



UNIVERSIDAD DE CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

# ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE SEMILLAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS AMBIENTALES

Proyecto Hidroeléctrico “Alto Maipo”

(Versión 6.0)

**Septiembre 2013**

**Autores:** Iván Grez, Andrea Choque y Angie Abarzua.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe corresponde a las actividades desarrolladas por el Centro Productor de Semillas y Árboles Forestales, CESAF, en el marco del análisis y almacenamiento de semillas de algunas de las especies nativas comprometidas para el cumplimiento de los compromisos ambientales suscritos por el Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo, ubicado en la precordillera de la Región Metropolitana. El documento da cuenta del desarrollo de las actividades y sus resultados, quedando algunos ensayos ejecutándose en CESAF, relacionados con especies altoandinas, que corresponden a una segunda etapa que se desprenden de los estudios hechos inicialmente.

Las campañas de terreno de colecta fueron efectuadas por la empresa consultora Estudios de Medio Ambiente y Gestión S.A. (+MG), en los sectores aledaños a los cajones de los ríos Colorado, Yeso y Volcán, que son parte del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. Las mismas tuvieron como principales objetivos los siguientes:

- Caracterización fenológica de las principales especies presentes en el listado florístico del proyecto.
- Selección de puntos para la recolección de las semillas dentro del área de influencia del proyecto.
- Recolección de semillas para su posterior propagación en Vivero Maitenes.

Las actividades solicitadas por +MG al Centro Productor de Semillas y Árboles Forestales son las siguientes:

- Recibir y almacenar las semillas colectadas durante la temporada 2013.
- Establecer la pertinencia del almacenamiento y análisis de acuerdo a la calidad del material recibido.
- Realizar los análisis recomendables para cada lote recibido, en función de las características propias de cada especie.

Se indica de forma referencial que las actividades de apresto de los frutos y/o semillas fue realizado por +MG.

## **2. PROSPECCIÓN Y COLECTA DE LAS ESPECIES DE INTERÉS**

La prospección y colecta de las especies de interés fue realizada por operadores de +MG durante la temporada 2013 procediendo a su apresto y almacenamiento inicial.

Cabe destacar que el material fue recibido en buenas condiciones salvo el caso de “Guindilla” que en su mayoría presentó un proceso de germinación interrumpido que se analizará en el ítem correspondiente.

## **3. ANÁLISIS DE LAS SEMILLAS RECIBIDAS**

Los frutos y semillas de las especies colectadas, fueron sometidos a actividades de apresto consistentes en selección y limpieza por parte de +MG. Una vez ingresados al CESAF, los lotes fueron pesados para verificar el peso registrado por +MG en el momento de ingreso, en forma paralela a la disposición de los lotes para su almacenamiento.

Los análisis prescritos corresponden, en todos los casos, a los recomendados bibliográficamente, complementados por el conocimiento generado por CESAF para cada una de las especies. La metodología corresponde a la estandarización normada por ISTA<sup>1</sup> que permite determinar todos los parámetros necesarios para la toma de decisiones respecto a germinación, almacenamiento y propagación de las especies consideradas.

Los parámetros básicos generados corresponden a:

- Número de semillas por kilogramo.
- Porcentaje de contenido de humedad de semillas
- Porcentaje de viabilidad<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ISTA: Asociación Internacional de Análisis de Semillas, creado en 1921 con el objetivo de estandarizar los análisis de semillas y facilitar su comercialización internacional, así como para respaldar la calidad de la semilla

<sup>2</sup> El criterio empleado para realizar análisis de corte o flotación y así determinar la viabilidad de las semillas, dependió del tamaño de la semilla y de sus características, así como de la experiencia adquirida por CESAF a través del tiempo

- Capacidad germinativa y energía germinativa para los tratamientos efectuados.

Todos los lotes de semillas se recibieron limpios y sin frutos, por lo tanto, en los análisis sólo se determinó el Número de Semillas por Kilo. Para determinar la viabilidad se utilizó ensayo de corte (se cortan las semillas y se observan las condiciones del embrión) o ensayo de flotación (las semillas se remojan en agua, revolviendo constantemente para favorecer su hidratación, de modo que las semillas viables, al aumentar su peso se hunden, mientras que las semillas vanas, en general, flotan).

A la fecha se han instalado 77 ensayos en las dependencias de CESAF, los cuales se desarrollaron con normalidad, salvo 14 de ellos que aún se mantienen en proceso. En el Cuadro N° 1 se muestran las fechas de instalación y término de los ensayos de germinación, en los lotes que corresponda, además de una fecha estimada de término de los análisis aún en proceso.

