



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Biología del Medio Ambiente

**TRATAMIENTOS PARA PROMOVER LA GERMINACIÓN DE
SEMILLAS DE *Polylepis reticulata* HIERON y *Polylepis lanuginosa*
KUNTH**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de
Biólogo del Medio Ambiente

Autor:
Sebastián Manolo Vasco Tapia

Directora:
Dra. Raffaella Ansaloni

**Cuenca, Ecuador
2010**

DEDICATORIA

A mi madre, por su infinita paciencia,
dedicación, fortaleza y amor,
a través del largo camino del crecer.

A mi esposa, por su amor y compañía,
innegable acolite y aliento.

A mis abuelitos, Lucho y Rosita, que supieron recibirme
con todo el amor que solo los sabios conocen.

A la familia, que con su apoyo y constante empuje convierten
al amor en sueños reales.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por acompañarme como amigo en los caminos de la vida.

A la Escuela de Biología del Medio Ambiente y Herbario Azuay en las personas de la Dra. Rafaella Ansaloni, Dr. Gustavo Chacón y Blgo. Danilo Minga, por su confianza y enseñanza a través de los largos, húmedos y fríos caminos de la biología. Además, al Ing. Juan Calderón por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Al Ilustre Municipio de Nabón, especialmente a la Lcda. Amelia Erráez, Alcaldesa de Nabón, Lcda. Magali Quezada, Vice Alcaldesa de Nabón, Sr. Vinicio Jaya, Concejal de Nabón y Sr. Rodrigo Quezada, Presidente de la Junta Parroquial de Cochapata, por su colaboración y apertura para el desarrollo de la presente investigación.

Reconocimientos a mis compañeros Danilo Mejía, Pedro Astudillo, Juan Mogrovejo, Juan Pesantez y Rommel Macancela por su colaboración y aporte técnico.

RESUMEN

Los ecosistemas de alta montaña están influenciados por disturbios humanos como quemas, tala y pastoreo. Estas acciones reducen y fragmentan los bosques poniendo en riesgo a especies endémicas. El propósito de este estudio fue usar humedad y temperatura para promover la germinación de *Polylepis reticulata* y *Polylepis lanuginosa*. Registramos la actividad fenológica de estas especies durante 12 meses. Se usaron 1000 frutos de dos lugares diferentes. Los mejores resultados se obtuvieron al exponer a los frutos a alta humedad (>70%) y bajas temperaturas (2°C). No hubo diferencia significativa tras comparar los resultados considerando el lugar de origen del material vegetal.

**TREATMENTS FOR PROMOTING GERMINATION OF *Polylepis reticulata*
HIERON AND *Polylepis lanuginosa* KUNTH SEEDS**

ABSTRACT

The high-mountain ecosystems are influenced by human disturbance through burning, cutting and livestock rearing. Forest reduction and fragmentation affect endemic species that live in this ecosystem. The purpose of this study was to use humidity and temperature for promoting germination of *Polylepis reticulata* and *Polylepis lanuginosa*. Additionally, we recorded the phenology activity of both species during twelve months. We used 1000 fruits from two different places. The best germination for both species was obtained when fruits were treated with high humidity (>70%) and low temperature (2°C). There was no significant difference when we analyzed the germination between two places.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| RESUMEN..... | iv |
| ABSTRACT..... | v |
| INDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| INDICE DE FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS..... | vii |
| | |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPÍTULO I | |
| | |
| METODOLOGÍA..... | 5 |
| 1.1 Zonas de Vida..... | 5 |
| 1.2 Zona de Estudio..... | 5 |
| 1.3 Morfología de las semillas y frutos..... | 7 |
| 1.4 Levantamiento de datos..... | 9 |
| 1.4.1 <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 9 |
| 1.4.2 <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 9 |
| 1.4.3 Control fenológico | 9 |
| 1.4.4 Tamaño de la Muestra | 9 |
| 1.5 Diseño Experimental..... | 10 |
| 1.6 Análisis Estadísticos..... | 11 |
| | |
| CAPÍTULO II | |
| | |
| RESULTADOS..... | 12 |
| 2.1 Tratamientos para promover la germinación de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 12 |
| 2.1.1 Germinación de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 12 |
| 2.1.2 Estudio fenológico de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 13 |
| 2.1.3 Supervivencia de las plántulas de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 14 |
| 2.2 Tratamientos para promover la germinación de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 14 |
| 2.2.1 Germinación de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 14 |
| 2.2.2 Estudio fenológico de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 15 |
| 2.2.3 Supervivencia de las plántulas de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 16 |
| | |
| CAPÍTULO III | |
| | |
| DISCUSIONES..... | 17 |
| 3.1 Calidad de las semillas..... | 17 |
| 3.2 Germinación de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron y <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 17 |
| 3.3 Sitios de Estudio..... | 19 |
| 3.4 Influencia del sustrato y micorrización..... | 19 |
| | |
| CONCLUSIONES..... | 21 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 22 |
| | |
| ANEXOS..... | 26 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fotografía 1. Parque Nacional Cajas (PNC), provincia del Azuay..... | 6 |
| Fotografía 2. Localidad de Bestión, orillas del río Shincata, provincia de Zamora Chinchipe... | 7 |
| Figura 1. <i>Polylepis reticulata</i> | 8 |
| Figura 2. <i>Polylepis lanuginosa</i> | 8 |
| Figura 3. Distribución de las medias tras el análisis ANOVA..... | 12 |
| Figura 4. Distribución de la media de germinación de los sitios de investigación..... | 13 |
| Figura 5. Variación anual de la fenología de <i>polylepis reticulata</i> Hieron..... | 14 |
| Figura 6. Distribución de las medias tras el análisis ANOVA..... | 15 |
| Figura 7. Variación anual de la fenología de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 16 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Mapa de Zonas de Vida en la Sierra Alta del Ecuador..... | 27 |
| Anexo 2. Mapa de Ubicación de Muestras en el Parque Nacional Cajas..... | 28 |
| Anexo 3. Mapa de Ubicación de Muestras en la zona de Bestión..... | 29 |
| Anexo 4. Cuadro de Germinación de semillas de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 30 |
| Anexo 5. Cuadro de Germinación de semillas de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 31 |
| Anexo 6. Control Fenológico de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 32 |
| Anexo 7. Control Fenológico de <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 33 |
| Anexo 8. Resultados del Análisis ANOVA – <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 34 |
| Anexo 9. Resultados del Análisis ANOVA – <i>Polylepis lanuginosa</i> Kunth..... | 35 |
| Anexo 10. Recolección de frutos de <i>Polylepis reticulata</i> Hieron..... | 36 |
| Anexo 11. Racimos florales del género <i>Polylepis</i> | 37 |
| Anexo 12. Plántulas del género <i>Polylepis</i> | 38 |

Vasco Tapia Sebastián Manolo
Trabajo de Graduación
Dra. Raffaella Ansaloni
Julio del 2010

TRATAMIENTOS PARA PROMOVER LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Polylepis reticulata* HIERON y *Polylepis lanuginosa* KUNTH.

INTRODUCCIÓN

La Sierra Andina Ecuatoriana es una zona muy diversa en cuanto a ecosistemas, ya sea por su topografía inclinada o por su rango altitudinal y latitudinal, que deja ver una gran variedad de zonas de vida (Hofstede, 1998), originadas por las condiciones climáticas que enfrenta y por su historia biogeográfica. Desde el punto de vista botánico, la juventud de estas montañas se verifica por su alto grado de endemismo a nivel de especie (Según Valencia, 2000, 68% del total de especies endémicas reportadas para el país), pero ningún género o familia endémica, esto quiere decir que a nivel de especies, las plantas durante la evolución sí pudieron adaptarse a las circunstancias ambientales, pero la flora todavía no ha tenido tiempo para adaptarse a nivel de género y familias (Luteyn, 1992).

En el Ecuador, 14000 km² están cubiertos por páramo (5% del total del país), extendiéndose entre el bosque de niebla y las nieves perpetuas (\pm entre 3.500 y 4.900 m. s.n.m.); caracterizado por una vegetación herbácea, dominada por gramíneas en forma de penachos (pajonal), almohadillas y rosetas gigantes (Laegaard, 1992; Hofstede, 1998; Sierra, 1999). La vegetación del páramo está muy bien adaptada a las condiciones climáticas extremas que existen a estas alturas: temperaturas bajas, vientos fuertes, humedad relativamente alta, alta nubosidad, extrema insolación y “estacionalidad diaria”, con grandes cambios de temperatura cada día (Hofstede, 1998; Sierra, 1999). Se estima que hasta el 60% de todas las especies vegetales del páramo son endémicas (Luteyn, 1992). Además, provee de refugio y alimento a una gran cantidad de fauna que depende de la existencia de los páramos (Tirira, 2007).

