y el bosque húmedo denso (Cueva & Chalán, 2010). Las unidades vegetales naturales cubren una importante superficie, el 32,82% del cantón, y se ubican en las zonas altas de la cordillera, corresponden a páramos y bosques húmedos, parte de los cuales se encuentran protegidos en el Parque Nacional Podocarpus. Las actividades agropecuarias abarcan el 29,07% (Cueva & Chalán, 2010).

1.3 Pérdida y degradación de recursos forestales en Ecuador

Según MAE (2010) Ecuador tiene una de las tasas más altas de deforestación en América Latina; se estima que es del 1,7% anual. De las especies vegetales registradas, 353 (8%) están En Peligro Crítico de extinción (CR), 1.071 (24%) En Peligro (EN) y 2.080 (46%) se consideran Vulnerables (VU) (León, Valencia, Pitman, Endara, Ulloa , & Navarrete, 2011). A lo largo de los siglos, en Ecuador se han producido importantes modificaciones del espacio natural que han eliminado o reducido un importante número de ecosistemas y formas de vida; y, lamentablemente, las presiones sobre los componentes de la biodiversidad han sido crecientes. Por ejemplo mientras que, en 1990 la superficie de cobertura de bosques nativos en el país fue de 14'698.115 ha (69,6%); en 2000 fue de 13'745.389 ha (63,5%); en 2008 fue de 13'143.091 ha (60,7%), y en 2012 fue de 12'879.571 ha. Estos datos nos permiten ver que, la tasa de deforestación ha aumentado conforme han pasado los años. La mayor parte de cobertura; cerca del 70%, fue deforestada en los 90s, con una deforestación anual promedio de 1291.5 km². La deforestación anual neta entre el 2000 y el 2008 fue 753.9 km²; es decir, 42% menos que en el período anterior, mientras que entre 2008 y 2012 la tasa de deforestación fue de 65.880 ha/año (MAE, 2013).

Los fenómenos promotores de la destrucción y degradación de los hábitats son tanto naturales como antropogénicos, los cuales son causantes de la pérdida de la biodiversidad. Entre los fenómenos naturales, está el cambio climático; el mismo que al combinarse con la fragmentación de la cobertura vegetal, generada por las grandes extensiones de cultivos, forma barreras genéticas entre las especies nativas limitando sus posibilidades de supervivencia (Sierra, 2013). Entre los fenómenos antropogénicos que han producido, y siguen produciendo daños considerables, están el desarrollo de infraestructura sin la debida planificación, el establecimiento de las plantaciones y pastizales, la sobre-explotación de los recursos forestales y pesqueros, la deforestación, la extracción ilegal de la madera y leña, la actividad petrolera y

minera, quemas de vegetación, contaminación por plaguicidas y la introducción de especies exóticas. (Calderón, 2008). Muchas de estas actividades tienen efectos irreversibles

1.4 Pérdida y degradación de recursos forestales en la Provincia de Loja.

Los ecosistemas naturales de la provincia de Loja actualmente ocupan solo el 29,3 % de la superficie total, y únicamente el 5,81% (18.802 ha) está protegido dentro del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), en los Parques Nacionales Podocarpus y Yacuri. Este valor está por debajo del 10% adoptado por la mayoría de países. Lo que significa que los esfuerzos de conservación por parte de gobiernos seccionales autónomos, comunidades, ONGs y propietarios privados, garantizan la permanencia de menos del 20% de los remantes de ecosistemas naturales (Cueva & Chalán, 2010).

Las principales amenazas antropogénicas a las que se enfrenta la provincia son: la deforestación y el cambio de uso de suelos (MAE, 2010), ampliación de la frontera ganadera, destrucción de los bosques para establecer pastizales, tala selectiva y la ausencia o poca reforestación con especies nativas (SOCIOBOSQUE, 2013). Durante décadas las especies nativas han sido taladas sin considerar criterios de edad y calidad (SOCIOBOSQUE, 2013), como son: aliso (*Alnus acuminata*), cedro (*Cedrela montana*), seique (*Cedrellinga cateniformis*), guayacán (*Handroanthus chrysanthus*), nogal (*Juglans neotropica*), almendro (*Swietenia macrophylla*), yumbingue (*Terminalia amazonica*) y romerillo fino (*Podocarpus oleifolius*) a esto se suman especies exóticas, como pino (*Pinus spp.*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*) (MAE, 2013).

1.5 Acciones de conservación en Ecuador

Desarrollar acciones de conservación de plantas en esta época es prioritario, porque su pérdida es irreversible e implica tanto daños al planeta como a la calidad de vida del ser humano (Mora, 2008). El Ministerio del Ambiente ha establecido normas como: cosecha controlada, programas de reforestación con especies nativas y programas de educación sobre uso sostenible de los bosques (SOCIOBOSQUE, 2013), para evitar la pérdida de los bosques y asegurar la recuperación y perpetuación de especies nativas (MAE, 2013).

Sin embargo, es necesario implementar más programas que apunten a mejorar la supervivencia de las especies. Es así, que el programa “Biotrade Facilitation Programme” (BTFP) de la

Organización de las Naciones Unidas, en 2004 aportó al país datos socio-ambientales y económicos para la explotación sostenible de recursos vegetales (Rios, 2004). Obteniendo el compromiso del Gobierno ecuatoriano para frenar la pérdida de biodiversidad en el planeta, reflejándose en acciones como trabajo diario en herbarios y jardines botánicos con sus labores de conservación *ex situ*, identificación de áreas prioritarias para la conservación, evaluación del estado de amenaza, planes de acción para especies amenazadas y protocolos para la recolección sostenible (Mora, 2008).

1.6 Fuentes semilleras

Según Zobel & Talbert (1988), una fuente semillera se define como un grupo de árboles de la misma especie con características fenotípicas deseables, de los que se extrae semillas con las mejores características de forma, vigor y sanidad. La caracterización de fuentes semilleras con especies nativas constituye una herramienta básica para programas de reforestación y restauración de bosques, pues permiten obtener material de mejor calidad controlando su recolección, en áreas específicas y garantizando un mejor rendimiento en plantaciones que se efectúan a partir de ellas (Salazar & Boschier, 1992). También es una forma de preservar o evitar la desaparición de bosques nativos; que son almacenes naturales de semillas y plantas de calidad. En Ecuador, el MAE a través de ECOPAR que fue establecida en el 2002, trabaja en la identificación y selección de fuentes semilleras de especies nativas. Para esto, realiza una evaluación de campo para seleccionar las fuentes, un estudio de la dinámica del mercado de las semillas forestales de especies nativas y de las potencialidades de instalar un banco de semillas que abastezca en forma estratégica a la mayor demanda posible; así como la identificación de lugares y especies con semillas de la mejor calidad genética y fisiológica destinadas a proyectos de reforestación, restauración y conservación (ECOPAR, 2002).

1.7 Caracterización morfológica de semillas

La semilla es la forma más eficiente de estudiar y almacenar la diversidad vegetal (Donelan, 2009). Cada una es potencialmente un nuevo individuo que contiene parte de la variabilidad genética presente en toda una población (Gold, León, & Way, 2004). Su desarrollo fisiológico

implica la formación del embrión, órganos de almacenamiento, cubiertas seminales y finaliza con el desarrollo del fruto y la posterior diseminación (Kessler & Stuppy, 2012). En los últimos años, en Ecuador el consumo de semillas nativas y exóticas ha aumentado por la presencia de programas de reforestación (Plan Bosque, PLANFOR). Estos programas se abastecen de fuentes semilleras con especies nativas y exóticas, pero también adquieren semillas de otros países (FOSEFOR, 2003).

El estudio morfológico de las semillas es muy importante para el manejo agrícola, silvícola, de reforestación y conservación puesto que de ello depende el éxito de lo que uno se esté planteando hacer con las semillas. Entre las principales pruebas morfológicas están: tamaño, peso, pureza, contenido de humedad y germinación. El tamaño de las semillas ha sido uno de los más estudiados por estar relacionado con su capacidad de dispersión y establecimiento (Willson, 1983; Westoby, Jurado, & Leishman, 1992; Leishman, Masters, Clarke, & Brown, 2000) y también ha sido relacionado con la emergencia, la forma de crecimiento y la altura de la planta (Jurado & al., 1991; Leishman & Westoby, 1994; Alexander *et al*, 2001). Es tan importante el tamaño de las semillas, que en base a este se ha determinado que las semillas grandes producen plántulas más vigorosas y con mayor establecimiento y supervivencia (Herrera, 2005; Leishman & Westoby, 1994; Jakobsson & Eriksson, 2005), mientras que las semillas pequeñas tienen una rápida germinación y están mejor adaptadas a la colonización de nuevos espacios (Thompson, 2000). El peso, por su parte, influye en el número de semillas/Kg, provocando una relación generalmente inversa debido a que las plantas proveen a todas las semillas la misma cantidad de recursos, por lo que, ante fluctuaciones en la disponibilidad de recursos, las plantas optarían por modificar el número de semillas antes que su peso (Smith & Fretwell, 1974; McGinley & al., 1987; Haig & Westoby, 1988). La pureza, en cambio, es analizada con el propósito de determinar la composición de una muestra de análisis, ya que el tipo y la cantidad de impurezas presentes, determina la calidad de las semillas, por ejemplo, las partículas de hojas, ramitas, o semillas quebradas presentes en una muestra de semillas pueden ser el punto inicial para el ataque de hongos. El contenido de humedad es un factor crucial de analizar ya que determina tanto la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla como su manejo durante el periodo de almacenamiento. Por último, el análisis de germinación permite evaluar el poder germinativo de la semilla en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad y estimular su valor potencial para la siembra en el campo. Por otro lado, el estudio morfológico de los frutos podría ayudar a establecer su calidad (Romero & Pérez, 2016) y proveer de información importante para la germinación y conservación de las semillas.

1.8 Análisis de calidad y viabilidad de semillas

El estudio de calidad y viabilidad de semillas forestales es fundamental para una adecuada selección de individuos que en gran parte son destinados al establecimiento y restauración de zonas forestales. Pues, el uso de semillas procedentes de rodales de alta calidad es la mejor manera de garantizar no solo plantaciones con especies de características seleccionadas (Vidal & Ruiz, 2014), sino también el poder almacenar semillas de buena calidad (García, 2005).

La calidad de semillas está directamente relacionada con las pruebas morfológicas mencionadas antes (tamaño, forma, color, peso, pureza), así como su integridad frente a fracturas o acción de microorganismos (Correa, 2002) y con la viabilidad. La viabilidad se refiere al estado óptimo de madurez fisiológica de la semilla para germinar y generar nuevos individuos (García, 2005). Las normas ISTA (2007) aprueban tres métodos rápidos de evaluación de la viabilidad: la exhibición del embrión, el método de rayos X y el ensayo de tetrazolio, siendo este último el más usado por su rapidez; este método se desarrolló en Alemania en 1940 por Georg Lakon (Peretti, 1994), para determinar qué partes se encuentran vivas y muertas dentro de la semilla estimando su capacidad para germinar. Con el tetrazolio, la viabilidad de la semilla se interpreta de acuerdo a la intensidad de la coloración y de las partes teñidas de la semilla (ISTA, 2007). Otra forma natural de evaluar la viabilidad de las semillas es a través de su germinación.

1.9 Almacenamiento de semillas

La conservación de la diversidad vegetal fuera de su ambiente; es decir, en bancos de semillas es esencial para preservar materiales vegetales de reproducción tales como semillas, polen, propágulos vegetativos, células y otros tejidos. Este tipo de manejo estuvo inicialmente orientado a mantener variedades de cultivos de gran importancia alimentaria (Pérez, 2002); sin embargo, gradualmente se han ido incrementando el número de colecciones de especies silvestres, lo cual pone en evidencia la importancia de conservar la diversidad genética vegetal como parte del manejo de la biodiversidad para asegurar la supervivencia de las especies en sus hábitats naturales (Grijalva, Checa, Ramos, Barrera, & Limongi, 2012).