Es necesario hacer notar que los tratamientos pre-germinativos seleccionados, en muchos de los casos corresponden a escarificaciones químicas, estratificaciones frío húmedas o aplicación de auxinas, para romper con los diferentes tipos de latencia que presentan las especies. Lo anterior condiciona la duración de los mismos y en algunos aún se encuentran en desarrollo, como ha sido indicado anteriormente.

Además de lo anterior, se debe destacar que debido al tiempo que requieren los ensayos de germinación para obtener los resultados, se dio prioridad a la instalación de éstos, y luego se procedió con los análisis de semillas (NSK y porcentaje de contenido de humedad).

#### **4. SIEMBRA DE LAS SEMILLAS GERMINADAS**

A modo de aporte se intentará, de ser posible, la siembra de las semillas germinadas durante la realización de los ensayos. Lo anterior con el objeto de generar información respecto a los primeros estados de las plántulas y de ser exitoso aportar al número total de plantas en viverización.

Se destaca que esta actividad es a título experimental, dado que las condiciones ambientales no necesariamente son las favorables para las especies lo que aumenta la incertidumbre respecto a su viabilidad.

En estos casos, se ha dispuesto su siembra en bandejas (speedling) con sustrato de compost y arena (1:1) en dependencias del CESAF para, de ser exitosa, su posterior traslado a Vivero Maitenes.

Cabe destacar que esta actividad no necesariamente resultará exitosa, debido a que las fechas de siembra y repique no corresponden a las óptimas para cada especie. Lo anterior dificulta sensiblemente la calidad fitosanitaria de las plantas requiriendo de tratamientos específicos para superar los eventuales problemas.

Por tanto, no es posible, indicar la cantidad de plantas finales a obtener ni tampoco las especies, no obstante a la fecha, se han sembrado a lo menos mil cavidades y se continuará con el proceso conforme al desarrollo de los ensayos. Una vez obtenidos los resultados de este proceso, la información será enviada de modo de anexar nuevos antecedentes al proceso de viverización.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Estado de los ensayos

En el siguiente cuadro, se muestran las fechas de instalación y de término de los ensayos de germinación, en que su montaje dependió de la capacidad física de la cámara germinadora, de los tratamientos previos a aplicar a las semillas y de la experiencia adquirida por CESAF en priorizar las especies. Los lotes de las especies *Gymnophyton isatidicarpum*, *Laretia acaulis*, *Mulinum spinosum* y *Tetraglochin alatum*, fueron finalizados luego de un mes desde su instalación, y los resultados se muestran en el cuadro 2. Sin embargo, se decidió mantenerlos en proceso durante al menos un mes más, para observar si es posible obtener más antecedentes respecto a su proceso de germinación.

Cuadro 1. Fechas de instalación y término, cuando corresponde, de los lotes analizados.

Especie	Código (ID)	Fecha inicio	Fecha término
<i>Acacia caven</i>	51	05-06-2013	18-07-2013
<i>Acacia caven</i>	107	05-06-2013	18-07-2013
<i>Baccharis linearis</i>	263	25-06-2013	02-09-2013
<i>Baccharis linearis</i>	262	30-07-2013	02-09-2013
<i>Berberis empetrifolia</i>	178	18-06-2013	05-09-2013
<i>Cestrum parqui</i>	96	18-06-2013	05-08-2013
<i>Cestrum parqui</i>	26	25-07-2013	26-07-2013
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	72	30-07-2013	04-09-2013