La formación de zonas de anegamiento o praderas inundables, común en este ecosistema, es una parte importante del ciclo hídrico de la tierra porque recibe el agua de las lluvias y neblina; la almacena formando grandes o pequeños reservorios; son la fuente de evaporación hacia el aire y de infiltración hacia la tierra; y, mantienen interconexiones entre sí, sin excluir que son parte de un gran sistema mayor que lleva el agua desde las alturas hacia tierras bajas donde, contribuyen a la formación de sistemas hídricos más complejos (Mena, 2004), aprovechados sin lugar a dudas por los residentes de estas zonas.

La pérdida de cobertura vegetal por el uso extensivo de zonas forestales para proyectos de infraestructura, desarrollo agrícola y pecuario (Serrano, 1996; Hofstede, 1998), ha devastado grandes extensiones de páramo (Neil y Øllgaard, 1993), produciendo un arrastre impresionante de sedimento, como el caso de los 3,5 millones de metros cúbicos por año que son arrastrados por todas las aguas de la cuenca del río Paute (con una superficie de 500.000 ha y un caudal promedio de 100 m³/s) a la represa de Paute (Serrano, 1996), que contribuye a más del 25% de la producción energética del país (CONELEC, 2008) generando un efecto en cadena, visible en el incremento progresivo de las áreas erosionadas. Además, la pérdida de cobertura incide en la capacidad de retención de líquidos del suelo (Ansaloni, 1993), provocando una disminución en el abastecimiento de agua dulce de los centros poblados cercanos; como ejemplo podemos citar que, el Parque Nacional Cajas (PNC) resguarda una gran cantidad de recursos bióticos y abióticos de los cuales la Ilustre Municipalidad de Cuenca, a través de la Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA) aprovecha el agua generada en el PNC para abastecer el 60% del volumen requerido para satisfacer las necesidades del valle de Cuenca, demanda que seguirá creciendo con el aumento progresivo de población (ETAPA, 2004). Es necesario que las entidades políticas, sociales y científicas realicen amplias reflexiones sobre el efecto que tiene y tendrá la pérdida de cobertura vegetal sobre la disponibilidad de agua dulce en los centros poblados, para encaminar los esfuerzos a la conservación de las fuentes hídricas y los páramos.

El género *Polylepis* es uno de los pocos árboles de la Sierra que crece en las partes altas de los Andes (Brandbyge y Holm Nielsen, 1987; Hofstede, 1998), desde

Venezuela hasta Argentina (Simpson, 1986). En Ecuador se encuentran siete especies diferentes (Jørgensen y León-Yáñez, 1999), de las cuales cuatro habitan en el Parque Nacional Cajas, siendo *P. reticulata* y *lanuginosa* endémicas de nuestro país (Jørgensen y León-Yáñez, 1999; Valencia et al., 2000). Algunos autores han intentado explicar la distribución de los *Polylepis* debido a factores como el microclima edáfico, el microclima ambiental, la competencia interespecífica, el herbivorismo, la humedad del suelo y el efecto del fuego; sin embargo, no existen evidencias claras al respecto (McDonell, 1995). Los bosques del género *Polylepis*, son el hábitat de varias especies animales como el “Picocono gigante” (*Oreomanes fraseri*), quien se alimenta de insectos del follaje y de la corteza, y cuya distribución se restringe exclusivamente a estos parches de vegetación (Serrano, 1996); y, el murciélago *Anoura geoffroyii* (Robinson y Hancock, 1987), muy común en la Reserva de Mazán.

Entre los problemas graves que enfrentan los bosques de *Polylepis reticula* y *lanuginosa* están las quemadas, la tala y, por más contradictorio que parezca, la reforestación. Las primeras dos afectan de manera drástica la abundancia y distribución espacial de los bosques generando fragmentación y aislamiento, mientras que la reforestación mal realizada, conduce a un proceso de erosión genética en las poblaciones naturales, causando a largo y/o corto plazo la pérdida de especies (Narváez, 2004). Además, la introducción de especies más agresivas como *Polylepis incana* Kunth y *Polylepis racemosa* (Perú) de más rápido crecimiento, disminuye el hábitat que puede ser ocupado por especies endémicas (Simpson 1986; Hofstede 1998) además de crear zonas de simpatria donde se producen introgresiones con la consecuente pérdida de recursos genéticos (Narváez, 2004). A este nivel, se ha probado que *P. incana* y *P. reticulata* forman grupos aislados, llegando a considerarlos como “más evolucionadas”, mientras que *P. pauta* y *P. sericea* presentan un nivel de polimorfismo similar, denotando su complejidad a nivel genético (Narváez, 2004).

La comprensión de los procesos germinativos de las semillas es crítica para desarrollar modelos teóricos que expliquen la estructura y funcionamiento de las comunidades vegetales (Leck, 1989), además, contribuye a generar tratamientos

estandarizados que permitan poseer material vegetal listo para ser plantado (producto de la germinación controlada de semillas) favoreciendo la introducción en el medio biótico de genotipos y fenotipos (Leck, 1989) que enriquezcan la variabilidad genética de una especie.

El método más difundido para obtener material vegetal listo para plantar es la propagación (Serrano, 1996; Jongsma, 1998; y Cierjacks et al., 2007), que normalmente se lo puede hacer directamente en el campo con estacas de 1 a 1,5 cm de diámetro y de 20 a 30 cm de largo (Jongsma, 1998). Ello se realiza al comienzo de la estación de lluvias, siendo importante no demorar la “siembra” de las estacas después de su recolección.

Este proyecto pretende desarrollar un protocolo de germinación para las semillas de *Polylepis reticulata* Hieron y *Polylepis lanuginosa* Kunth, que sirva de herramienta para poder aplicar un manejo integrado de la forestación de la Sierra Andina Ecuatoriana.

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

1.1 Zonas de Vida

Polylepis reticulata Hieron y *Polylepis lanuginosa* Kunth, especies endémicas del Ecuador (Jørgensen y León-Yáñez, 1999; Valencia et al., 2000), se desarrollan en la Sierra Andina. *P. reticulata* se encuentra en el Bosque andino alto y páramo húmedo, desde los 2.500 hasta los 4.500 m. s.n.m. (Jørgensen y León-Yáñez, 1999). Se la localiza en las provincias de Azuay, Cañar, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua (Ver Anexos Mapa No 1).

Polylepis lanuginosa se desarrolla en el Bosque andino alto, en un rango altitudinal que va desde los 2.550 hasta los 4.000 m. s.n.m. (Jørgensen y León-Yáñez, 1999) en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar y Chimborazo, según Romoleroux (2000), se registran ocho poblaciones de esta especie en el Ecuador, de las cuales una se encuentra dentro del Parque Nacional Cajas, Azuay (Ver Anexos Mapa No 1).

1.2 Zona de Estudio

Considerando la distribución de estas dos especies, la búsqueda de semillas se realizó en el área del Parque Nacional Cajas, que se localiza en la provincia del Azuay a 34 km al occidente de la ciudad de Cuenca, en la vía Cuenca - Sayausí – Molleturo, en la cordillera Occidental. Se encuentra entre los 3.160 y 4.445 metros sobre el nivel del mar (ETAPA, 2004). En lo que se refiere al clima, la característica más destacada es la baja temperatura y su gran variación diaria, la temperatura mínima registrada es de -2°C en las noches y la máxima de 18°C al medio día, con un promedio de 10°C . La precipitación promedio alcanza los 1.200 mm. Los meses más fríos y ventosos son julio y agosto. El clima no presenta una variación

estacional debido a la radiación constante en todo el año en la línea ecuatorial (RAMSAR, 2002) (Ver Anexos Mapa No 2).

Fotografía 1. Parque Nacional Cajas (PNC), provincia del Azuay.



Como segundo sitio de muestreo se consideró la llanura del río Shincata, en la zona conocida como Bestión, localizada en el cantón Yacuambi, provincia de Zamora Chinchipe, en la cordillera Oriental, su rango altitudinal va desde los 2.819 hasta los 3.262 m. s.n.m. La temperatura mínima es de 4°C y la máxima de 18°C, aunque en los meses de verano la temperatura puede llegar incluso a los 24°C. La precipitación media anual varía entre los 1.000 y 1.500 mm. La estación lluviosa se extiende de diciembre a mayo, separada por una estación seca marcada de junio a noviembre con lluvias en forma de garúas que caen en el período seco (Mena, 2004) (Ver Anexos Mapa No 3).

Fotografía 2. Localidad de Bestión, orillas del río Shincata, provincia de Zamora Chinchipe.