Durante los últimos tres o cuatro decenios la mayor parte de los países han cobrado conciencia de lo que significa conservar la base genética de las especies que existen en sus territorios (Pérez, 2002), las colecciones de germoplasma mantenidas, han experimentado un gran aumento luego de un intenso trabajo por conservar los recursos Fitogenéticos (Grijalva, Checa, Ramos, Barrera, & Limongi , 2012). Los bancos de germoplasma en los países de América del Sur, Centroamérica y el Caribe poseen aproximadamente 660,000 accesiones pertenecientes a un rango amplio de géneros y especies de plantas, aunque estas están parcialmente documentadas, en los últimos años se han realizado esfuerzos importantes en el registro y almacenamiento de los datos y caracterización de estas accesiones, así como el intercambio y ampliación de información (Villeda, 2014).

1.10 Objetivos

1.10.1 Objetivo general:

Determinar patrones morfológicos y evaluar el comportamiento germinativo de semillas de dos especies nativas forestales de distintas procedencias de la región sur de Ecuador, a fin de obtener pautas para el adecuado manejo y conservación de estas especies.

1.10.2 Objetivos específicos:

- Describir aspectos morfológicos y fisiológicos de semillas y frutos entre individuos y entre las procedencias de las especies estudiadas.
- Evaluar y comparar la viabilidad de las semillas entre individuos y entre las procedencias de cada especie.

CAPÍTULO 2.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del sitio de estudio

El estudio se lo realizó en la Provincia de Loja al sur occidente del Ecuador (Gráfico 1), con una extensión territorial de 11.061 km² y un rango de elevación entre 1200 y 3.880 m s.n.m, con temperaturas medias anuales entre 15-17 °C en la zona más baja y 9-11 °C en zonas más altas, la humedad varía entre 40 a 70% y la precipitación media anual de 2500 y más de 5000 mm (Bussmann, 2001). Los sitios de colecta fueron establecidos por el proyecto TRANSFER, tomando dos procedencias por especie en distintas formaciones de bosque montano (Tabla 1). El criterio de selección de las fuentes semilleras fue en base a individuos con mejores características para uso forestal.

Tabla 1. Sitios de colección de semillas de las especies en estudio

Especie	Sitios de colección	# de individuos
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Jipiro	8
	Virgenpamba	9
<i>Alnus acuminata</i>	La Argelia	9
	Rumishitana	10



Gráfico 1 Mapa de ubicación del área de estudio.

Fuente: Naturaleza y Cultura Internacional. Departamento de Sistema de información geográfica.

2.2 Descripción de las especies en estudio

La selección de especies y de individuos se llevó a cabo de acuerdo a la importancia de sus usos. Los criterios de selección fueron establecidos por personal del proyecto TRANSFER en base a bibliografía, experiencias con trabajos anteriores y consulta a expertos. A continuación se describirá las especies estudiadas en esta investigación.

2.2.1 *Alnus acuminata* (Carl Kunth, 1817).

2.2.1.1 Clasificación taxonómica.



Grafico 2. *Alnus acuminata*

Fuente: (Grulich, 2012)

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fagales
Familia	Betulaceae
Genero	<i>Alnus</i>
Especie	<i>Acuminata</i>

2.2.1.2 Descripción botánica.

Árbol o arbusto perenne, de 10 a 25 m (hasta 30 m) de altura, aunque algunos individuos llegan a superar los 42 m de altura, su diámetro a la altura del pecho es de 35 a 40 cm (hasta 1 m) su corteza de color gris oscuro. Su copa es irregular, normalmente tiene forma de pirámide o de parasol, es de color verde grisáceo o verde ferroso. De hojas simples, alternas y puntiagudas,

con bordes aserrados, de color verde oscuro, miden unos 8 cm de largo por 5 cm de ancho, tienen forma elíptica, envés de color verde grisáceo o verde ferroso, tienen nerviación pronunciada y terminan en punta. La defoliación se da durante todo el año con diferente intensidad y alcanza su máxima en el mes de agosto antes de dar inicio al fenómeno de floración, y declina su intensidad en septiembre – octubre. Sus raíces producen retoños y poseen bacterias nitrificadoras. Las flores son unisexuales, están agrupadas en inflorescencias masculinas y femeninas en el mismo árbol (especie monoica); las flores masculinas son largas (5-12 cm), de color crema; mientras que las femeninas son cortas, de 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho, son de color verdoso y al madurar se tornan de color marrón. Presenta floración temprana (a partir del cuarto año) (Mosandl, Gunter, Stimm, & Weber, 2008). Su máxima intensidad de floración es en septiembre y en enero de fructificación. Sus frutos son conos pequeños de 1.5 a 2 cm de largo y 1.2 a 2 cm de ancho, con escamas leñosas persistentes de color marrón al madurar, cada cono contiene alrededor de 100 a 125 semillas. Las semillas son epigeas, planas, pequeñas de 0.65 a 1.34 mm de largo, de color café claro, cubierta blanda y aladas para facilitar su dispersión por el viento, se propaga por semillas, por hijuelos de raíz y estacas (Mahecha, Ovalle, Camelo, & Rozo, 2008).

2.2.1.3 Hábitat.

Es una especie tropical, distribuida desde el norte de México, hasta el norte de Argentina, generalmente a una altitud de 1200-3200 m snm. Se desarrolla en lugares húmedos y nublados, su rango de temperatura va desde 4 a 27°C. Es pionera de crecimiento rápido en áreas abiertas, tolera un amplio rango de climas y tipos de suelo. Se puede encontrar en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Prospera en las riberas de los ríos y en pendientes húmedas. Se desarrolla en áreas de nubosidad, con neblina frecuente (CATIE, 1995). En Ecuador se encuentra distribuido en toda la sierra, desde El Carchi hasta Loja, en las estribaciones de las cordilleras hacia la costa y la amazonia, en especial en la boca y ceja de montaña donde existe por lo general una gran condensación de neblina (Ludeña, 2012).

2.2.1.4 Usos.

Tiene gran importancia ecológica por su capacidad de fijar nitrógeno, mejorar la fertilidad del suelo impidiendo su erosión, favorece el establecimiento de otras especies, protege cuencas hidrográficas, mejora el establecimiento de pastos, por lo cual es usada en programas de reforestación y restauración ecológica (Jaramillo, Rodríguez , & Chemas , 1999). El abundante polen es un valioso alimento para las abejas, especialmente en invierno, cuando escasean otras fuentes. Desde el punto de vista comercial la madera se recomienda para la elaboración de tableros enlistonados, cajas livianas para empaques, lápices y pulpa de papel (CATIE, 2000). De su corteza se extraen taninos, utilizados en el curtido de cueros, su corteza en cocimiento se emplea contra la fiebre; sus hojas maceradas, calentadas en vinagre, se usan en cataplasma para aliviar inflamaciones, golpes, y para tratar el reumatismo, se planta en jardines, humedales y parques, también se usa como cerca viva (Mahecha *et al*; 2004 citado por Red Nacional de Jardines Botánicos. 2008)

2.2.2 *Handroanthus chrysanthus* (Grose, 2007).

2.2.2.1 Clasificación taxonómica



Grafico 3. *Handroanthus chrysanthus*

Fuente: (Tomás, 2013)

Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Bignoniaceae
Genero	<i>Handroanthus</i>

Especie *Chrysanthus*

2.2.2.2 Descripción botánica.

Árbol de 12 a 20 metros de altura, con un tronco fuerte, compacto, recto, cilíndrico y de aproximadamente 20-40 cm. de diámetro, de corteza áspera con grietas verticales profundas. La copa es medianamente extendida y globosa. La raíz presenta un sistema radicular grande y profundo. Las hojas son alternas, digitalmente compuestas, con cinco hojuelas oblongo-ovadas, de 6 a 12 cm de largo, envés áspero y ligeramente pubescente, márgenes enteros, ápice acuminado, base obtusa, caducifolias de color verde claro (Franco, 2003). La floración ocurre entre los meses de enero y abril, las flores son campanuladas, grandes, en grupos de inflorescencias terminales, de 5 cm de largo, de color amarillo claro con líneas rojas en el cuello (Navarrete & Orellana, 2007). La polinización se da por abejorros, abejas, avispas, colibríes. La fructificación ocurre entre los meses de febrero y junio, los frutos son capsulas alargadas, cilíndricas, angostas, de 15 a 30 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho (Pérez, 2002; González , García, & Correa, 2005), retorcidos con numerosas estrías a los lados, en estado de madurez presentan una tonalidad verde amarillenta. Las semillas son aladas, aplanadas de 1.5 a 2 cm de largo y 1cm de ancho, dispuestas en forma transversal dentro de la vaina (Díaz & Herrera, 2004)

2.2.2.3 Hábitat.

Es originaria de Centroamérica, se distribuye desde México hasta Venezuela, abundante en selvas medianas subcaducifolias, así como en valles de tierras bajas hacia las zonas de los pies de las montañas (Espinoza & Vargas, 2009). En Ecuador crece entre 0-2000 m snm, en las provincias de Bolívar, Chimborazo, El Oro, Esmeraldas, Guayas, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Pichincha y Sucumbíos (Jorgensen & León, 1999).

2.2.2.4 Usos.

Se la usa en arboricultura urbana y en cercas vivas, tiene gran capacidad de perdurar en bosques secos, además de favorecer el establecimiento de otras especies, por tanto es usada

en programas de reforestación y restauración ecológica. La madera es usada para ebanistería, mueblería, parquet, estructuras y construcciones rurales (Moto, 2005). Por otra parte, tiene diversos usos en medicina tradicional como antifúngico, antitumoral y anti-inflamatorio (Gentry, 1992), Las flores se usan en infusión como tratamiento de la hepatitis, la corteza en cocción ayuda a aliviar la osteoporosis (Moto, 2005).

2.3 Obtención del material

De marzo a abril del 2013 y de mayo a junio del 2014 se recolectaron frutos con semillas de *A. acuminata*, y en enero del 2013/14 se recolectaron frutos con semillas de *H. chrysanthus*, considerando la época de madurez fisiológica. Se seleccionaron dos procedencias para cada una de las especies tomando entre ocho a diez individuos por procedencia de acuerdo a su disponibilidad (Tabla 1). La colección se realizó considerando los datos fenológicos de cada especie, la cual a pesar de alterarse por distintos factores ambientales fue la mejor guía de la que se dispuso. Para la colección de los frutos se consideró cada árbol por separado, colectando únicamente los frutos y semillas del árbol, sin considerar el material del piso. Los frutos se trasladaron a las instalaciones de la UTPL para la extracción de sus semillas y de igual forma se realizaron todos los análisis de las semillas de cada individuo por separado. Los frutos y semillas colectados se almacenaron según los parámetros establecidos por las normas ISTA que se manejan en el banco de germoplasma de la UTPL. Una vez ingresado el material se registró y codificó cada individuo de forma secuencial de acuerdo a la fecha y lugar de colección. El análisis de semillas se realizó de acuerdo a las Reglas Internacionales de Análisis de Semillas (ISTA, 2007).

2.4 Análisis de calidad de semillas y frutos

En *A. acuminata* el análisis de calidad de las semillas se lo inició pasados cuatro a cinco días después de su colecta dependiendo del individuo, debido a que se esperó que los frutos cerrados se abran naturalmente para extraer las semillas. Mientras que en *H. chrysanthus* el análisis se inició una vez ingresado el material ya que los frutos se fueron abriendo manualmente. Tomando como referencia el protocolo de Seaton & Ramsay (2005), se mezclaron las semillas provenientes de diferentes frutos, pero pertenecientes a un mismo individuo.