<b>Especie</b>	<b>Código (ID)</b>	<b>Fecha inicio</b>	<b>Fecha término</b>
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	214	30-07-2013	04-09-2013
<i>Colletia hystrix</i>	134	05-06-2013	22-07-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	56	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	85	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	83	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	98	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	8	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	180	26-06-2013	06-09-2013
<i>Colliguaja integerrima</i>	212	26-06-2013	06-09-2013
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	48	06-08-2013	-
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	62	06-08-2013	-
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	196	06-08-2013	-
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	184	06-08-2013	-
<i>Haplopappus velutinus</i>	65	30-07-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	53	30-07-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	12	01-08-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	18	30-07-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	6	01-08-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	250	30-07-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	181	19-06-2013	05-08-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	255	30-07-2013	04-09-2013
<i>Haplopappus velutinus</i>	86	19-06-2013	05-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	189	03-07-2013	07-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	94	03-07-2013	07-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	132	03-07-2013	07-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	195	03-07-2013	07-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	243	03-07-2013	07-08-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	183	25-07-2013	02-09-2013
<i>Kageneckia angustifolia</i>	210	25-07-2013	26-08-2013
<i>Kageneckia oblonga</i>	157	19-06-2013	30-07-2013
<i>Kageneckia oblonga</i>	138	25-07-2013	02-09-2013
<i>Kageneckia oblonga</i>	190	25-07-2013	12-08-2013
<i>Laretia acaulis</i>	144	06-08-2013	-
<i>Laretia acaulis</i>	179	06-08-2013	-
<i>Lithraea caustica</i>	158	05-07-2013	06-09-2013
<i>Maytenus boaria</i>	156	05-07-2013	05-09-2013
<i>Maytenus boaria</i>	159	05-07-2013	05-09-2013
<i>Mulinum spinosum</i>	219	01-08-2013	-
<i>Porlieria chilensis</i>	43	05-07-2013	05-09-2013
<i>Porlieria chilensis</i>	36	05-07-2013	05-09-2013

Especie	Código (ID)	Fecha inicio	Fecha término
<i>Proustia cuneifolia</i>	251	30-07-2013	06-09-2013
<i>Proustia cuneifolia</i>	261	30-07-2013	06-09-2013
<i>Puya berteroniana</i>	30	01-08-2013	06-09-2013
<i>Schinus montanus</i>	61	05-07-2013	05-09-2013
<i>Schinus montanus</i>	19	05-07-2013	05-09-2013
<i>Schinus montanus</i>	182	05-07-2013	05-09-2013
<i>Schinus montanus</i>	213	05-07-2013	05-09-2013
<i>Schinus polygamus</i>	50	25-07-2013	04-09-2013
<i>Schinus polygamus</i>	46	18-06-2013	04-09-2013
<i>Schinus polygamus</i>	97	20-06-2013	04-09-2013
<i>Schinus polygamus</i>	11	01-08-2013	04-09-2013
<i>Schinus polygamus</i>	186	01-08-2013	04-09-2013
<i>Tetraglochin alatum</i>	73	06-08-2013	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	191	06-08-2013	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	252	06-08-2013	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	171	06-08-2013	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	209	06-08-2013	-
<i>Trevoa quinquinervis</i>	55	05-06-2013	22-07-2013
<i>Baccharis linearis</i>	269	01-08-2013	04-09-2013
<i>Baccharis linearis</i>	277	08-08-2013	04-09-2013
<i>Baccharis pingraea</i>	279	08-08-2013	09-09-2013
<i>Cestrum parqui</i>	275	01-08-2013	04-09-2013
<i>Cortaderia rudiusscula</i>	119	08-08-2013	09-09-2013
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	140	08-08-2013	-
<i>Kageneckia angustifolia</i>	165	08-08-2013	09-09-2013
<i>Puya berteroniana</i>	176	01-08-2013	09-09-2013
<i>Quillaja saponaria</i>	273	01-08-2013	04-09-2013
<i>Tetraglochin alatum</i>	187	08-08-2013	-
<i>Tetraglochin alatum</i>	258	08-08-2013	-

Ensayos concluidos  
 Ensayos en desarrollo

## 5.2 Ensayos concluidos

Para los ensayos de germinación, según la especie, se probaron los siguientes tratamientos pre-germinativos:

- Remojo en ácido sulfúrico por periodos de tiempo predeterminados,
- Remojo en ácido giberélico en distintas concentraciones y tiempo,

- Remojo en agua por 24 horas, que se realizó posterior a los dos tratamientos anteriores, para hidratar y oxigenar las semillas. Sin embargo, en otras ocasiones dependiendo de la especie, correspondió a un tratamiento por sí solo. En este último caso, el tratamiento de remojo en agua se acompañó de un testigo, correspondiente a siembra directa en placas Petri, en la cámara de germinación.

Luego de aplicados los tratamientos pre-germinativos, las semillas se dispusieron en placas Petri, con papel filtro como sustrato, y se hidrataron permanentemente con una solución del fungicida Pomarsol Forte 80% WG en solución de 2 g/litro.