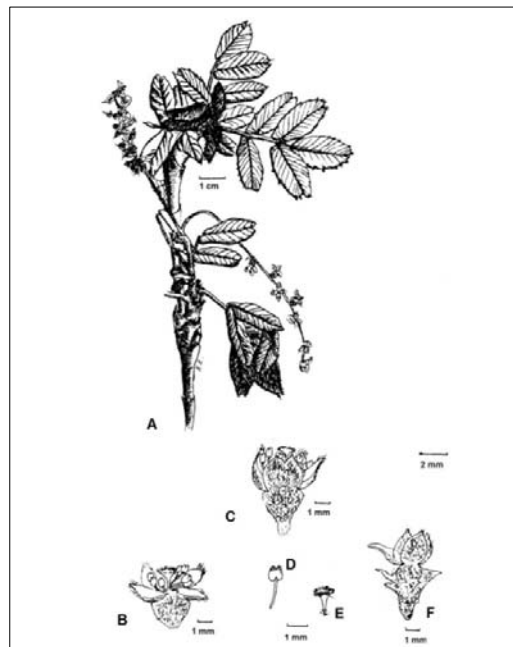
1.3 Morfología de las semillas y frutos

Las semillas de *Polylepis reticulata* Hieron (Figura 1) y *Polylepis lanuginosa* Kunth (Figura 2) alcanzan una dimensión de 2,5 – 4,5 mm y 2 – 3 mm de largo respectivamente, la capsula seca que las protege (fruto) es subglobosa, posee agudas espinas y está cubierta por restos florales secos al igual que vellosidades (Romoleroux, 1996). Los frutos de *P. reticulata* Hieron y *P. lanuginosa* Kunth alcanzan los 3 – 5 × 2 – 5 mm y 3 – 6 × 4 – 8 mm respectivamente (Romoleroux, 1996). Las pequeñas dimensiones de las semillas y la adherencia a la cápsula del fruto hacen imposible su separación manual o mecánica, por lo que para este estudio se trabajó exclusivamente con frutos.

Figura 1. *Polylepis reticulata*. A Rama con inflorescencia; B, C Flores; D Estambre; E Estilo y Estigma; F Fruto (Romoleroux, 1996).



Figura 2. *Polylepis lanuginosa*. A Rama con inflorescencia; B, C Flores; D Estambre; E Estilo y Estigma; F Fruto (Romoleroux, 1996).



1.4 Levantamiento de datos

1.4.1 *Polylepis reticulata* Hieron

Se seleccionaron 3 parches de *Polylepis reticulata* Hieron, 2 ubicados dentro del Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, en las coordenadas geográficas 17M 698711W – 9691607S a 3391 m s.n.m. y 17 M 698831W - 9691619S a 4.013 m s.n.m. a aproximadamente 200 m de la carretera Cuenca – Sayausí – Molleturo. El tercer parche se ubicó en la zona de Bestión, provincia de Zamora Chinchipe, en las coordenadas geográficas 17M 719426W – 9619973S a 3002 m. s.n.m., en las márgenes del río Shincata.

1.4.2 *Polylepis lanuginosa* Kunth

Se seleccionó un parche de *Polylepis lanuginosa* Kunth dentro del Parque Nacional Cajas, provincia del Azuay, localizado en las coordenadas geográficas 17M 689184W – 9689403S a 3. 224 m. s.n.m. en el sector de Lomas de Galletas.

1.4.3 Control fenológico

El control fenológico se llevó a cabo desde el 26 de Enero hasta el 27 de Diciembre de 2008, en cada parche seleccionado se ubicó a 10 individuos control. Se realizó dos visitas mensuales¹ donde se registró la presencia y/o ausencia de inflorescencias, al igual que su estado de maduración.

1.5 Tamaño de la Muestra

Se colectaron un total de 1.000 frutos de *Polylepis reticulata* Hieron y 1.000 frutos de *Polylepis lanuginosa* Kunth. Los frutos, previo su tratamiento, fueron limpiados de las partes florales y vellosidades que poseían. La siembra se realizó en Cajas Petri plásticas, con un sustrato estandarizado de suelo enriquecido para jardines que fue lavado con agua hirviendo para neutralizar cualquier organismo o semilla que se

¹ A excepción del mes de Enero, donde se realizó sólo una visita, al ser el principio de la fase de campo

encontrase en estado de latencia y pudiere ocasionar cualquier alteración del experimento. En cada Caja Petri se sembraron 20 frutos, realizando monitoreos diarios durante 60 días donde se registraron la presencia y/o ausencia de plúmulas (tallito rudimentario).

Considerando los conocimientos previos que se poseen de las dos especies, se consideraron manejar dos variables, la Temperatura y el nivel de Humedad relativa en el sustrato, así para el presente experimento se han formulado las siguientes preguntas estadísticas:

H_0 = No hay una diferencia significativa de germinación al llevar a cabo un protocolo con Temperatura y Humedad controlada versus Temperatura y Humedad no controlada.

H_1 = Si existe una diferencia significativa de germinación al llevar a cabo un protocolo con Temperatura y Humedad controlada versus Temperatura y Humedad no controlada.

1.6 Diseño Experimental

Los frutos de *P. reticulata* Hieron y *P. lanuginosa* Kunth fueron sometidos a dos tipos de tratamientos y un testigo:

- 1) 10 Cajas Petri (200 frutos) de cada especie fueron expuestas durante 48 horas a una temperatura de 2°C. El sustrato mantuvo una humedad relativa mayor al 70%. Durante las 48 horas de exposición las semillas permanecieron sin recibir luz solar. Luego de las 48 h los frutos fueron expuestos a temperatura ambiente, humedad relativa mayor al 70% y un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad.
- 2) 10 Cajas Petri (200 frutos) de cada especie fueron expuestas a temperatura ambiente, con una humedad relativa no mayor al 70%. Las primeras 48 horas se las privó de luz, luego de este periodo se las expuso a un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad.

- 3) 10 Cajas Petri (200 frutos) de cada especie fueron expuestas durante 48 horas a una temperatura de 2°C. El sustrato mantuvo una humedad relativa no mayor al 70%. Las primeras 48 horas se las privó de luz, luego de este periodo se las expuso a un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad.
- 4) 10 Cajas Petri (200 frutos) de cada especie fueron expuestas a temperatura ambiente, con una humedad relativa mayor al 70%. Durante las 48 horas de exposición las semillas permanecieron sin recibir luz solar. Luego de las 48 h los frutos fueron expuestos a temperatura ambiente, humedad mayor a 70% y un fotoperiodo de 12 h de luz y 12 h de oscuridad.
- 5) 5 Cajas Petri (200 frutos) de cada especie fueron expuestas a condiciones ambientales normales, sin ningún control, que sirvieron como testigo.

Los frutos correspondientes a las localidades del Parque Nacional Cajas y Bestión se mantuvieron separados durante el desarrollo del experimento.

La fase experimental se llevó a cabo desde el 25 de Octubre hasta el 31 de Diciembre de 2008, luego de haber realizado la colección de frutos en los parche seleccionados.

1.7 Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante controles diarios que fueron organizados en una tabla para ser evaluados con un Análisis ANOVA, el software XL STAT, versión 3.0, 2008.

CAPÍTULO II

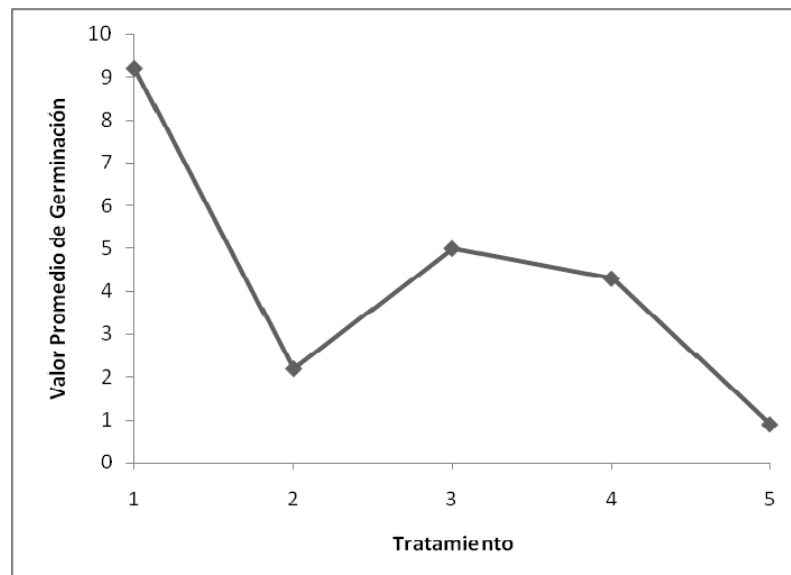
RESULTADOS

2.1 Tratamientos para promover la germinación de *Polylepis reticulata* Hieron.

2.1.1 Germinación de *Polylepis reticulata* Hieron.

Tras el desarrollo de la fase experimental, se obtuvo una germinación total de 216 individuos. El *Tratamiento 1* generó 92 individuos (46%); el *Tratamiento 2*; 22 individuos (11%); *Tratamiento 3*; 50 individuos (25%); *Tratamiento 4*; 43 individuos (21,5%); y el *Tratamiento 5*; 9 individuos (4,5%). Luego de usar un análisis de varianzas, se determinó que el *Tratamiento 1* es significativamente diferente a los *Tratamientos 2, 3, 4 y 5* ($F = 26,784$; $P = < 0,0001$) (Figura 3).