2.4.1 Análisis de los caracteres morfológicos de semillas y frutos

- **RASGOS CUALITATIVOS DE LA SEMILLA Y EL EMBRION**, Para establecer el color de la semilla se usó los códigos de la carta de colores “MUNSELL COLOR CHARTS FOR PLANT TISSUES” (Munsel, 1975). Para determinar la forma, textura y consistencia (grosor de la testa) de las semillas, se tomó una muestra aleatoria de 10 semillas por especie y se las analizó de acuerdo a la nomenclatura de Moreno (1984). Para la disposición del embrión se tomó una muestra de 20 semillas por especie. Se realizó un corte longitudinal por su parte media y se hizo la observación estereoscópica del embrión. Esta, se realizó en base a la nomenclatura de Matin (1946).
- **PUREZA**, el parámetro de pureza solo se analizó en *A. acuminata*, por poseer semillas pequeñas y difíciles de limpiar (Kameswara, Hanson, Dulloo, Ghosh, Nowell, & Larinde, 2007). Se homogeneizó el lote de semillas extraídas de los frutos de cada individuo por separado, y después se extrajeron cuatro submuestras que se procedieron a pesar individualmente. Una vez registrado el peso de cada submuestra, se separaron los componentes en semillas puras, otras semillas y materia inerte mediante tamices de diferentes tamaños. Una vez separados los componentes se procedió a pesar la submuestra de semillas puras. Para el cálculo de pureza se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ de semillas puras} = \frac{P_p \times 100}{P_t}$$

Dónde:

P_p = es el peso de las semillas puras

P_t = es el peso total de la muestra

- **PESO**, se realizó por individuo y se pesó cuatro réplicas de 100 semillas cada una. El peso de 100 semillas permitió calcular el número de semillas/Kg mediante las siguientes fórmulas:

$$P_s = (P_{1-8}) / 8$$

Dónde:

P_s = Peso promedio (g)

P 1-8 = Peso acumulado de las muestras 1 a la 8

Luego:

$$Ns = (100 \text{ semillas} * 1.000 \text{ gr}) / Ps$$

Dónde:

Ns = N° de semillas por kilogramo

- **TAMAÑO DE SEMILLAS Y FRUTOS**, se tomó una muestra de 50 semillas por cada individuo de cada una de las especies separando además las procedencias. Se midió el largo, ancho y grosor en milímetros.
- Se tomó una muestra de 10 frutos por cada individuo de cada procedencia y especie y se midió el largo y ancho en centímetros mediante un calibrador Stainless Steel Vernier. Adicionalmente en *H. chrysanthus* se tomaron las medidas internas del fruto. Por otra parte se contaron las semillas por cada fruto para establecer parámetros del número de semillas en relación al fruto. Del total de semillas por fruto se separaron las semillas buenas de las malas, dentro de las malas se establecieron infectadas y vanas en el caso de *H. chrysanthus*.
- **CONTENIDO DE HUMEDAD (CH)**, se hicieron dos réplicas de aproximadamente 2g; se tomó el peso fresco de cada replica y se colocaron todas las réplicas en una estufa a una temperatura constante de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 17 ± 1 hora, pasado este tiempo se procedió a pesar inmediatamente las réplicas para luego hacer el cálculo respectivo con la siguiente fórmula:

$$\% CH = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

2.4.2 Análisis de la viabilidad de las semillas

- **GERMINACIÓN DE SEMILLAS**, por cada individuo de cada una de las especies y procedencias se hicieron 4 réplicas de 25 semillas cada una. Previo a la siembra se desinfectaron las semillas con alcohol al 70% por 30 segundos, seguido de enjuagues con agua destilada, luego se colocaron en cloro al 1% por 3 minutos y nuevamente se enjuagó con agua destilada. La siembra se realizó en cajas petri de vidrio de 15cm de diámetro, con papel absorbente previamente esterilizado. Se procedió a llevar las cajas

petri a un ambiente controlado con exposición a la luz de 12 horas y una temperatura constante de 23°C. Para mantener alta humedad las semillas se humedecieron cada dos días. Una vez iniciada la germinación, se registraron los datos diariamente para obtener la velocidad de germinación, considerando como semilla germinada a aquella cuya radícula haya emergido (ISTA, 2007).

-TEST DE TETRAZOLIO, Las semillas que no germinaron se evaluaron con el test de tetrazolio, para esto se preparó 500 ml de solución de Cloruro de Trifenil Tetrazolio al 1% y permanecieron por 18 horas en obscuridad a $\pm 35^{\circ}\text{C}$ (Bautista, 2012). Pasado el tiempo de exposición al TZ, en ambas especies se hizo un corte longitudinal y se observó el grado de tinción de las semillas. Se tomaron como semillas viables, aquellas que presentaron una coloración intensa en la mayor parte de los cotiledones y en el embrión, principalmente de su ápice, y como no viables, aquellas que no presentaban coloración o presentaron una coloración pálida en dicha estructura a pesar de presentar coloración en los cotiledones. Las heridas pueden causar coloración sin ser indicadores de viabilidad, por lo tanto la coloración de la zona del corte no se tuvo en cuenta para definir la viabilidad (Cárdenas, 2011).

2.5 Análisis de datos.

Los caracteres cuantitativos fueron analizados estadísticamente mediante “box plot”. También se establecieron asociaciones entre rasgos cuantitativos con la prueba de correlación de Pearson y GLM, estos análisis estadísticos fueron realizados en el entorno R (R Core Team., 2013).

CAPÍTULO 3.

RESULTADOS

3.1 Análisis de los caracteres morfológicos de semillas y frutos de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

3.1.1 Rasgos cualitativos

Rasgos cualitativos de las semillas y embriones de *A. acuminata*.

Las semillas de La Argelia y Rumishitana presentaron color café claro, forma elíptica y aplanada, con textura lisa y testa muy fina (Gráfico 4). El embrión ocupa toda la semilla, es blanco amarillento, recto y se encuentra invertido, con cotiledones carnosos, lisos, internamente planos y externamente convexos, no se observó la presencia de endospermo (Gráfico 5).



Gráfico 4. Semillas de *A. acuminata*

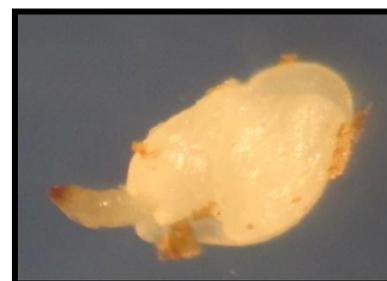
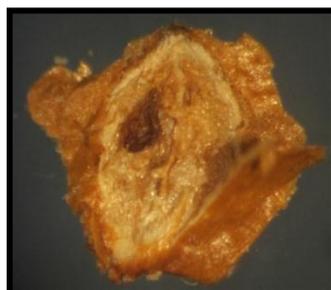


Gráfico 5. Embrión de *A. acuminata*

Rasgos cualitativos de las semillas y embriones de *H. chrysanthus*.

Las semillas de Jipiro y Virgenpamba presentaron color amarillo grisáceo, forma alada y aplanada, con una textura lisa y testa fina (Gráfico 6). El embrión es acorazonado, invertido, de color blanco crema, con cotiledones carnosos y lisos que ocupan toda la semilla, no se observó la presencia de endospermo (Gráfico 7).



Grafico 6. Semillas de *H. chrysanthus*



Grafico 7. Embrión de *H. chrysanthus*

3.1.2 Pureza de semillas

Pureza de semillas de *A. acuminata*

Se determinó que en la procedencia de Rumishitana hay un porcentaje más alto de pureza entre todos los individuos analizados (69,25%) que fluctúa entre 55,99 a 87,40% y en la procedencia de La Argelia hay un porcentaje menor de pureza entre los individuos analizados (52,14%) que fluctúa entre 22,56 a 93,51% (Gráfico 8).

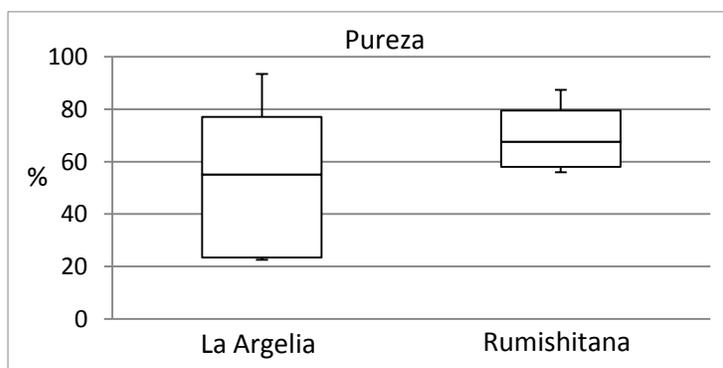


Grafico 8. Pureza de semillas de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana

Como ya se mencionó en la metodología no se evaluó la pureza de *H. chrysanthus*.

3.1.3 Peso de semillas

Peso de semillas de *H. chrysanthus*

Se determinó que el peso de 100 semillas es mayor entre los individuos de Virgenpamba fluctuando entre 2.21 a 7.43 gr y menor entre los individuos de Jipiro fluctuando entre 1.3 a 2.84 gr (Gráfico 9). En ambas procedencias se observó una relación inversa entre el peso de las

semillas y el número de semillas por kilogramo (Gráfico 10); en los individuos de Virgenpamba se obtuvo un promedio de 22.682,11 semillas/Kg, mientras que en los individuos de Jipiro se obtuvo un promedio de 49.214,71 semillas/Kg.

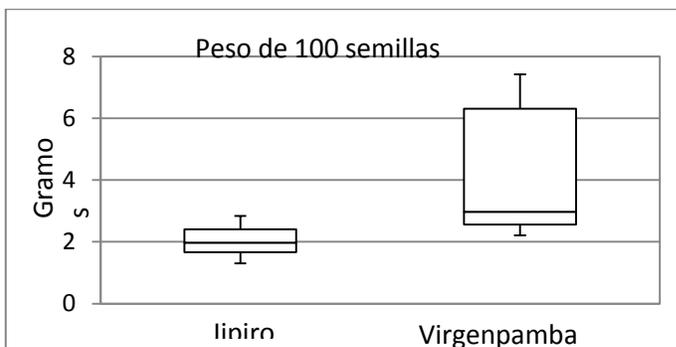


Gráfico 9. Peso de 100 semillas de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba

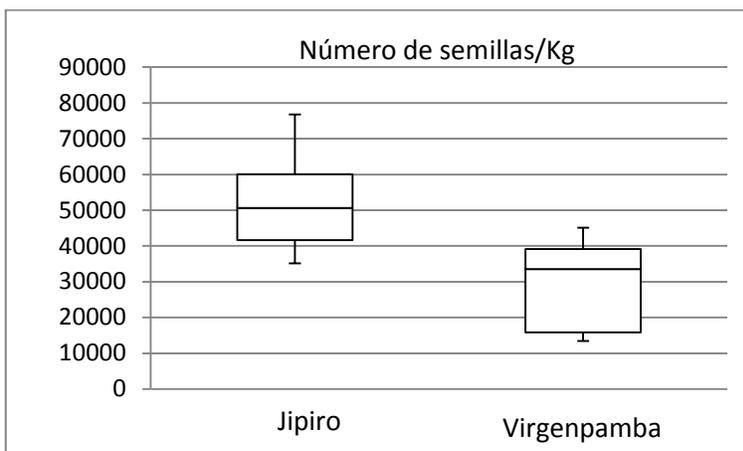


Gráfico 10. N0 semillas/Kg de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba

Peso de semillas de *A. acuminata*

El peso de 100 semillas en los individuos de Rumishitana fluctuó entre 0.02 a 0.04 gr. y en los individuos de La Argelia fluctuó entre de 0.02 a 0.05 gr. (Gráfico 11). En ambas procedencias se presentó igual peso de 100 semillas con un valor de 0.03 gr., sin embargo el número de semillas por kilogramo varió entre procedencias, siendo menor los individuos de Rumishitana con un promedio de 289.8151,70 semillas/Kg y mayor en los individuos de La Argelia: 2'921.840,75 semillas/Kg (Gráfico 12).