El cuadro 2 muestra los resultados obtenidos en los análisis de semillas y ensayos de germinación

Cuadro 2. Resumen resultados análisis de semillas

Especie	ID <sup>3</sup>	NSK <sup>4</sup>	C. H. <sup>5</sup> (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. <sup>6</sup> (%)	E.G. <sup>7</sup> (%)
<i>Acacia caven</i>	51	7.652	7,4	95,5	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 60 min	90	83
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 90 min	87	79
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 120 min	86	64
<i>Acacia caven</i>	107	9.563	10,3	96	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 60 min	89	66
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 90 min	85	74
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 120 min	78	58
<i>Baccharis linearis</i>	263	3.952.569	13,4	10	Testigo	13	12
					Remojo agua por 24 h	43	29
<i>Baccharis linearis</i>	262	3.333.333	23,1	12	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h	3	3
<i>Berberis empetrifolia</i>	178	127.502	16,3	87,5	Remojo agua por 24 h	0	0
					Estratificación fría por 30 días	60	50
					Estratificación fría por 45 días	30	30

<sup>3</sup> ID. Corresponde al identificador de la muestra asignado en terreno al momento de la colecta y que resume la fecha, procedencia y especie a la que pertenece la semilla

<sup>4</sup> NSK. Número de semillas por kilo

<sup>5</sup> C.H. Contenido de humedad del lote de semillas, expresado en porcentaje

<sup>6</sup> C.G. Capacidad germinativa del lote de semillas, expresado en porcentaje

<sup>7</sup> E.G. Energía germinativa del lote de semillas, expresado en porcentaje



Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Cestrum parqui</i>	96	150.236	7,9	100	Testigo	96	69
					Remojo agua por 24 h	92	67
<i>Cestrum parqui</i>	26	148.429	8,1	82,5	Testigo	96	48
					Remojo agua por 24 h	98	63
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	72	517.598	9,7	12	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h	0	0
<i>Chuquiraga oppositifolia</i>	214	469.263	11,1	10	Testigo	1	1
					Remojo agua por 24 h	0	0
<i>Colletia hystrix</i>	134	152.364	7,6	20	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 5 min	0	0
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 10 min	2	0
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 15 min	0	0
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 20 min	0	0
<i>Colliguaja integerrima</i>	56	3.189	7,5	89	Testigo	49	33
					Remojo agua por 24 h	38	23
<i>Colliguaja integerrima</i>	85	3.868	6,8	79	Testigo	32	14
					Remojo agua por 24 h	46	31
<i>Colliguaja integerrima</i>	83	3.360	6,2	87	Testigo	67	47
					Remojo agua por 24 h	45	25
<i>Colliguaja integerrima</i>	98	2.922	5,9	87	Testigo	62	29
					Remojo agua por 24 h	31	25
<i>Colliguaja integerrima</i>	8	3.367	9,2	90	Testigo	38	19
					Remojo agua por 24 h	47	31
<i>Colliguaja integerrima</i>	180	2.925	5,9	85	Testigo	43	16
					Remojo agua por 24 h	31	14
<i>Colliguaja integerrima</i>	212	3.147	5,2	86	Testigo	57	15
					Remojo agua por 24 h	34	8
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	48	314.070	11,4	42,5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	62	233.699	11,9	60	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	196	286.862	10,3	55	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	184	344.027	8,5	42,5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	1	1
<i>Haplopappus velutinus</i>	65	481.232	11	60	Testigo	46	19
					Remojo agua por 24 h	51	19
<i>Haplopappus velutinus</i>	53	584.454	9,2	65	Testigo	53	13
					Remojo agua por 24 h	72	29
<i>Haplopappus velutinus</i>	12	494.560	9,4	75	Testigo	57	23
					Remojo agua por 24 h	38	18
<i>Haplopappus velutinus</i>	18	562.114	9,9	55	Testigo	27	11
					Remojo agua por 24 h	44	16
<i>Haplopappus velutinus</i>	6	516.262	11,9	68	Testigo	33	26
					Remojo agua por 24 h	48	32
<i>Haplopappus velutinus</i>	250	717.360	9,4	38	Testigo	12	6
					Remojo agua por 24 h	14	7
<i>Haplopappus velutinus</i>	181	492.126	8,8	77,5	Testigo	37	16
					Remojo agua por 24 h	46	18
<i>Haplopappus velutinus</i>	255	573.723	12	70	Testigo	44	26
					Remojo agua por 24 h	52	31
<i>Haplopappus velutinus</i>	86	529.451	8,7	84,3	Testigo	43	30
					Remojo agua por 24 h	59	24
<i>Kageneckia angustifolia</i>	189	129.279	8,5	98	Testigo	95	36
					Remojo agua por 24 h	96	55
<i>Kageneckia angustifolia</i>	94	164.508	8,4	97	Testigo	86	35
					Remojo agua por 24 h	94	56
<i>Kageneckia angustifolia</i>	132	163.006	8,3	99	Testigo	97	49
					Remojo agua por 24 h	99	49
<i>Kageneckia angustifolia</i>	195	164.629	8,7	99	Testigo	84	66
					Remojo agua por 24 h	91	44
<i>Kageneckia angustifolia</i>	243	175.231	6,1	100	Testigo	79	72
					Remojo agua por 24 h	67	46
<i>Kageneckia angustifolia</i>	183	124.618	8,9	85,4	Testigo	60	52
					Remojo agua por 24 h	62	42
<i>Kageneckia angustifolia</i>	210	121.337	8,1	94,5	Testigo	95	54
					Remojo agua por 24 h	90	49
<i>Kageneckia oblonga</i>	157	185.082	9	93	Testigo	79	63
					Remojo agua por 24 h	96	67