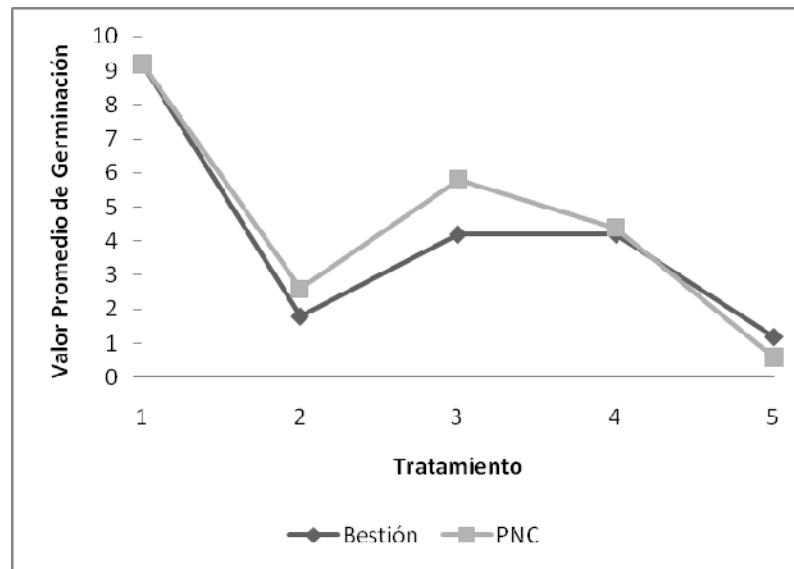
Figura 3. Distribución de las medias tras el análisis ANOVA.



Además, se analizó los datos obtenidos de la germinación por localidad (Bestión y el Parque Nacional Cajas), sin encontrarse diferencia significativa entre estos ($F =$

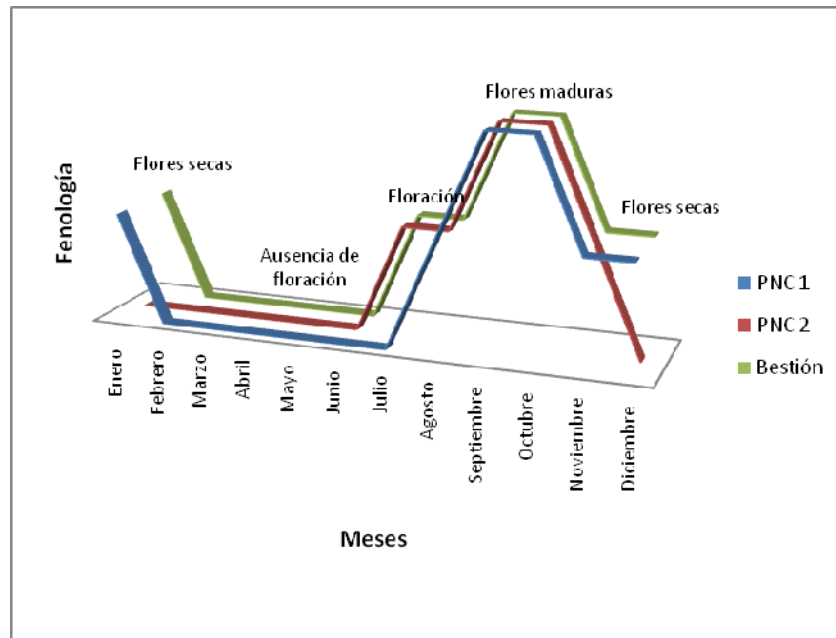
0,529; $P = 0,471$), habiéndose obtenido un total de 103 semillas germinadas de la zona de Bestión (46 en el *Tratamiento 1*; 9 en el *Tratamiento 2*; 21 en el *Tratamiento 3*; 21 en el *Tratamiento 4*; y 6 en el *Tratamiento 5*) y 113 del Parque Nacional Cajas (46 en el *Tratamiento 1*; 13 en el *Tratamiento 2*; 29 en el *Tratamiento 3*; 22 en el *Tratamiento 4*; y 3 en el *Tratamiento 5*) (Figura 4).

Figura 4. Distribución de la media de germinación de los sitios de investigación



2.1.2 Estudio fenológico de *Polylepis reticulata* Hieron.

En 12 meses de seguimiento a 3 parches (uno ubicado en Bestión y dos en el PNC), se estableció que las primeras flores aparecieron en la segunda mitad del mes de julio en Bestión y en el parche 2 del PNC. La floración continuó incrementándose hasta la primera mitad del mes de septiembre donde se registraron los primeros frutos maduros en los parches ubicados en el PNC. En la primera mitad del mes de septiembre se registraron los primeros frutos secos en todos los sitios de muestreo. La presencia de frutos maduros se extendió hasta la segunda mitad del mes de diciembre en la zona de Bestión, mientras en el PNC se los registró hasta la primera mitad del mismo mes. Durante los meses de febrero a junio no se registró ninguna actividad (Figura 5).

Figura 5. Variación anual de la fenología de *Polylepis reticulata* Hieron.

2.1.3 Supervivencia de las plántulas de *Polylepis reticulata* Hieron.

El experimento contempló llevar un registro de la presencia y/o ausencia de plúmulas, siendo éstas el indicativo de la germinación exitosa de las semillas. No se llevó un registro del lapso entre el crecimiento y el deceso de las plántulas, mas sí se estableció la altura máxima alcanzada por las mismas.

Se registró una altura media de $2,8 \pm 0,3$ cm. Todas las plántulas se marchitaron y murieron luego de los 60 días establecidos para la duración del experimento.

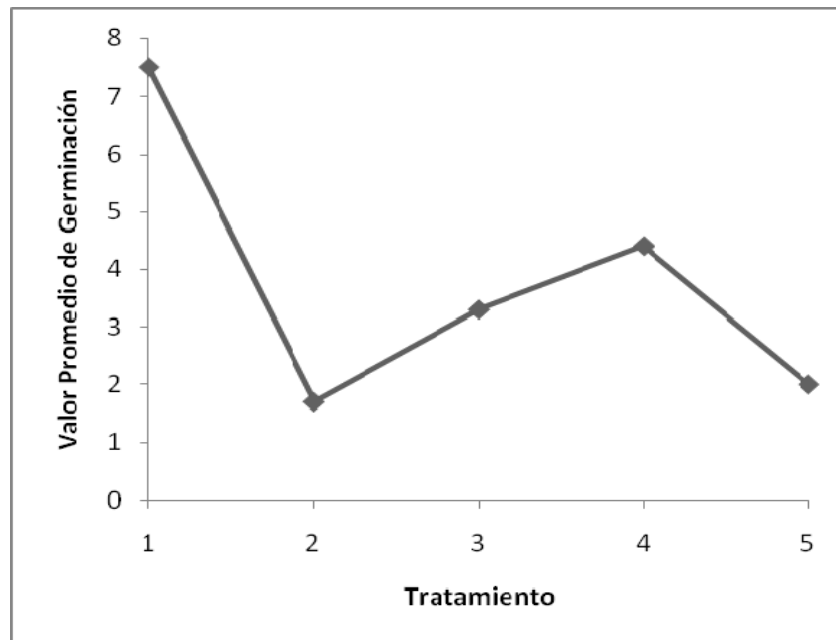
2.2 Tratamientos para promover la germinación de *Polylepis lanuginosa* Kunth.

2.2.1 Germinación de *Polylepis lanuginosa* Kunth.

Se obtuvo una germinación total de 189 individuos. El *Tratamiento 1* generó 75 individuos (37,5%); el *Tratamiento 2*; 17 individuos (8,5%); *Tratamiento 3*; 33 individuos (16,5%); *Tratamiento 4*; 44 individuos (22%); y el *Tratamiento 5*; 20

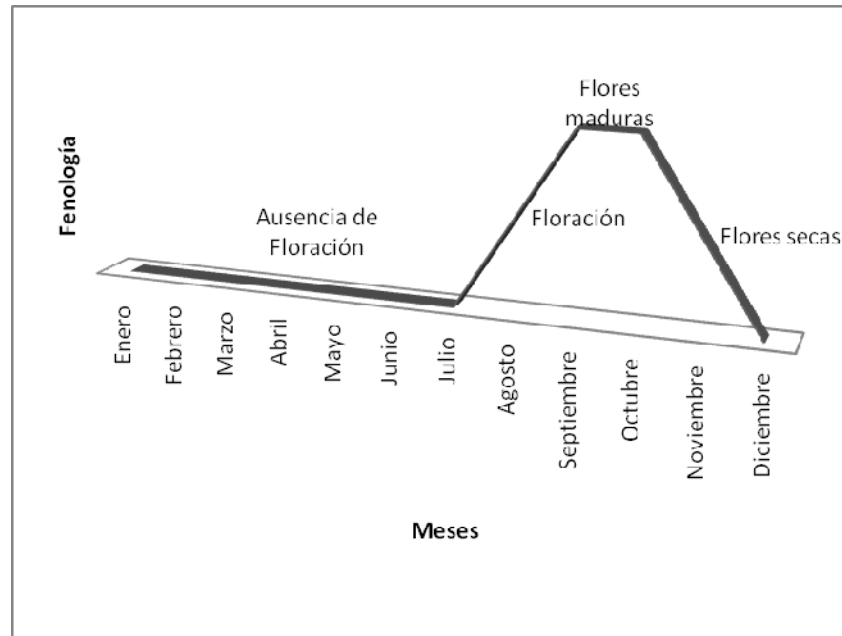
individuos (10%). Luego de usar un análisis de varianzas, se determinó que el *Tratamiento 1* es significativamente diferente a los *Tratamientos 2, 3, 4 y 5* ($F = 21,832$; $P < 0,0001$) (Figura 6).