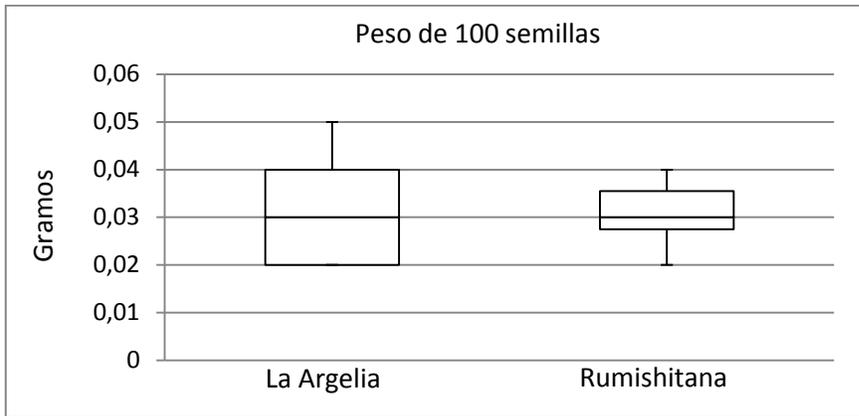


Grafico 11. Peso de 100 semillas de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana.

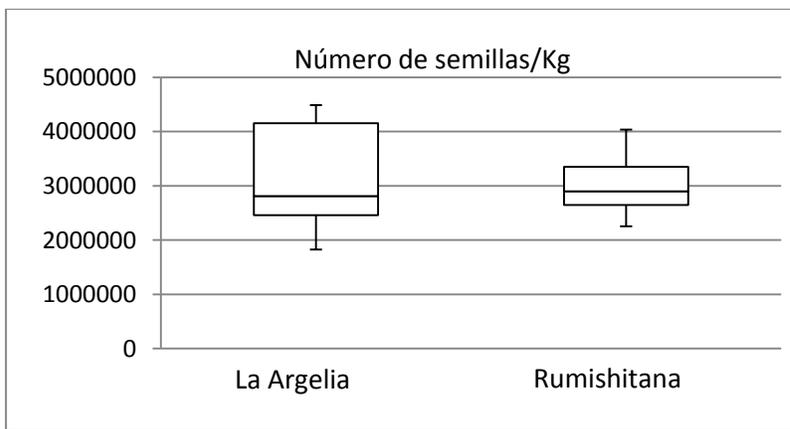


Grafico 12. Número de semillas/Kg de *A. acuminata* La Argelia y Rumishitana

3.1.4 Tamaño de las semillas y frutos

Semillas de *H. chrysanthus*

El tamaño de las semillas es mayor entre los individuos de Virgenpamba, y es menor entre los individuos de Jipiro como se aprecia en el gráfico 13.

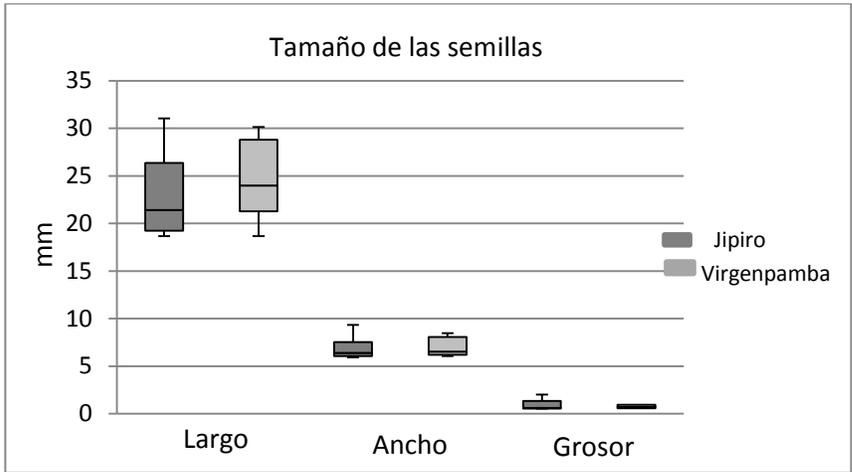


Gráfico 13. Tamaño de semillas de *H. chrysanthus* Jipiro y Virgenpamba

Existió heterogeneidad en el tamaño de las semillas entre los individuos de Jipiro y Virgenpamba, se encontró semillas con Largo: 19.81 a 30.14mm; Ancho: 6.05 a 8.46mm; y Grosor: 0.54 a 1mm entre los individuos de Virgenpamba, y semillas con Largo: 18.65 a 31.05mm; Ancho: 5.92 a 9.33mm; y Grosor: 0.52 a 2mm entre los individuos de Jipiro, es decir que las semillas de Jipiro tuvieron menor tamaño; pero una más amplia distribución de las frecuencias de largo, ancho y grosor en comparación con Virgenpamba (Gráfico 14).

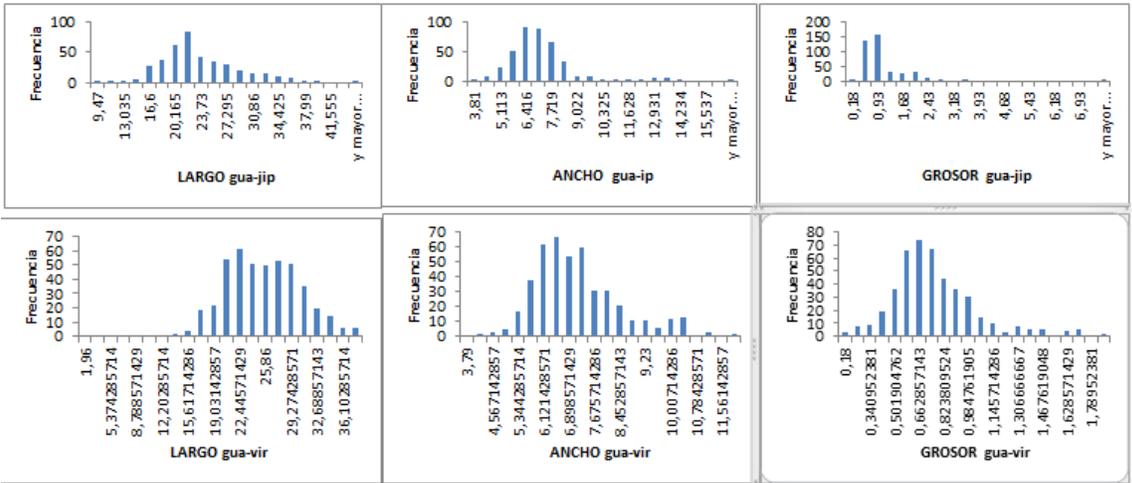


Gráfico 14. Diagrama de frecuencias del tamaño de semillas de *H. chrysanthus*.

Gua: Guayacán; **Jip:** Jipiro; **Vir:** Virgenpamba.

Frutos de *H. chrysanthus*

El largo externo del fruto de los individuos de Virgenpamba fluctúa entre 27.98 a 45.57cm conteniendo entre 40 y 238 semillas; mientras que entre los individuos de Jipiro fluctúa de 22.19 a 31.55cm, conteniendo entre 41 a 157 semillas (Gráficos 15 y 16). Se consideraron las medidas externas e internas del fruto para conocer el espacio que ocupan las semillas y se evidenció que todos los frutos independientemente de su tamaño y del número de semillas, tienen en promedio un espacio de $3,5 \pm 0,2$ cm entre la vaina interna y externa. En ambas procedencias se encontraron semillas de mala calidad (vanas, infectadas o con insectos). En Virgenpamba se encontró un 33% y en Jipiro un 25% de semillas vanas.

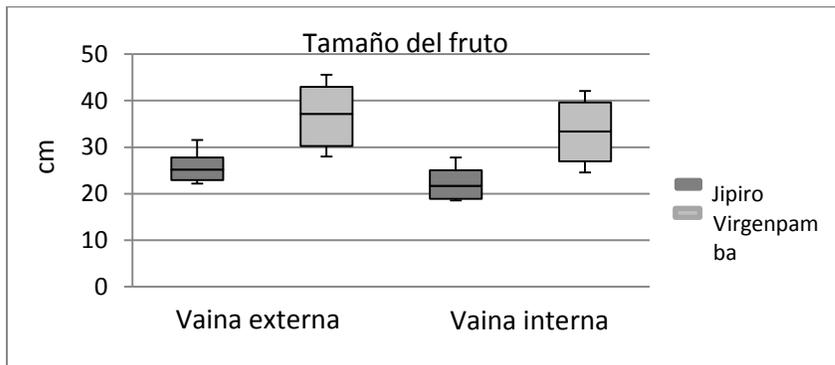


Gráfico 15. Tamaño del fruto de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba

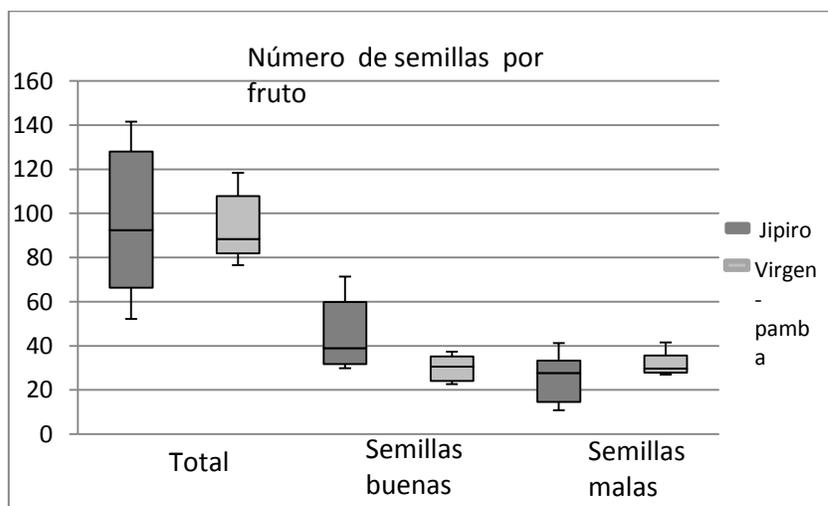


Gráfico 16. Número de semillas por fruto de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba

Semillas de *A. acuminata*

El tamaño de las semillas es un poco mayor en los individuos de la procedencia de La Argelia sobretodo en el largo y ancho; y menor en los individuos de Rumishitana (Gráfico 17).

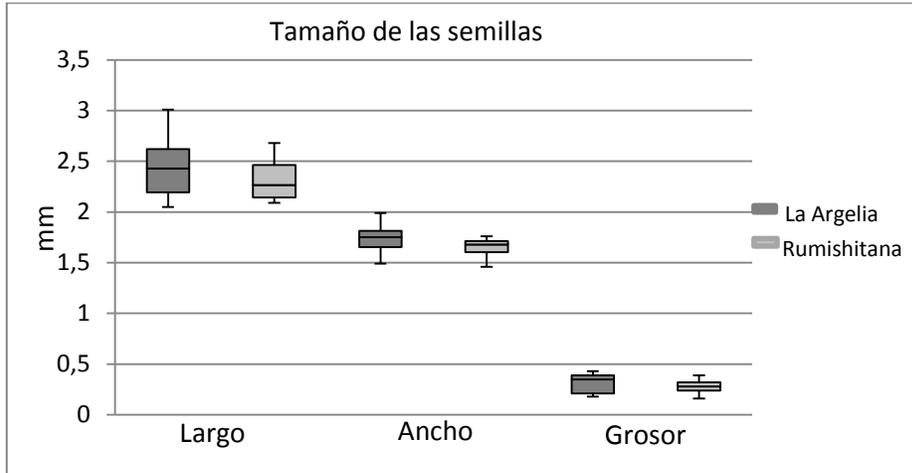


Gráfico 17. Tamaño de semillas de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana.