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Kageneckia oblonga</i>	138	185.348	8,5	89	Testigo	61	59
					Remojo agua por 24 h	59	43
<i>Kageneckia oblonga</i>	190	284.455	8,4	94,5	Testigo	96	91
					Remojo agua por 24 h	92	91
<i>Laretia acaulis</i>	144	93.149	8,8	47,5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Laretia acaulis</i>	179	78.513	7,3	44	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Lithraea caustica</i>	158	16.281	12,4	30	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 30 días	5	5
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 60 días	4	4
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 30 días	3	3
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 60 días	2	2
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 120 min y estratificación fría 30 días	7	6
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 120 min y estratificación fría 60 días	6	6
<i>Maytenus boaria</i>	156	44.017	9,7	53	Remojo en agua y estratificación fría 30 días	72	33
					Remojo en agua y estratificación fría 45 días	33	38
					Remojo en agua y estratificación fría 60 días	40	34
<i>Maytenus boaria</i>	159	36.331	10	74	Remojo en agua y estratificación fría 30 días	1	1
					Remojo en agua y estratificación fría 45 días	1	1
					Remojo en agua y estratificación fría 60 días	0	0
<i>Mulinum spinosum</i>	219	91.218	5,7	57,5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Porlieria chilensis</i>	43	11.568	12,3	89	Remojo en GA <sub>3</sub> 400 ppm	10	10
					Remojo en agua y estratificación fría x 30 días	5	4
					Remojo en agua y estratificación fría x 45 días	4	4

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Porlieria chilensis</i>	36	14.686	11,9	95	Remojo en GA <sub>3</sub> 400 ppm	2	2
					Remojo en agua y estratificación fría x 30 días	0	0
					Remojo en agua y estratificación fría x 45 días	0	0
<i>Proustia cuneifolia</i>	251	789.266	10,5	30	Testigo	7	7
					Remojo agua por 24 h	3	3
<i>Proustia cuneifolia</i>	261	696.864	13	23	Testigo	6	5
					Remojo agua por 24 h	18	17
<i>Puya berteroniana</i>	30	1.739.130	12,2	92	Testigo	78	21
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	57	54
<i>Schinus montanus</i>	61	30.505	8,9	90	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 30 días	63	32
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación. fría 60 días	40	29
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 30 días	80	28
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 60 días	63	44
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 30 días	84	35
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 60 días	55	36
<i>Schinus montanus</i>	19	34.491	9,6	95	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 30 días	30	31
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 60 días	58	35
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 30 días	26	50
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 60 días	53	32
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 30 días	19	33
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 60 días	55	4
<i>Schinus montanus</i>	182	31.124	9,1	30	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 30 días	23	18
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 60 días	21	16
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 30 días	49	36
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 60 días	83	46

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 30 días	43	30
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 60 días	76	45
<i>Schinus montanus</i>	213	39.068	10,2	17,5	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 30 días	24	24
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30 min y estratificación fría 60 días	20	31
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 30 días	38	17
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 60 min y estratificación fría 60 días	25	24
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 30 días	29	25
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 90 min y estratificación fría 60 días	22	18
<i>Schinus polygamus</i>	50	91.241	11,2	22,5	Testigo	2	1
					Remojo agua por 24 h	28	23
<i>Schinus polygamus</i>	46	85.105	10,8	30	Testigo	4	4
					Remojo agua por 24 h	24	30
<i>Schinus polygamus</i>	97	90.397	9,8	10	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h	0	0
<i>Schinus polygamus</i>	11	94.922	8,6	27,5	Testigo	4	3
					Remojo agua por 24 h	9	9
<i>Schinus polygamus</i>	186	58.849	14,2	90	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h	5	3
<i>Tetraglochin alatum</i>	73	76.671	8,6	67,5	Testigo	62	53
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	48	18
<i>Tetraglochin alatum</i>	191	155.842	5,6	27	Testigo	2	2
					Remojo agua 24 h+luz diaria (hundidas)	0	0
					Remojo agua 24 h+luz diaria (flotadas)	1	1
<i>Tetraglochin alatum</i>	252	122.643	8,1	40	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Tetraglochin alatum</i>	171	110.708	7	40	Testigo	32	17
					Remojo agua 24 h+luz diaria (hundidas)	0	0
					Remojo agua 24 h+luz diaria (flotadas)	28	11