Figura 6. Distribución de las medias tras el análisis ANOVA



2.2.2 Estudio fenológico de *Polylepis lanuginosa* Kunth.

Los primeros datos registrados de floración se obtuvieron en la primera semana del mes de agosto, obteniéndose un aumento progresivo de la floración y maduración hasta el mes de diciembre. La mayor concentración de frutos maduros se encontró entre los meses de octubre y noviembre, mientras que entre los meses de enero a julio no hubo floración (Figura 7).

Figura 7. Variación anual de la fenología de *Polylepis lanuginosa* Kunth.

2.2.3 Supervivencia de las plántulas de *Polylepis lanuginosa* Kunth

El experimento contempló llevar un registro de la presencia y/o ausencia de plúmulas, siendo éstas el indicativo de la germinación exitosa de las semillas. No se llevó un registro del lapso entre el crecimiento y el deceso de las plántulas, mas sí se estableció la altura máxima alcanzada por las mismas.

Se registró una altura media de $2,7 \pm 0,4$ cm. Todas las plántulas se marchitaron y murieron luego de los 60 días establecidos para la duración del experimento.

CAPÍTULO III

DISCUSIONES

3.1 Calidad de las semillas

Los frutos del género *Polylepis* son atacados por parásitos con facilidad (Iglesias 2008), para evitar la contaminación del material vegetal usado se revisaron los frutos colectados en el campo de forma exhaustiva, excluyendo del experimento todos aquellos frutos que presentaron huellas evidentes de parasitismo (mostraron un agujero en la porción subglobosa del fruto); frutos que presentaron medidas morfológicas fuera de las establecidas para la especie, $3 - 5 \times 2 - 5$ mm para *P. reticulata* Hieron y $3 - 6 \times 4 - 8$ mm para *P. lanuginosa* Kunth (Romoleroux, 1996); y frutos secos. De esta manera se trató de asegurar el uso de material vegetal óptimo, aunque existiría la posibilidad que los ensayos hayan sido desarrollados con pequeñas cantidades de frutos que no estuvieron en las mejores condiciones, reflejándose en su nula capacidad de germinación.

3.2 Germinación de *Polylepis reticulata* Hieron y *Polylepis lanuginosa* Kunth

La germinación de *P. reticulata* Hieron y *P. lanuginosa* Kunth alcanzó los 46% y 37,5% de éxito respectivamente usando el *Tratamiento 1*, el cual fue significativamente diferente a los otros 4 tratamientos utilizados para las dos especies. En estos casos el uso de temperaturas bajas y una alta humedad llevaron a superar las expectativas establecidas en trabajos previos, donde se establece un éxito que va desde el 2 al 15% (Reninson y Cingolani ,1998; Cierjacks et al., 2007; Iglesias, 2008).

Sin embargo, *P. reticulata* Hieron parece haber respondido bien a la exposición a bajas temperaturas (21,5% de éxito) usado en el *Tratamiento 3*, a pesar que no existe

una diferencia significativa entre éste y los *Tratamientos 2,4 y 5*. Mientras que para *P. lanuginosa* Kunth, la exposición a una alta humedad parece promover un poco mejor la germinación que la exposición a temperaturas bajas (*Tratamiento 4 - 22%* de éxito).

Para *P. reticulata* Hieron, la floración y maduración de los frutos en el año 2008, se distribuyó entre los meses de agosto, septiembre y octubre, lo que climatológicamente corresponde al final de la estación seca (donde se registran las más bajas temperaturas), y el inicio de la estación lluviosa, especialmente en la zona del Parque Nacional Cajas. En la zona de Bestión la floración llegó a su esplendor en los meses de septiembre y octubre de 2008, mientras que la estación de lluvia arranca en el mes de diciembre y se extiende hasta mayo. Existen reportes que en la zona de Bestión se encontró floración de *P. reticulata* Hieron, hasta el mes de noviembre (OroTierra Cia. Ltda., 2006).

P. lanuginosa Hieron, mostró su pico de floración en los meses de septiembre a octubre de 2008, coincidiendo con los primeros meses del invierno en el páramo del Parque Nacional Cajas. La relación del clima con los estados fenológicos no están estadísticamente analizados en este trabajo, pero se muestran claros indicios que las especies han sincronizado sus estadios de desarrollo a las características del clima.

Si bien es cierto no se puede identificar como afectan las variables de humedad y temperaturas a cada una de estas especies en su proceso de germinación, pero se puede reconocer claramente que la asociación de las dos, definitivamente son decisivas para los procesos de germinación.

Según Fjeldsa y Kessler (1996), la influencia de la humedad, podría deberse a, que las pendientes donde se desarrolla *Polylepis* están expuestas a una condensación regular de nubes, generando una activa incorporación de agua al sustrato.

No existen publicaciones que se refieran a la influencia de la temperatura en los procesos de germinación de *Polylepis*, mas se reconoce que la temperatura influye

sobre numerosos procesos fisiológicos, pudiendo la congelación causar cavitación² en los tejidos del xilema, incidiendo en los procesos de transporte de nutrientes (Körner 2003; Tranquillini 1979). De todas formas, la exposición de *P. reticulata* y *P. lanuginosa* a temperaturas bajas, sin llegar a la congelación, parece estimular de alguna manera su germinación.

3.3 Sitios de Estudio

Los rangos altitudinales donde se localizan los sitios de estudio son claramente diferentes, mas no se encontró una diferencia significativa entre ellos. Probablemente se deba a que las condiciones climáticas a las que se enfrenta *P. reticulata* Hieron, son similares en ambos lugares. Así, la media de temperatura anual en el PNC es de 10°C y en Bestión de 11°C; la precipitación media anual en el PNC es de 1200 mm, y en Bestión de 1250 mm.

No existe información sólida que respalde una diferenciación en la calidad del material vegetal obtenido en el PNC o en Bestión, mas sí es importante acotar que en la zona de Bestión se observó una gran cantidad de arboles en floración y fructificación, mientras que en el PNC fue muy difícil su observación, incluso los lugares donde se determinó la presencia de flores y/o frutos representaron un mínimo porcentaje de los individuos que conformaban los parches.

3.4 Influencia del sustrato y micorrización

Experiencias con *P. incana* Kunth y *P. pauta* Hieron, corroboran una nula relación entre la profundidad en la siembra de la semilla y su germinación (Cierjacks et al., 2007; Iglesias, 2008), inclusive se ha reportado la ausencia total de germinación en sustratos esterilizados (Cierjacks et al., 2007; Iglesias, 2008). Siendo así, que en este trabajo se consideró la opción de mantener la población de microorganismos propios del suelo al no exponer el sustrato a métodos de descontaminación como el autoclave (125°C, 15atm) o agentes químicos, opción que parece haber mejorado las

² La cavitación o aspiración en vacío, es un efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido. Puede ocurrir que se alcance la presión de vapor del líquido de tal forma que las moléculas que lo componen cambian inmediatamente a estado de vapor, formándose burbujas o, más correctamente, *cavidades*.

expectativas de germinación para *P. reticulata* Hieron y *P. lanuginosa* Kunth, de tal forma que solamente los *Tratamientos 3* y *4* muestran un éxito del 11 y 50% respectivamente para *P. reticulata* Hieron y, 16,5 y 22% respectivamente para *P. lanuginosa* Kunth porcentajes mucho más altos que los estimados para otras especies por Reninson y Cingolani (1998), Cierjacks et al (2007) e Iglesias (2008), que alcanzan del 2 al 15% de éxito.