Existió heterogeneidad en el tamaño de las semillas de los individuos entre La Argelia y Rumishitana, se encontraron semillas desde L: 2.05 a 3.05mm; A: 1.49 a 1.99mm; y G: 0.18 a 0.43mm en La Argelia, y desde L: 2.09 a 2.68mm; A: 1.46 a 1.76mm; y G: 0.16 a 0.39mm en Rumishitana. Por tanto en los individuos de La Argelia se observa una más amplia distribución de las frecuencias de largo, ancho y grosor en comparación con las semillas de distintos individuos de Rumishitana (Gráfico 18).

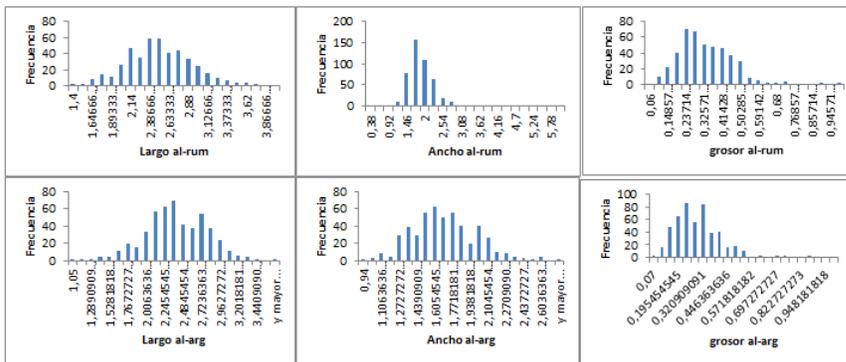


Gráfico 18. Diagrama de frecuencias del tamaño de semillas de *A. acuminata*

Al: Aliso; **Rum:** Rumishitana; **Arg:** Argelia

Frutos de *A. acuminata*

El tamaño del fruto en los individuos de La Argelia varía de Largo: 15.09 a 20.46mm; Ancho: 7.62 a 11.08mm conteniendo hasta 152 semillas; mientras que en los individuos de Rumishitana fluctúa entre Largo: 12.67 a 19.32mm; Ancho: 6.57 a 11.48mm conteniendo hasta 155 semillas. (Gráficos 19 y 20). En ambas procedencias se encontraron semillas de mala calidad (vanas, infectadas o con insectos), encontrándose en Rumishitana 32% y en La Argelia 22%.

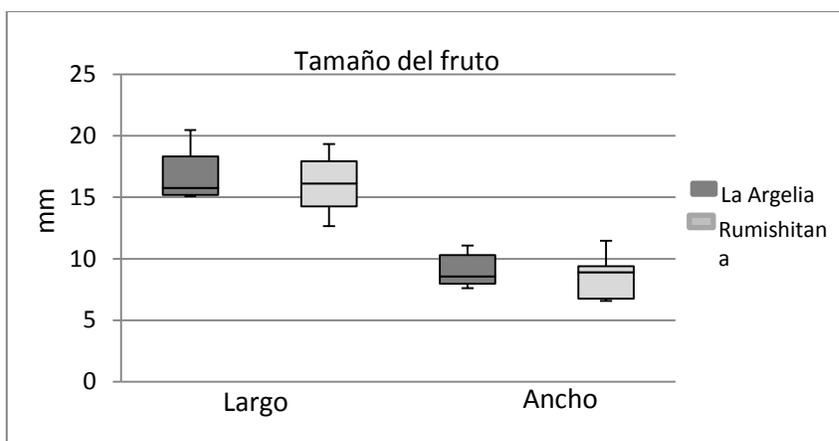


Gráfico 19. Tamaño del fruto de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana

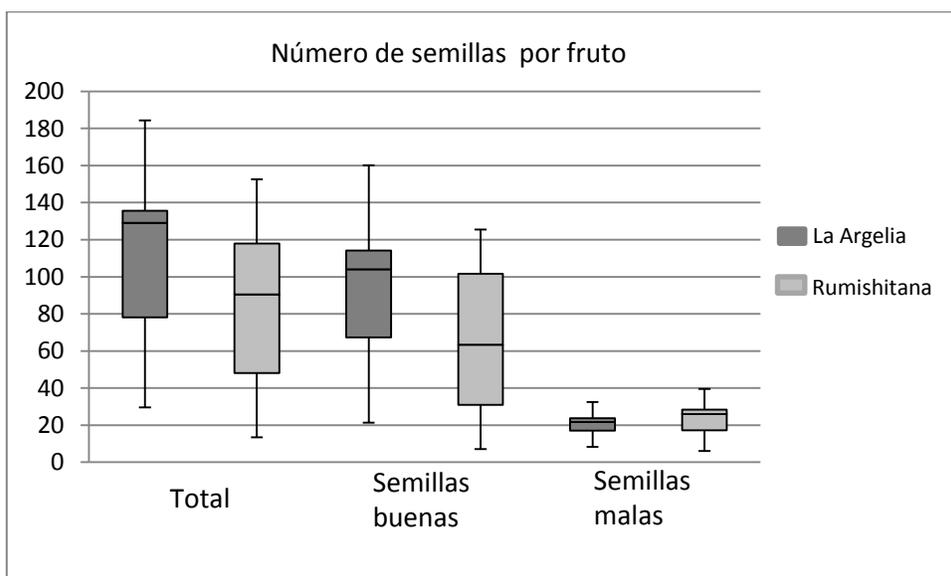


Gráfico 20. Número de semillas por fruto de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana

3.1.5 Contenido de humedad

Contenido de humedad de *A. acuminata*

El contenido de humedad de las semillas de cada individuo de Rumishitana es mayor (17,21%), que en La Argelia (12%). Estos valores podrían estar insinuando que esta especie es ortodoxa. (Gráfico 21).

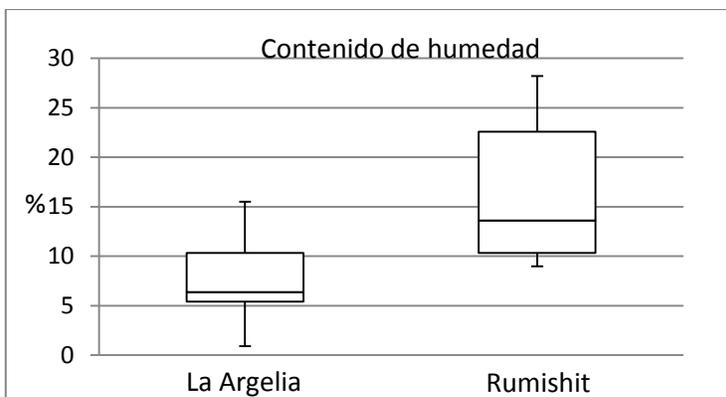


Gráfico 21. CH de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana

Contenido de humedad de *H. chrysanthus*

El contenido de humedad de las semillas es similar entre los individuos de Virgenpamba (10,78%) y entre los individuos de Jipiro (10,1%), estos bajos porcentajes de humedad podrían clasificar a *H. chrysanthus* como especie ortodoxa. (Gráfico 22).

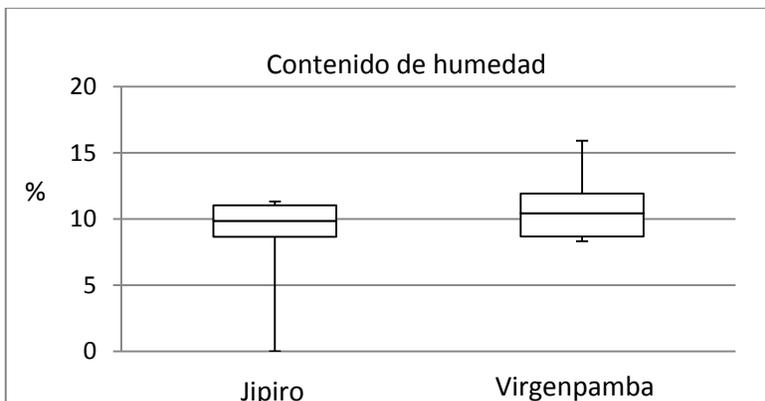


Gráfico 22. CH de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba.

3.2 Análisis de viabilidad de las semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

Germinación de *A. acuminata*

El porcentaje germinativo fue bajo en ambas procedencias, siendo 13,12% entre los individuos de Rumishitana y de 10,27% entre los individuos de La Argelia (Gráfico 23).

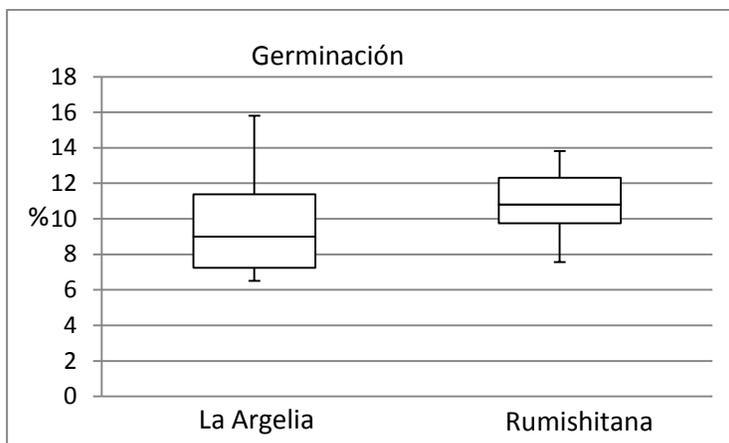


Gráfico 23. Germinación de *A. acuminata* de La Argelia y Rumishitana

El gráfico 24 muestra que la velocidad de germinación de las semillas se dio desde el primero al quinceavo día tanto entre los individuos de La Argelia como entre los individuos de Rumishitana, es decir que el tiempo de germinación fue el mismo entre procedencias.

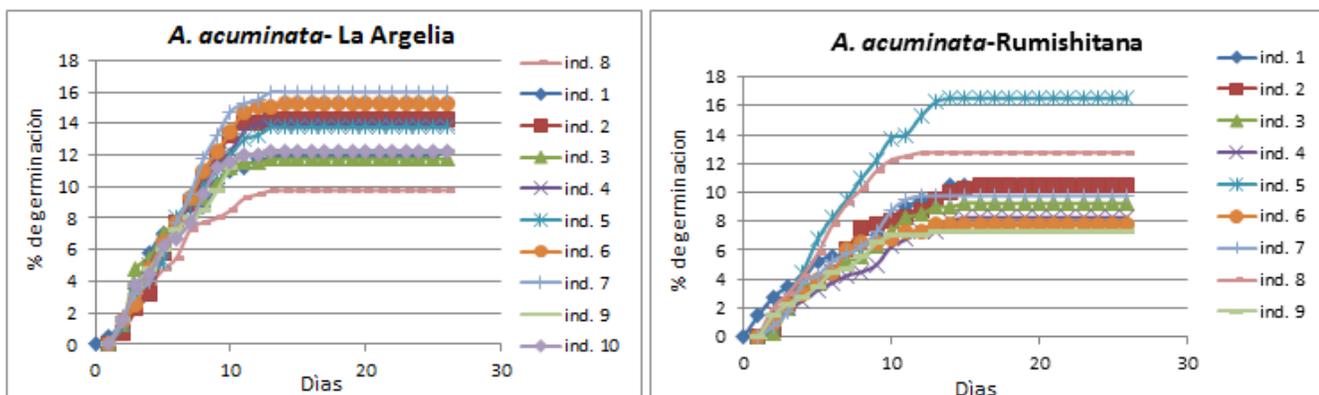


Gráfico 24. Curvas de germinación de *A. acuminata*

Viabilidad de *A. acuminata*

Al hacer la tinción de las semillas no germinados con tetrazolio no se obtuvo ningún resultado de semillas teñidas, por lo cual el porcentaje de viabilidad se mantiene igual que el resultado observado en la germinación.