Sin embargo, el problema generalizado en protocolos con especies del género *Polylepis* es la supervivencia y establecimiento de las plántulas (Duchicela et al., 2006; Iglesias, 2008). Se ha demostrado que *P. incana* Kunth es una especie altamente dependiente de micorrización debido a que necesita de estos microorganismos para desarrollar un sistema radical eficiente que le permita establecerse y competir con las especies del páramo (Duchicela et al., 2006; Iglesias, 2008). No se descarta la posibilidad que *P. reticulata* Kunth y *P. lanuginosa* Hieron, dependan de microorganismos similares para establecerse en estado natural y continuar su crecimiento. Probablemente esta dependencia sea una de las variables que influyen en la capacidad de colonización de espacios abiertos de este género, al haberse comprobado la germinación nula de semillas de *Polylepis* en sustratos naturales exentos de micorrizas (Cierjacks et al., 2007; Iglesias, 2008).

CONCLUSIÓN

Luego de tratar con 5 métodos experimentales para promover la germinación de las semillas de *Polylepis reticulata* Hieron y *Polylepis lanuginosa* Kunth, en este trabajo se estableció que la exposición a temperaturas bajas (2°C) y una alta humedad (mayor al 70%) aumentan en un promedio de 20 a 30% las probabilidades de conseguir una germinación exitosa.

Si bien es cierto se detectan pequeños indicios que inclinarían a pensar que *P. reticulata* Hieron depende más de las bajas temperaturas que de la humedad para su germinación, en contraste con *P. lanuginosa* Kunth que se inclinaría por una concentración mayor de humedad que a la exposición a bajas temperaturas, no existen pruebas estadísticas que muestren una tendencia significativa.

P. reticulata Hieron y *P. lanuginosa* Kunth mostraron la presencia de flores maduras en los meses de septiembre y octubre de 2008, mientras que en los meses de febrero a julio no hubo floración.

La nula supervivencia de las plántulas podría deberse a la necesidad de estas dos especies a la presencia de micorrizas que las ayuden en el desarrollo de su sistema radicular.

BIBLIOGRAFÍA

ANSALONI, Raffaella. **Guía para la interpretación de Análisis de Suelo.** Ministero Affari Esteri Direzione Generale per la Cooperazione allo Sviluppo, Programma Italo – Ecuatoriano. Cuenca – Ecuador. Universidad del Azuay. 1993.

BRANDBYGE, J. y L. B. Holm Nielsen. **Reforestation of the High Andes with local species.** Quito – Ecuador. CESA. 1992.

CIERJACKS, Arne; Juan Enrique Iglesias; Karsten Wesche and Esabell Hensen. **Impact of sowing, canopy cover and litter on seedling dynamics of two *Polylepis* species at upper tree lines in central Ecuador.** Journal of Tropical Ecology. 23. 2007. p. 309 – 318

CONELC. **Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2008.** Consejo Nacional de Electrificación. Quito – Ecuador. 2008. En: www.conelec.gov.ec 22 de noviembre de 2009.

DUCHICELA, J., S. Navas, C. Segovia. **Comportamiento funcional de la micorriza arbuscular asociada a *P. incana* en ecosistemas alto andinos bajo condiciones naturales.** Ecuador. Ciencia. 9, 2, 2006. p. 123 – 124

ETAPA. **Parque Nacional Cajas – Plan de Manejo. Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA).** Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Cuenca - Ecuador. CEMAPRIMES CIA. LTDA. Consultores. 2004.

FJELSA, J. y M. Kessler. **Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands of Perú and Bolivia.** Nordeco, Copenhagen. Denmark. 1996.

HOFSTEDE, Robert; Johanna Lips; Wibold Jongsma y, Yan Sevink. **Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador.** Quito – Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Profafor. EcoPar.1998.

IGLESIAS GARCIA, Juan Enrique. **Germinación de *Polylepis incana* Kunth y *Polylepis pauta* Hieron en vivero y en el límite altitudinal superior del bosque.** Quito. PUCE. ECB. 2008.

JONGSMA, Wibold. **Forestación en la Sierra Andina Ecuatoriana. En: Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador.** (Hofstede, Robert; Johanna Lips; Wibold Jongsma y, Yan Sevink, eds). Quito – Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Profafor. EcoPar.1998.

JØRGENSEN, Peter M. & Susana León-Yáñez. **Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador.** Missouri Botanical Garden. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Herbario Nacional, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales and Departament of Systematic Botany, Aarhus University. Missouri Botanical Garden Press. 1999.

KÖMER, C. **Alpine plant life, Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems.** Berlin. 2nd Edition. Springer Verlag. 2003.

LAEGAARD, S. **Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador.** En: An Andean ecosystem under human influence. (H. Baslev y J. L. Luteyn, eds.) London: Academia Press. 1992.

LECK, M. A.; V. T. Parker y R. L. Simpson. **Ecology of Soil Seed Banks.** California – USA. Academy Press, Inc. San Diego, 1989.

LUTEYN, J. L.; Cleef, A. M. y Rangel, O. **Plant diversity in páramo: Towards a checklist of páramo plants and a generic flora.** En: An Andean ecosystem under human influence. (H. Baslev y J. L. Luteyn, eds.) London: Academia Press. 1992.

McDONELLI, M. **El rol del ambiente y el hombre en el crecimiento y distribución de *Polylepis*.** Apuntes de Conferencias. Cuenca – Ecuador. Universidad del Azuay. 1995.

MENA, Patricio. **Zhincata ¿Un nuevo gran lago en los Andes?.** Páramo 14. 2004. p. 21 – 43

NARVÁEZ, Alexandra. **Los Secretos del Árbol de Papel de la luz de la Genética.** Desafío 9. 2004. p. 37 – 39.

NEIL, David y Benjamin Øllgaard. **Los Inventarios Botánicos en el Ecuador: Estado Actual y Prioridades.** En: Mena, Patricio y Luis Suarez, eds. EcoCiencia. Quito – Ecuador. 1993.

ORO TIERRA Cia. Ltda. **Evaluación Preliminar Conjunta de Impacto Ambiental para la Concesión Minera “Shincata”.** Informe Técnico. Cuenca – Ecuador. 2006.

RENINSON, D. y A. Cingolani. **Experiencias en germinación y reproducción vegetativa aplicados a la reforestación con *Polylepis australis* (Rosaceae) en las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina.** Agriscientia. Vol. XV. 1998. p. 47 – 53.

ROBINSON, F and M. Hancock. **Bats. Studies of the Bats of the Río Mazán Montane Rainforest Reserve, Ecuador 1986 and 1987.** En: Río Mazán Project 1987 Report. (McLean, D. and M. Hancock. Eds). Unpublished report. 1987.

ROMOLEROUX, K. **Rosaceae. En: Flora of Ecuador No 56.** (Harling, Gunnar and Lennard Andersson). Arlöv, Sweden. Impreso en Berlings, 1996.

ROMOLEROUX, K. Rosaceae. En: **Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000.** (Valencia, Renato; Nigel Pitman, Susana León-Yáñez y Meter M. Jørgensen, eds) Herbario QCA, Quito-Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2000.

SERRANO, Felipe. **Árboles y Arbustos del Bosque de Mazán, Tomo I.** Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado. Cuenca – Ecuador. EDIBOSCO. 1996.

SIERRA, R. **Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental.** Quito – Ecuador. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. 1999.

SIMPSON, Beryl. **Speciation and Specialization of *Polylepis* in the Andes.** En: High Altitude Tropical Biogeography (Vuilleumier, F. y M. Monasterio, eds). New York – USA. Oxford University Press. 1986.