Germinación de *H. chrysanthus*

Los porcentajes de germinación fueron bajos en ambas procedencias y con alta variación entre individuos, entre los individuos de Virgenpamba es: 12,18% y entre los individuos de Jipiro es 10,96% (Gráfico 25).

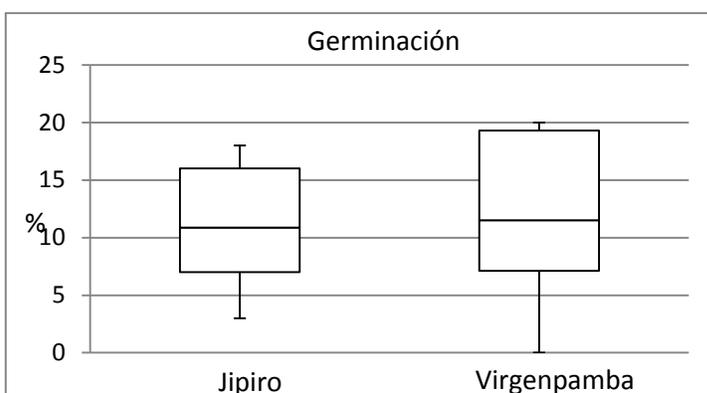


Gráfico 25. Germinación de *H. chrysanthus* de Jipiro y Virgenpamba

El gráfico 26 muestra que la velocidad de germinación de las semillas se dio desde el 1 al 13 día en los individuos de Jipiro y Virgenpamba, es decir que no hubo diferencia en el tiempo de germinación entre los individuos de cada procedencia.

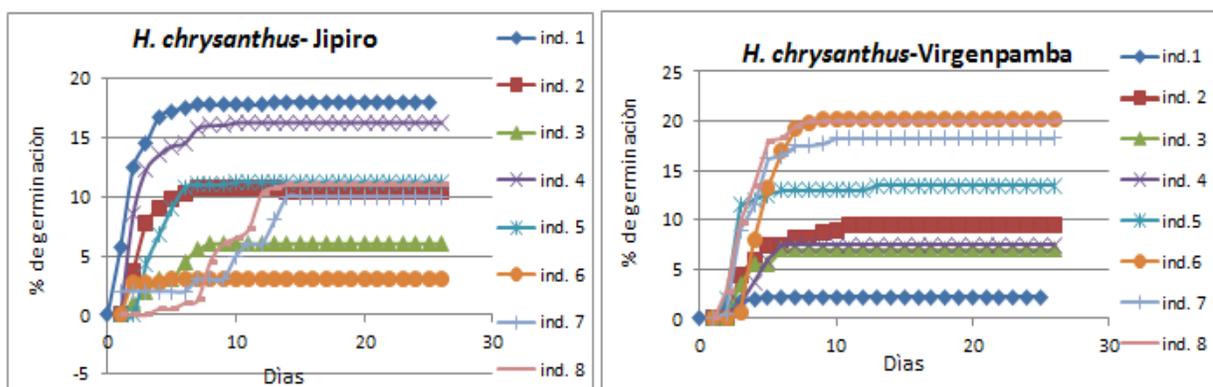


Gráfico 26. Curvas de germinación de *H. chrysanthus*

Viabilidad de *H. chrysanthus*

Al hacer la tinción de las semillas no germinados con tetrazolio no se obtuvo ningún resultado de semillas teñidas, por lo cual el porcentaje de viabilidad se mantiene igual que el resultado observado en la germinación.

3.3 Relación entre las variables de calidad de semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

En la tabla 2 se muestra la relación que guardan algunas variables morfológicas, en *H. chrysanthus* los individuos de Jipiro muestran frutos más largos con semillas más pesadas pero en menor número, los individuos de Virgenpamba en cambio, tienen frutos más largos con semillas más anchas y más pesadas, así también las semillas más largas tienen mayor peso. Por otro lado, los individuos de *A. acuminata* de La Argelia muestran una relación entre el largo del fruto y el largo de sus semillas, es decir que los frutos más largos tienen semillas más largas.

Tabla 2. Correlación de las variables morfológicas de semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

Variables	<i>H. chrysanthus</i> JIPIRO		<i>H. chrysanthus</i> VIRGENPAMBA		<i>A. acuminata</i> ARGELIA		<i>A. acuminata</i> RUMISHITANA	
	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor
flar/sfnum	-0,8815283	0.003796	-0.2238667	0.5626	0.6019342	0.08634	0.2494419	0.487
flar/slar	0,49195714	0.2156	0.5283722	0.1436	0.8187033	0.006962	0.5661498	0.08799
flar/sanc	0.49501203	0.2123	0.6842132	0.04207	0.005044463	0.9897	0.2544728	0.478
flar/svol	0.530533	0.1761	0.6537277	0.05617	0.2135057	0.5812	0.2378423	0.5082
flar/peso	0.9024449	0.002155	0.5587997	0.1178	0.255707	0.5066	0.4837709	0.1566
peso/svol	0.6328587	0.09215	0.6823855	0.04284	-0.2095783	0.5884	0.4086083	0.241
peso/slar	0.6471528	0.08281	0.80161	0.009375	0.2849517	0.4574	0.3248544	0.3597

Flar: largo del fruto; sfnum: número de semillas por fruto; slar: largo de las semillas; sanc: ancho de las semillas; sgro: grosor de las semillas; svol: volumen de las semillas.

Se encontró que las semillas de *H. chrysanthus*, tienen una relación positiva entre el peso y contenido de humedad, en otras palabras, las semillas de mayor peso tienen mayor contenido de humedad, lo que puede darnos pautas para una mejor selección de semillas con características que aseguren su éxito germinativo. Mientras que las semillas de *A. acuminata* tienen una relación negativa entre el peso y el contenido de humedad (Tabla 3). No se encontraron relaciones significativas entre los demás rasgos estudiados.

Tabla 3. Correlación entre el contenido de humedad y el peso de semillas de ambas especies

Especie	Variables	Estimación	Error estándar	P Valor
<i>H. chrysanthus</i>	Peso/CH	0,4664	0,2595	0,05
<i>A. acuminata</i>	Peso/CH	-19,26541	9,80054	0,01

CH: contenido de humedad.

No se encontró influencia sobre la germinación al relacionarla con factores como la procedencia, el peso y el volumen de las semillas. Sin embargo según la procedencia en el caso de *H. chrysanthus* si se obtuvo mayor germinación en la procedencia Virgenpamba (Tabla 4).

Tabla 4. Relación entre la germinación con varios factores (procedencia, peso y tamaño) en las dos especies manipuladas

Variables	<i>H. chrysanthus</i> JIPIRO		<i>H. chrysanthus</i> VIRGENPAMBA		<i>A. acuminata</i> ARGELIA		<i>A. acuminata</i> RUMISHITANA	
	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor	Coefficiente de correlación	P Valor
ger/procedencia	0,65	0,05	1,73	0,001				
ger/volumen	0,04	0,91	-0,14	0,70	0,37	0,31	0,12	0,74
ger/peso	0,31	0,45	-0,45	0,21	0,37	0,31	-0,44	0,19

Ger: germinación

CAPÍTULO 4.

DISCUSION

4.1 Evaluación morfológica de semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

A. acuminata y *H. chrysanthus* se caracterizaron por tener semillas con cubierta blanda que al poseer esta característica puede absorber mejor y mayor cantidad de agua para iniciar su proceso germinativo, a diferencia de las especies con semillas de testa dura que generan latencia física impidiendo el paso del agua (Baskin & Baskin, 2014). Otra característica que comparten *A. acuminata* y *H. chrysanthus* es poseer semillas aplanadas, y aladas en el caso de *H. chrysanthus*, como una forma de adaptación que les permite tener una dispersión exitosa (Abraham de Noir, Bravo, & Abdala, 2002). Sin embargo, muchas veces no es tanto el proceso de dispersión lo que determina la forma de las semillas sino las limitaciones de espacio dentro del fruto, sobre todo en especies que contienen gran cantidad de semillas por fruto, tal es el caso de *A. acuminata* y *H. chrysanthus* (Gold, Leon, & Way, 2004). El embrión de *A. acuminata* tiene una disposición axilar espatulada, con cotiledones expandidos y plúmula diferenciada y el embrión de *H. chrysanthus* es recto con cotiledones expandidos y localizado en la base de la semilla. Las dos especies carecen de endospermo y por tanto son los cotiledones quienes cumplen la función de almacenamiento de reservas lo cual podría ayudar a acelerar la germinación puesto que el endospermo puede constituir una barrera para el crecimiento del embrión como sucede en otras especies (Baskin & Baskin, 2005; Yan, Duermeier, Leoveanu, & Nambara, 2014), además de que los embriones pequeños requieren un extenso período de crecimiento para la germinación (Baskin & Baskin, 2005; Vandeloos, Verdu, & Honnay, 2012). Las semillas de *A. acuminata* presentaron algunas impurezas por lo cual su manejo debe ser muy cuidadoso para evitar problemas de hongos que estas puedan generar (Poulsen, 1994). También es importante tenerla presente a la hora de calcular el volumen de semillas y al usarla en programas de reforestación, puesto que esto puede subir los costos (Romero, 1990).

La variación observada en el tamaño de las semillas tanto entre individuos como entre procedencias de *H. chrysanthus* y *A. acuminata* se puede deber a que sus individuos están sujetos a distintas condiciones ambientales, tales como temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes, o inclusive factores genéticos y de cambios fenológicos de los individuos (Milberg, Andersson, Elverson, & Regnér, 1996). Una especie puede presentar semillas con tamaños muy variables dentro de las poblaciones y dentro de un mismo individuo (Harper, 1977); por ejemplo *H. chrysanthus*, tiene una amplia variación en el tamaño de las semillas de Jipiro y poca variación en las semillas de Virgenpamba, esta variación en el tamaño en principio facilita la dispersión, viabilidad, germinación, emergencia, supervivencia y habilidad competitiva de las

semillas (Harper & Obeid, 1967), *A. acuminata*, por su parte tiene mayor variación en el largo y ancho de las semillas entre los individuos de La Argelia y menor variación entre los individuos de Rumishitana, lo que podría significar que en La Argelia, las semillas tienen una mejor estrategia de permanencia en un ambiente natural (Venable, 1992; Geritz, 1995; Rojas, Aréchiga, & Batis, 2001), ya que la variación en el tamaño de las semillas asegura una mejor adaptabilidad y supervivencia de las semillas (Venable, 1992; Milberg, Andersson, Elverson, & Regnér, 1996).

4.1.1 Relación entre caracteres morfológicos de las semillas de *H. chrysanthus* y *A. acuminata*

En *H. chrysanthus* de Jipiro, los frutos más largos presentan menor cantidad de semillas por fruto, mientras que en los de Virgenpamba sucede lo inverso, este tipo de variaciones ya han sido reportadas en la familia Bignoniaceae (Mazzani & Allievi, 1981; Rubio *et al.*, 2011). Si a esto le adicionamos las respuestas de germinación, se determinó que las semillas de Virgenpamba tuvieron mejor germinación lo cual podría ser un indicador de que los frutos que no invierten tanto en el número de sus semillas invierten más energía en la capacidad germinativa de estas (CITA). Otra observación fue que las semillas que se ubican en el centro del fruto muestran mejores características en tamaño y peso que las que se ubican a los extremos del fruto (Gutterman, 1992; Eriksson, 1999).

Por otro lado, en *A. acuminata* aunque los frutos más largos tienen mayor número de semillas en las dos procedencias, en La Argelia los frutos más largos presentaron las semillas más largas, esto ya ha sido reportado por Montes, Vallejo, & Baena (2004). La variación del tamaño y peso de las semillas de las dos especies, puede ser resultado de la adaptación que tiene cada individuo para lograr una dispersión exitosa de sus semillas o puede deberse a la distribución espacial que tiene cada semilla dentro del fruto siendo conveniente modificar el tamaño y la morfología de las mismas (Uribe, Sáenz, González, Téllez, & Oyama, 2008). Por otro lado, la variación encontrada en el número de semillas por fruto podría ser una ventaja al momento de establecerse en un determinado sitio, ya que los frutos que tienen varias semillas muestran mayor probabilidad de contener por lo menos una semilla madura, viable y que logre sobrevivir (Dalling, 2002).

4.2 Análisis de calidad de semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus*

El bajo contenido de humedad observado en las semillas de *H. chrysanthus* y *A. acuminata*, nos podría hacer suponer que son especies ortodoxas (menor 20 % de CH) (Quinapallo & Velez, 2013; Alvarado & Encalada, 2010; Chamba *et al.*, 2015), sin embargo por ensayos de viabilidad con tetrazolio se pudo evidenciar baja viabilidad de las semillas, lo cual nos lleva a establecer que hacen falta muchos más estudios para definir su estado de ortodoxas o recalcitrantes. La rápida pérdida de viabilidad también podría estar relacionada con el CH, que al ser elevado puede resultar perjudicial para muchas semillas, ya que incrementa la tasa de respiración induciendo a una rápida infección con insectos, microorganismos y hongos (FAO, 2011; Bautista, 2012).

La velocidad de germinación fue acelerada en comparación a otras investigaciones, en las que se ha reportado un periodo de 5 a 30 días en *H. chrysanthus* (MAE, 2012) y de 5 a 45 días en *A. acuminata*. Por otro lado la baja germinación en las dos especies puede deberse a los altos niveles de contaminación por hongos y bacterias que se observó durante el periodo germinativo, lo cual puede inducir la pudrición de los embriones, evitando la germinación de las semillas (Rojas & Torres, 2008; Alvarado y Encalada, 2008). Sin embargo, se ha reportado que al someter a las semillas a condiciones controladas en el proceso germinativo como: diferentes niveles de temperatura, separación de semillas de acuerdo al tamaño, aireación, humedad, etc., puede alcanzarse hasta un 90% de germinación, como lo reportó Quinapallo & Velez (2013) en semillas de *H. chrysanthus*. En *H. chrysanthus* se evidenció que las semillas más largas y anchas tienen mayor germinación lo que puede deberse a que las semillas grandes poseen cotiledones de mayor tamaño y generan mayor éxito germinativo que las semillas pequeñas (Banovetz & Scheiver, 1994; Celis *et al.*, 2010). En *A. acuminata* no se observa la influencia de factores morfológicos de la semilla sobre su germinación, pudiendo deberse a que presenta semillas muy pequeñas y por tanto es probable que la cantidad de recursos almacenados no sea significativa y no influya directamente en la capacidad de germinación (Tripathi & Khan, 1990).

CONCLUSIONES

- Los resultados mostraron que existe gran variabilidad en la morfología y germinación de las semillas de ambas especies, tanto entre individuos como procedencias. Esta variación podría ser la que permite tolerar las diversas condiciones de estrés ambiental como temperatura, humedad, iluminación entre otras, generando en las semillas ventajas y desventajas al momento de dispersarse y germinar.
- En las dos especies manipuladas no se evidencia influencia del tamaño de las semillas, ni de la procedencia, ni del peso sobre su capacidad germinativa, a pesar de todas las variaciones observadas en esas variables.
- Los resultados aportan con información fundamental para mejorar nuestra comprensión del rol ecológico de las semillas de *A. acuminata* y *H. chrysanthus* y a su vez generar indicadores morfológicos de para el tratamiento y conservación *ex situ* de estas especies.

RECOMENDACIONES

- Para evitar contaminación al momento de evaluar la germinación, a más de cumplir todas las normas de asepsia se sugiere hacer el riego de las semillas con una solución antifúngica, la cual no afecta el proceso germinativo.
- Se debe realizar más investigaciones para establecer el estado de las semillas como ortodoxas o recalcitrantes, todo esto como una fase previa a la conservación de estas especies.
- Sería conveniente separar las semillas por tamaño antes de iniciar la prueba de germinación para conocer más del comportamiento ecológico de las semillas de estas dos especies.
- Realizar más estudios sobre la calidad de las semillas y su capacidad germinativa en especies nativas, ya que aunque en esta investigación se reportaron bajos niveles de germinación existen reportes que dicen lo contrario, por tanto podría ser importante incluir factores como época de recolección, tiempo que pasa después de la recolección y siembra de semillas, entre otros factores que podrán influir sobre la germinación de las semillas.

BIBLIOGRAFIA

- Abraham de Noir, F., Bravo, S., & Abdala, R. (2002). *Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano*. Argentina: Revista de Ciencias Forestales, núm. 9, diciembre, 2002 Universidad Nacional de Santiago del Estero.
- Aguirre, Z., & Delgado, T. (2005). *Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja*. Quito, Ecuador : EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco.
- Albán, M. A. (2010). *Áreas protegidas y deforestación*. Ecuador: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.
- Alexander, H., Cummings, C., Kahn, L., & Snow, A. (2001). *Seed size variation and predation of seeds produced by wild and crop-wild sunflowers*. American Journal of Botany.
- Alvarado, C., & Encalada, D. (2010). Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semillas, de seis especies forestales nativas en bosque tropical montano, potenciales para la reforestación en la estación científica san francisco (ecsf). Loja, Ecuador.: área agropecuaria y de recursos naturales renovables, Universidad Nacional de Loja.
- Banovetz, J., & Scheiver, S. (1994). *The effects of seed mass on the seed ecology of Coreopsis lanceolata*. Estados Unidos.
- Baskin, C., & Baskin, J. (2005). *Underdeveloped embryos in dwarf seeds and implications for assignment to dormancy class*. Science Research, 15, 357-360.
- Baskin, C., & Baskin, J. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography and evolution of Dormancy and Germination (2nd Ed.)*. . Kentucky, USA: Elsevier.
- Bautista, A. A. (2012). *MANUAL DE ENSAYOS DE SEMILLAS FORESTALES*. Zaragoza, Mexico: Secretaría de Medio Ambiente Gobierno del Estado de Coahuila.
- Becerra, A., Zak, M., Horton, T., & Micolini, J. (2005). *Ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal colonization of Alnus acuminata from Calilegua National*. Argentina.
- BIOCOMERCIO SOSTENIBLE, B. (2003). *Estudio del mercado colombiano de semillas forestales*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Bonfil, C., & Soberón, J. (1999). *Quercus rugosa seedling dynamics in relation to its reintroduction in a disturbed Mexican landscape*. México: Applied Vegetation science.
- Bussmann, R. (2001). *The mountain forests Reserva Biológica San Francisco (Zamora Chinchipe, Ecuador) vegetation zonation and Natural regeneration*. Zamora Chinchipe, Ecuador: ERDE.

- Calderón, S. (2008). *Política y estrategia Nacional de Biodiversidad, 2001-2010*. Quito, Ecuador.
- CÁRDENAS, J. (2011). *Morfología y tratamientos pregerminativos de semillas de granadilla (Passiflora ligularis Juss)*. Colombia: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia.
- CATIE, (. A. (2000). *Nota Técnica N°18 – Alnus acuminata Kunth. Pág. 35-36*.
- CATIE, C. A. (1995). *Alnus acuminta ssp. Especie de uso multiple en America Central*. Turrialba, Costa Rica : Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Enseñanza .
- Celis, R., Peña, B., Luna, M., & Aguirre, J. (2010). *Caracterización morfológica de las semillas y consumo de reservas durante la emergencia de plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) silvestre y domesticado* . Mexico: Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luís Potosí. Altaír 200, Col. Del Llano, San Luís Potosí, SLP. México.
- Chamba, P., Eras, V., Gonzalez, D., Michala , J., Minchala, L., Yaguana, M., y otros. (2015). *Fenología y calidad de semillas de tres especies forestales nativas, promisorias del bosque seco, provincia de Loja*. Loja, Ecuador: Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja. Tesis UNL.
- Correa, J. (2002). *Fisiología de semillas y plántulas*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Cueva, J., & Chalán, L. (2010). *Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo de la Provincia de Loja. Informe Técnico*. Loja, Ecuador: Departamento de Sistemas de Informacion Geografica de Naturaleza & Cultura Internacional.
- Dalianis, C. (1980). *Effect of temperature and seed size on speed of germination, seedling longation and emergence of berseen and Persian clover (Trifolium alexandrinum and T. resupinatum)*. Seed Science and Technology.
- Dalling, J. (2002). *Ecología de semillas*. . Costa Rica: n M. Guariguata & G. Kattan (Eds.), Ecología y conservación de bosques neotropicales (pp. 346-375). Ediciones LUR.
- Dávila, R. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la Provincia de Loja*. Loja, Ecuador: Prefectura de Loja.
- Díaz, B., & Herrera, M. (2004). *Caracteres morfológicos en la selección de semilla de haba en la sierra norte de Puebla*. Puebla, Mèxico: Revista Fitotecn.
- Donelan, P. (2009). *Cultivo de Semillas*. Estados Unidos: Ecology Action. Tercera Edicion.
- ECOPAR, C. p. (2002). *Identificación y selección de fuentes semilleras de especies nativas de la región Costa del Ecuador*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Ecuador.

- Eriksson, O. (1992). *Seed size variation and its effect on germination and seedling performance in the clonal herb Convallaria majalis*. Acta Oecologica .
- Eriksson, O. (1999). *Seed size variation and its effect on germination and seedling performance in the clonal herb Convallaria majalis*. Acta Oecologica .
- Espinoza, A., & Vargas, W. (2009). *Control orgánico de insectos defoliadores en dos especies de árboles ornamentales Guayacán amarillo (Tabebuia caribaea), y Guayacán rosado (Tabebuia heterophylla)* . Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias.
- FAO. (2011). *Manual técnico: Semillas en emergencias*. . Roma, Italia: Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal 2002.
- Ferreira, R., & Cunha, M. (2000). *Aspectos morfológicos de sementes, plântulas e desenvolvimento da muda de craibeira (Tabebuia caraiba (Mart.) Bur.)*. Brasil: Revista Brasileira de Sementes.
- FOSEFOR. (2003). *Propagación y beneficios de la Tara. Proyecto Clasificación de fuentes semilleras para el aprovechamiento*. Cajamarca, Perú.
- Franco, A. (2003). *Ecophysiology of woody plants*. New York, EE.UU: Columbia University Press. .
- Funes , G., Baconcelo, S., Díaz, S., & Cabido, M. (1999). *Seed size and shape are good predictors of seed persistence in soil in temperate mountain grasslands of Argentina*. Estados Unidos: Seed Sci .
- García, G. (2005). *De tal árbol, tal semilla: importancia de contar con germoplasma de calidad*. México: Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal 20.
- Gáspár, S., Bus, A., & Banyai, J. (1981). *Relationship between 1000-seed weight and germination capacity and seed longevity in small seeded Fabaceae*. . Seed Science and Technology.
- Gentry, A. (1992). *Flora Neotropica: Bignoniaceae (Tribe Tecomeae)*. New York, EE. UU: he New York Botanical Garden, New York.
- Geritz, S. (1995). *Evolutionarily stable seed polymorphism and small-scale spatial variation in seedling density*. Estados Unidos.
- Gold, K., Leon, P., & Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. La Serena, Chile.: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, centro Regional de Investigación Intihuasi. Boletín INIA N° 110, 62 p.