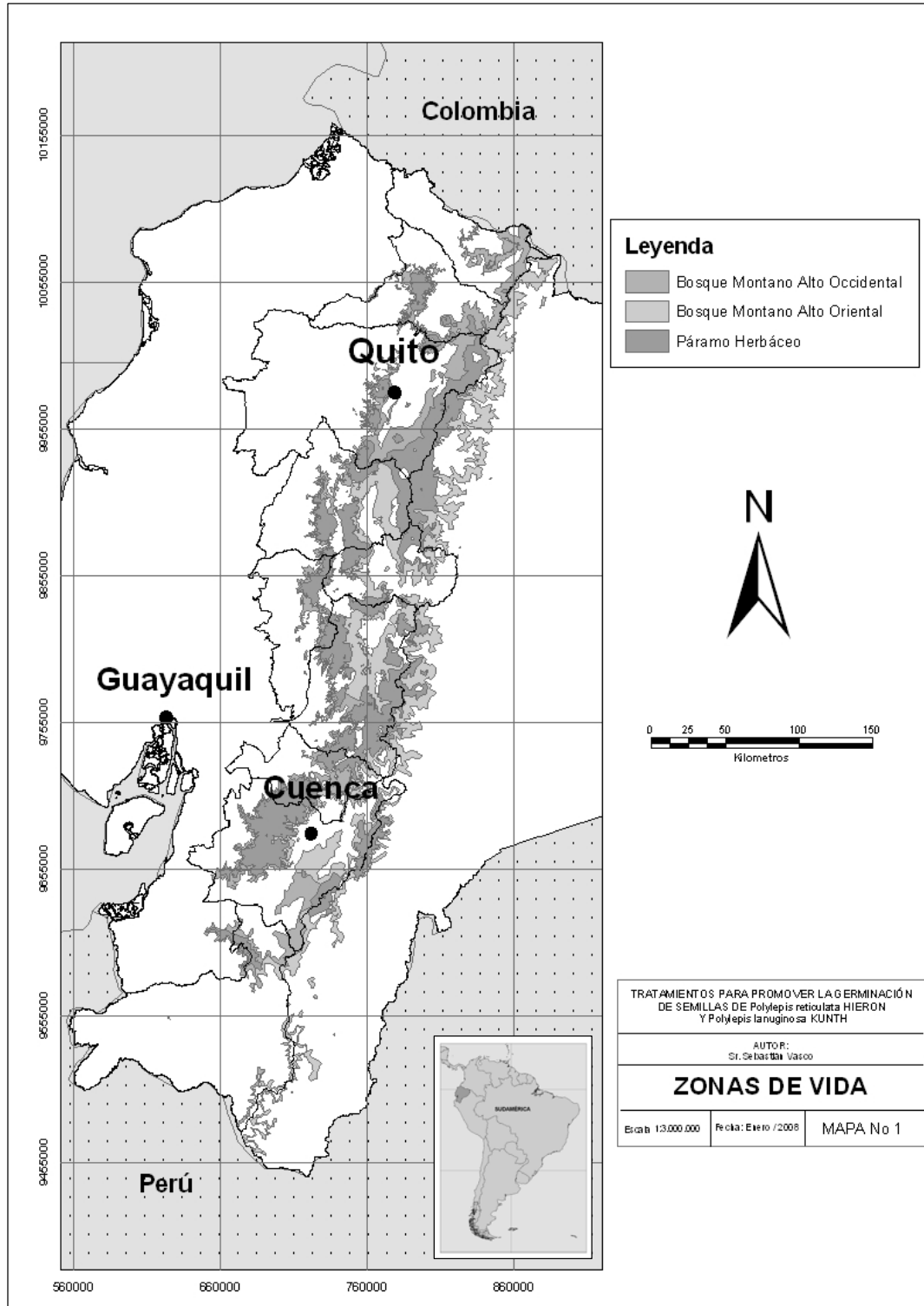
TIRIRA, D. **Guía de campo de los mamíferos del Ecuador.** Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. 2007.

TRANQUILLINI, W. **Physiological ecology of the alpine timberline. Tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps.** Ecological Studies 31. 1979. p. 1 – 137.

VALENCIA, Renato; Nigel Pitman, Susana León-Yáñez y Meter M. Jørgensen. **Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador 2000.** Herbario QCA, Quito-Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2000.

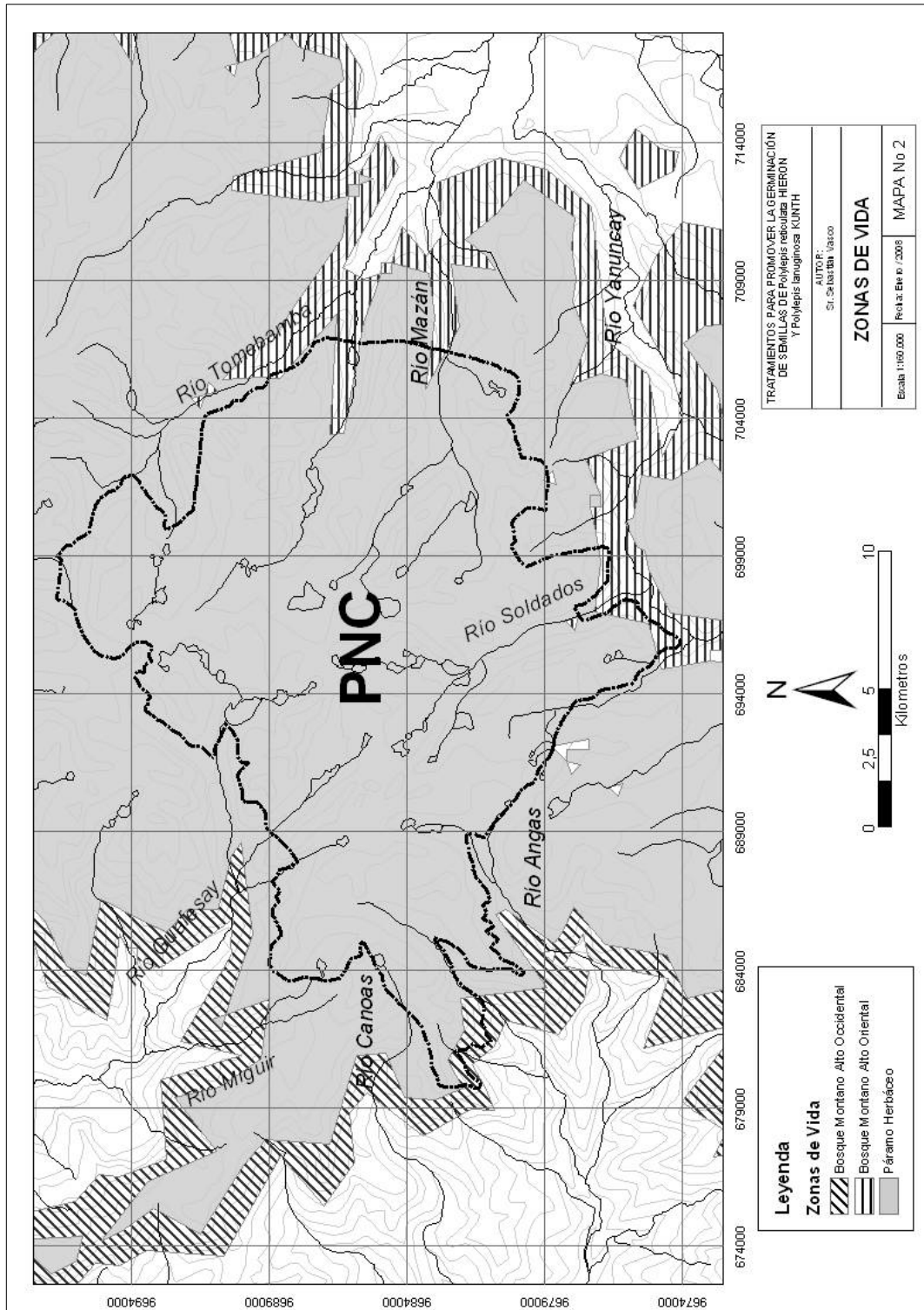
ANEXOS

ANEXO 1
Mapa de Zonas de Vida en la Sierra Alta del Ecuador



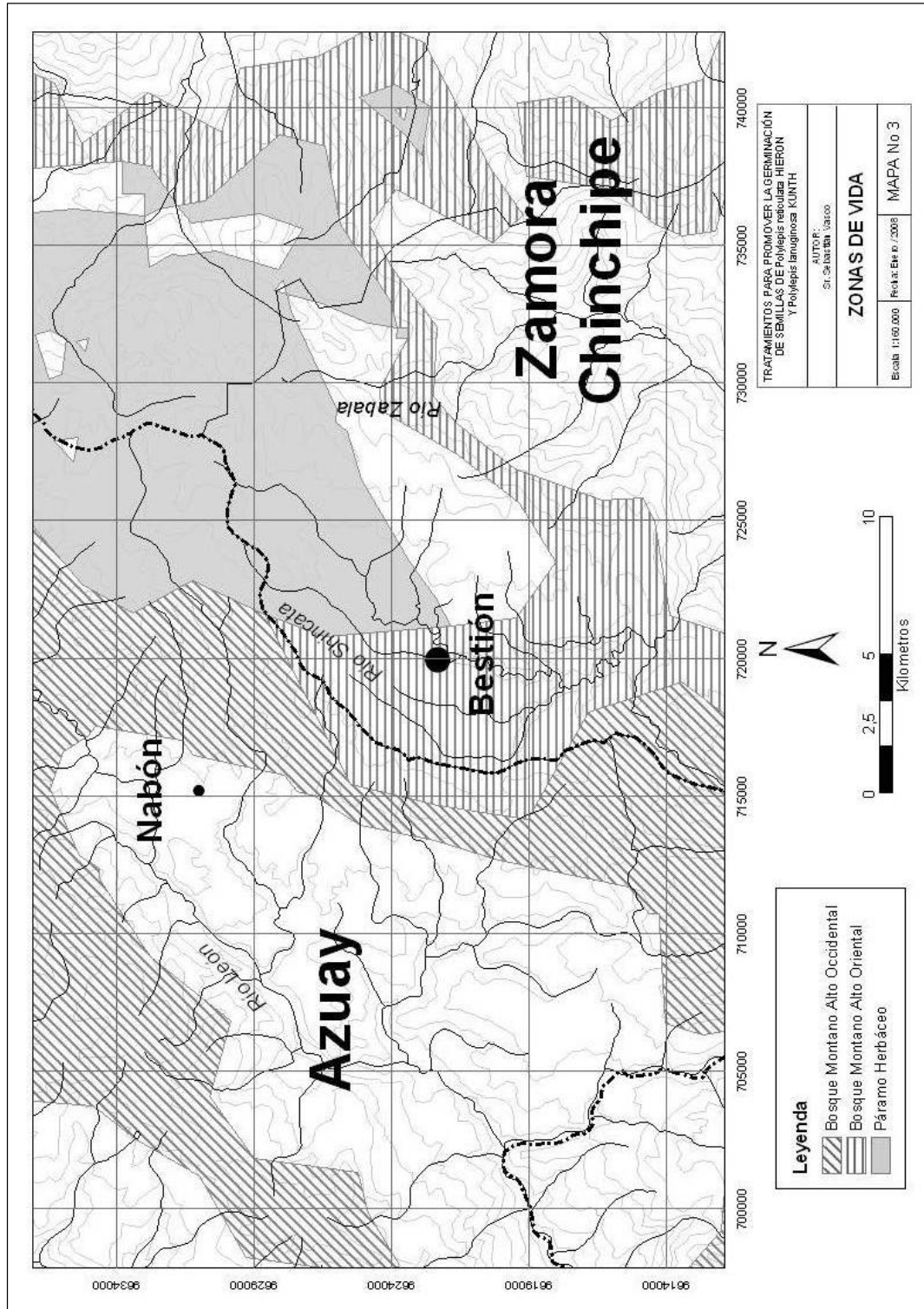
ANEXO 2

Mapa de Ubicación de Muestras en el Parque Nacional Cajas



ANEXO 3

Mapa de Ubicación de Muestras en la zona de Bestión



ANEXO 4

Cuadro de Germinación de semillas de *Polylepis reticulata* Hieron

| | | TRATAMIENTO | | | | | | | | | |
|---------|----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv |
| Bestión | 1 | 6 | 1 | 2 | 1 | 5 | 1 | 6 | 1 | 0 | |
| | 2 | 11 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | |
| | 3 | 9 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 0 | |
| | 4 | 8 | 4 | 1 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 1 | |
| | 5 | 12 | 5 | 1 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | |
| PNC | 6 | 5 | 6 | 4 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 0 | |
| | 7 | 15 | 7 | 3 | 7 | 2 | 7 | 3 | 7 | 1 | |
| | 8 | 6 | 8 | 4 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 2 | |
| | 9 | 10 | 9 | 1 | 9 | 6 | 9 | 3 | 9 | 0 | |
| | 10 | 10 | 10 | 1 | 10 | 7 | 10 | 4 | 10 | 0 | |

ANEXO 5

Cuadro de Germinación de semillas de *Polylepis lanuginosa* Kunth

| | TRATAMIENTO | | | | | | | | | |
|-----|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
| | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv | Caja | Indv |
| PNC | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 0 |
| | 2 | 9 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 5 | 3 | 3 |
| | 4 | 8 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 6 | 4 | 0 |
| | 5 | 7 | 5 | 0 | 5 | 2 | 5 | 3 | 5 | 1 |
| | 6 | 9 | 6 | 2 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 5 |
| | 7 | 10 | 7 | 1 | 7 | 1 | 7 | 2 | 7 | 2 |
| | 8 | 9 | 8 | 1 | 8 | 6 | 8 | 7 | 8 | 3 |
| | 9 | 5 | 9 | 4 | 9 | 4 | 9 | 5 | 9 | 1 |
| | 10 | 7 | 10 | 3 | 10 | 2 | 10 | 5 | 10 | 4 |

ANEXO 6
Control Fenológico de *Polylepis reticulata* Hieron

| Bosq | Ubica | Indv | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie | |
|------|---|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | PNC 698711W 9691607S 3991 msnm | 1 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FS | FS FS | |
| | | 2 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F FM | FM FM | FS FS | |
| | | 3 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FS | FS FS | A A |
| | | 4 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS |
| | | 5 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 6 | FS | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 7 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS |
| | | 8 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 9 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 10 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | FM FM | FM FS | FS FS | A A |
| 2 | PNC 698831W 9691619S 4013 msnm | 1 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F F | FM FM | FM FM | FS FS | |
| | | 2 | FS | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 3 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F F | FM FM | FM FS |
| | | 4 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 5 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F F | FM FM | FS FS |
| | | 6 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FM FS | FS A |
| | | 7 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F FM | FM FM | FS FS |
| | | 8 | FS | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 9 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 10 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FM FS | FS FS |
| 3 | Bestión 719426W 9619973S 3009 msnm | 1 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F F | F F | FM FM | FM FS | |
| | | 2 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F F | F F | FM FM | FM FS |
| | | 3 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FM | FS FS |
| | | 4 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 5 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 6 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 7 | FS | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 8 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F F | F FM | FM FM | FM FS |
| | | 9 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F F | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 10 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | F FM | FM FM |

A= Ausencia; F= Floración; FM= Fruto Maduro; FS= Fruto Seco

ANEXO 7
Control Fenológico de *Polylepis lanuginosa* Kunth

| Bosq | Ubica | Indv | Enero | Febre | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agost | Septi | Octub | Novie | Dicie | |
|------|---|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | PNC 689184W 9689403S 3224 msnm | 1 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FS | |
| | | 2 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | FM FM | FS FS | |
| | | 3 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 4 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | FM FM | FS FS | A A |
| | | 5 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | FM FM | FM FS | FS FS |
| | | 6 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS |
| | | 7 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS |
| | | 8 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | F F | F FM | FM FM | FS FS | A A |
| | | 9 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F FM | FM FM | FS FS | FS A |
| | | 10 | A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A A | A F | F F | FM FM | FM FS | FS FS |

A= Ausencia; F= Floración; FM= Fruto Maduro; FS= Fruto Seco

ANEXO 8Resultados del Análisis ANOVA – *Polylepis reticulata* Hieron**XLSTAT 7.5 - ANOVA**

Parámetros del Modelo:

| Parámetro | Valor | Desviación típica | t de Student | Pr > t | Límite inferior 95 % | Límite superior 95 % |
|---------------|--------|----------------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|
| Intersección | 9,000 | 0,673 | 13,368 | < 0,0001 | 7,643 | 10,357 |
| tratamiento-1 | 0,000 | - | - | - | - | - |
| tratamiento-2 | -7,000 | 0,869 | -8,054 | < 0,0001 | -8,752 | -5,248 |
| tratamiento-3 | -4,200 | 0,869 | -4,832 | < 0,0001 | -5,952 | -2,448 |
| tratamiento-4 | -4,900 | 0,869 | -5,638 | < 0,0001 | -6,652 | -3,148 |
| tratamiento-5 | -8,300 | 0,869 | -9,549 | < 0,0001 | -10,052 | -6,548 |
| sitio-1 | 0,000 | - | - | - | - | - |
| sitio-2 | 0,400 | 0,550 | 0,728 | 0,471 | -0,708 | 1,508 |

ANEXO 9Resultados del Análisis ANOVA – *Polylepis lanuginosa* Kunth**XLSTAT 7.5 - ANOVA**

Parámetros del modelo:

| Parámetro | Valor | Desviación típica | t de Student | Pr > t | Límite inferior 95 % | Límite superior 95 % |
|---------------|--------|----------------------|--------------|----------|-------------------------|-------------------------|
| Intersección | 7,500 | 0,501 | 14,960 | < 0,0001 | 6,490 | 8,510 |
| tratamiento-1 | 0,000 | - | - | - | - | - |
| tratamiento-2 | -5,800 | 0,709 | -8,181 | < 0,0001 | -7,228 | -4,372 |
| tratamiento-3 | -4,200 | 0,709 | -5,924 | < 0,0001 | -5,628 | -2,772 |
| tratamiento-4 | -3,100 | 0,709 | -4,372 | < 0,0001 | -4,528 | -1,672 |
| tratamiento-5 | -5,500 | 0,709 | -7,758 | < 0,0001 | -6,928 | -4,072 |

ANEXO 10

Recolección de frutos de *Polylepis reticulata* Hieron (Bestión, Zamora Chinchipe)



ANEXO 11

Racimos florales del género *Polylepis*.



Izq: Racimos florales de *Polylepis lanuginosa* Kunth. Der: Racimos florales de *Polylepis reticulata* Hieron.

ANEXO 12

Plántulas del género *Polylepis*



Plántulas de *Polylepis reticulata* Hieron. Origen: Caja 2, Tratamiento 2



Plántula de *Polylepis reticulata* Kunth. Origen: Caja 2, Tratamiento 2