- Gold, K., León, P., & Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. La Serena, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi.
- González , E., García, C., & Correa, J. (2005). *Especies forestales del bosque seco Cerro Negro-Cazaderos Zapotillo-Puyango*. Loja, Ecuador: Fundación Ecológica Arcoíris. .
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., & Limongi , R. (2012). *Situación de los Recursos Genéticos Forestales. Informe Ecuador*. Ecuador: Programa Nacional de Forestería del INIAP con aval del INIAP/FAO/MAE/MAGAP/MMRREE.
- Grulich, V. (2012). *Red list of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition*. Preslia.
- Gutterman, Y. (1992). *Maternal effects on seeds during development*. En: M. Fenner, ed. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. . CAB International.
- Gutterman, Y. (1992). *Maternal effects on seeds during development*. En: M. Fenner, ed. *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*. . CAB International.
- Harper, J., & Obeid, M. (1967). *Influence of seed size and depth of sowing on the establishment and growth of varieties of fiber and oil seed* . Estados Unidos.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1998). *Propagación de Plantas*. México: Compañía Editorial ontinental, S.A.
- Herrera, C. (2005). *Post-anthesis functionality of the floral perianth. 1. Contribution of persistent sepals to seed development in Helleborus foetidus*. American Journal of Botany.
- Hoy, D., & Gamble, E. (1985). *The effects of seed size and seed density on germination and vigor in soybean (Glycine max (L.) Merr.)*. Canadian Journal of Plant Science .
- Illipronti , J., Langerak, C., Lommen, W., & Struik , P. (2000). *Uniformity performance and seed quality of soybean (Glycine max (L.) Merrill) seed crops grown from sub-samples of one seed lot obtained after selection for physical seed attributes*. Journal of Agronomy and Crop Science.
- INEC, I. N. (2001). *Manual del Empadronador. VI Censo de Población y V de Vivienda*. Quito, Ecuador.
- ISTA. (2007). *Tetrazolium test*. In: *International Rules for Seed testing*. Seed Science and Technology. .
- Jakobsson , A., & Eriksson, O. (2005). *A comparative study of seed number, seed size, seedling size and recruitment in grassland plants*. . Oikos.
- Jaramillo, E., Rodríguez , C., & Chemas , A. (1999). *Propagacion vegetativa de Alnus acuminata H:B:K: por cultivo de tejidos vegetales*. España: Revista de la facultad de Ciencias, Universidad Javeriana .

- Jorgensen, P., & León, S. (1999). *Catalogue of the Vascular Plants of northwest South America*. Chicago: The University Press Of Chicago.
- Kameswara, N., Hanson, J., Dulloo, E., Ghosh, K., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma*. Roma, Italia: Bioersity International.
- Kessler, R., & Stuppy, W. (2012). *Semillas. La vida en capsula de tiempo*. Breaña.
- Lakon, G. (1949). *The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds*. Plant Physiol.
- Leishman, M., & Westoby, M. (1994). *Hypotheses on seed size: tests using the semiarid flora of western New South Wales*. Australia: American Naturalist.
- Leishman, M., Masters, G., Clarke, I., & Brown, V. (2000). *Seed bank dynamics: the role of fungal pathogens and climate change*. Functional Ecology.
- León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa , C., & Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición*. Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- León, Y. V. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición*. . Quito, Ecuador : Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. .
- Ludeña, J. (2012). *Efecto de dos tratamientos pregerminativos en semillas de Alnus acuminata y Pinus patula*. Rioamba, Ecuador: Facultad de recursos forestales, Escuela de Ingeniería Forestal.
- MAE, M. d. (2010). *Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Quito, Ecuador.
- MAE, M. d. (2013). *Plan Nacional de Restauración Forestal, 2014-2017*. Quito, Ecuador .
- MAE, M. d. (2015). *strategia de Sostenibilidad Financiera del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Ecuador*. Quito, Ecuador: Grupo consultor Mentefactura.
- Mahecha, G., Ovalle, A., Camelo, D., & Roza, A. (2008). *Vegetacion del territorio CAR, 450 especies de sus llanuras y montañas*. Bogotá: Panamericana S.A.
- Minchala, J., Eras, V., Muñoz, L., Yaguana, M., Poma, R., & Delgado, G. (2012). *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador*. Loja, Ecuador: Técnica del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, Universidad Nacional de Loja.
- Matin, A. (1946). *The comparative internal morphology of seeds*. The american Midland Naturalist.

- Mazzani, B., & Allievi, G. (1981). *Comportamiento del raaní en un ensayo de rotación de cultivos en Maracay*. San Cristobal: Sociedad Venezolana de Ingenieros Agronomos.
- Mendoza, N. (2015). *Análisis de variación morfológica de semillas y embriones de diez especies distribuida en los bosques secos de la provincia de Manabí*. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Michaels, H., Benner, B., Hatgerink, A., Lee, T., Rice, S., Willson, M., y otros. (1988). *Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates*. . Evolutionary Ecology.
- Michaels, H., Benner, B., Hatgerink, T., Lee, T., Rice, S., Willson, M., y otros. (1988). *Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates*. *Evolutionary Ecology* 2.
- Milberg, P., Andersson, L., Elverson, C., & Regné, S. (1996). *Germination characteristics of seeds differing in mass*. . Seed Sci.
- Montes, R., Vallejo, A., & Baena, G. (2004). *Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (Cucurbita moschata Duchesne ex Poir)*. Colombia: Acta Agronómica (Palmira).
- Mora, A. (2008). *Acciones para la conservación de plantas: amenazas, retos y perspectivas*. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador: Universidad Internacional de Andalucía, Sevilla, España. .
- Moreno, N. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. México: Instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos.
- Moreno, N. (1984). *Glosario Botánico Ilustrado*. Instituto nacional de investigaciones sobre recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental.
- Mosandl, R., Gunter, S., Stimm, B., & Weber, M. (2008). *Ecuador suffers the highest deforestation rate in South America. Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador*. Ecuador: Ecological Studies, Berlin.
- Moto, P. (2005). *Plantas medicinales del bosque seco cantón Zapotillo y Macará*. Loja, Ecuador: UNL-COSV.
- Munsell, I. C. (1975). *Munsell Soil Color Chart*. Estados Unidos: Munsell Color, Baltimore.
- Navarrete, N., & Orellana, M. (2007). *Tabebuia donnell-smithii Rose*. Estados Unidos: Servicio forestal del departamento de agricultura de Estados Unidos.
- Peretti, A. (1994). *Manual para análisis de semillas*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Pérez, F. (2002). *Viabilidad, Vigor, Longevidad y conservación de semillas. Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos*. España.
- Poulsen, K. (1994). *Análisis de semillas*. Danida Forest Center.

- Pretell, J., Ocaña, D., Jap, J., & Barahona, E. (1985). *Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana*. Lima, Perú: FAO/Holanda/INFOR.
- Quinapallo, T., & Velez, N. (2013). *PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL*. Loja, Ecuador: Area agropecuaria y de recursos naturales renovables. Universidad Nacional de Loja.
- Quiroz, I., & Chavarria, M. (1990). *Almacenamiento y germinacion de semillas y desarrollo de plantas de catorce especies forestales nativas del Pacifico seco de Costa Rica*. Costa Rica: Mejoramiento genetico y semillas forestales para America Central.
- R Core Team. (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org>.
- Ramadevi, J., & Rama Rao, G. (2005). *Seed size on crop growth and pod yield in groundnut*. The Madras Agricultural Journal.
- RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. (2008). *Alnus acuminata Kunth*. Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1753&method=displayAAT> (Consultado 22.11. 2015).
- Richter, M., & Moreira, A. (2005). *Heterogeneidad climática y diversidad de la vegetación en el sur de Ecuador: un método de fitoindicación*. Perú .
- Rios, M. (2004). *Proceso de selección de cinco especies promisorias provenientes de la biodiversidad del Ecuador y con potencial de exportación*. Quito, Ecuador: CORPEI y Fundación.
- Rojas, F., & Torres, G. (2008). *Árbol del Valle Central de Costa Rica: reproducción*. Costa Rica: Kurú, Revista Forestal .
- Rojas, J., Aréchiga, M., & Batis, A. (2001). *Las semillas de cactáceas ¿forman bancos en el suelo?* Colombia.
- Romero, B. (1990). *Semillas, biología y tecnología*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Romero, J., & Pérez, C. (2016). *Rasgos morfológicos regenerativos en una comunidad de especies leñosas en un bosque seco tropical tumbesino*. Loja, Ecuador: Departamento de Ciencias Naturales. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Rubio, L., Romero, S., Rojas, E., Durán, A., & Gutiérrez, J. (2011). *VARIACIÓN DEL TAMAÑO DE FRUTOS Y SEMILLAS EN SIETE ESPECIES*. México: Laboratorio de Ecología y Taxonomía de Árboles y Arbustos. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Salazar, R., & Boschier, D. (1992). *Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies prioritarias en america central*. Costa Rica: CATIE. Serie Tecnica, Informe Tecnico No. 20.

- Seaton, P., & Ramsay, M. (2005). *Growing Orchids from Seed Kew growing Kew plants people possibilities*. Botanic Gardens, Kew.
- Seaton, P., & Ramsay, M. (2005). *Growing orchids from seed*. Australia: Royal Botanic Gardens.
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Quito, Ecuador: Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends.
- SOCIOBOSQUE, P. d. (2013). *Proyecto Socio Bosque de conservación, (un sistema de incentivos para protección de bosques, páramos y vegetación nativa para beneficiar a poblaciones indígenas y campesinas en la Costa, Sierra y Oriente)*. Quito, Ecuador.
- Sung, F. (1992). *Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence strength*. Seed Science and Technology .
- Tomás, J. (2013). *Plantas Medicinales, aromáticas de Cuba*. Cuba.
- Tripathi, R., & Khan, M. (1990). *Effects of seed weight and microsite characteristics on germination and seedling fitness in two species of Quercus in a subtropical wet hill forest*. Canadá.
- Ulloa, C., & Neill, D. (2005). *Cinco Años De Adiciones a La Flora del Ecuador*. Loja, Ecuador: Missouri Botanical Garden. Universidad Técnica Particular de Loja, Funbotánica.
- Uribe, D., Sáenz, C., González, A., Téllez, O., & Oyama, K. (2008). *Foliar morphological variation in the White oak Quercus rugosa (Fagaceae) along a latitudinal gradient in Mexico: Potential implications for management and conservation*. México: Forest Ecology and Management.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., & Murillo, O. (2010). *Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal*. Costa Rica: Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Vandelook, F., Verdu, M., & Honnay, O. (2012). *The role of seed traits in determining the phylogenetic structure of temperate plant communities*. Annals of Botany, 110(3), 629-636.
- Vaughton, G., & Ramsey, M. (1998). *Sources and consequences of seed mass variation in Banksia marginata (Proteaceae)*. Journal of Ecology.
- Venable, D. (1992). *Size-number trade-offs and the variation of seed size with plant resource status*. Estados Unidos.
- Vidal, L., & Ruiz, J. (2014). *Quinto Informe Nacional de Biodiversidad en Colombia*. Colombia: ISBN.

- Villeda, D. (2014). *Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (Sorghum bicolor L Moench) con bajo contenido de lignina*. El Salvador: INTSORMIL Scientific Publications.
- Westoby, M., Jurado, C., & Leishman, M. (1992). *Comparative evolutionary ecology of seed size*. Trends in Ecology and Evolution.
- William, R. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales, con Especial Referencia a los Trópicos*. Roma, Italia: Estudio FAO Montes. 2da edición.
- Willson, M. (1983). *Plant reproductive ecology*. Wiley, New York.
- Yan, D., Duermeyer, L., Leoveanu, C., & Nambara, E. (2014). *The Functions of the Endosperm During Seed Germination*. Plant & Cell Physiology, 9, 1521-33.
- Yepez, S. (2006). *Determinación del potencial de producción y comercialización de semillas de tara (caesalpinia spinosa) en la región norte del Ecuador*. Ibarra, Ecuador.
- Zobel , B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Limusa, Mexico.