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Tetraglochin alatum</i>	209	151.057	5,5	51	Testigo	2	2
					Remojo agua 24 h+luz diaria (hundidas)	0	0
					Remojo agua 24 h+luz diaria (flotadas)	1	1
<i>Trevoa quinquinervis</i>	55	85.632	8,2	28	Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 5 min	20	22
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 10 min	18	23
					Remojo H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> x 15 min	18	15
<i>Baccharis linearis</i>	269	2.030.457	11,9	60	Testigo	10	6
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	18	18
<i>Baccharis linearis</i>	277	4.700.353	12,8	5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Baccharis pingraea</i>	279	5.134.788	11,2	62,5	Testigo sin vilano	45	32
					Remojo agua por 24 h + luz diaria, sin vilano	28	15
					Testigo con vilano	52	45
					Remojo agua por 24 h + luz diaria, sin vilano	53	42
<i>Cestrum parqui</i>	275	134.844	11,1	100	Testigo	80	39
					Remojo agua por 24 h	88	52
<i>Cortaderia rudiusscula</i>	119	3.663.004	21	8	Testigo	12	12
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	32	23
<i>Gymnophyton isatidicarpum</i>	140	247.831	10,7	77,5	Testigo	0	0
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	0	0
<i>Kageneckia angustifolia</i>	165	138.141	8,4	95	Testigo	93	86
					Remojo agua por 24 h	100	34
<i>Puya berteroniana</i>	176	3.325.021	11,3	99	Testigo	69	63
					Remojo agua por 24 h + luz diaria	26	17
<i>Quillaja saponaria</i>	173	240.269	11,4	57,5	Testigo	16	15
					Remojo agua por 24 h	24	20
<i>Tetraglochin alatum</i>	187	139.179	8,3	60	Testigo	33	25
					Remojo agua 24 h+luz diaria (hundidas)	0	0
					Remojo agua 24 h+luz diaria (flotadas)	45	45

Especie	ID	NSK	C. H. (%)	Viabilidad (%)	Tratamientos	C.G. (%)	E.G. (%)
<i>Tetraglochin alatum</i>	258	83.875	8,6	70	Testigo	79	56
					Remojo agua 24 h+luz diaria (hundidas)	76	35
					Remojo agua 24 h+luz diaria (flotadas)	53	41

### 5.3 Resultados por especie

#### - *Acacia caven* (lotes 51 y 107)

El tratamiento pre-germinativo aplicado en ambos lotes corresponde a remojo en ácido sulfúrico por diferentes periodos de tiempo: 60 minutos (T1), 90 minutos (T2) y 120 minutos (T3). Luego, las semillas se lavaron para eliminar el ácido y fueron remojadas en agua por 24 h con el objetivo de hidratarlas y oxigenarlas. En ambos lotes, el remojo por 60 minutos mostró los mejores resultados en cuanto a capacidad germinativa (90% el lote 51 y 89% el 107) y energía germinativa (83% el lote 51 y 66% el lote 107).

#### - *Baccharis linearis* (lotes 263-262-269-277)

Para esta especie fueron instalados los cuatro lotes en distintas fechas. Los tratamientos aplicados fueron: Testigo (T0) y remojo en agua por 24 h (T1). El lote 263 mostró los mejores resultados en ambos tratamientos (43% y 13% de capacidad germinativa para T1 y T0, respectivamente), mientras que el lote 262 sólo tuvo resultados en el tratamiento con remojo en agua, alcanzando sólo 3% en la capacidad germinativa. En el lote 277 no se registraron semillas germinadas.

#### - *Berberis empetrifolia* (lote 178)

Este lote presenta una viabilidad de 87%. Los tratamientos pre-germinativos aplicados corresponden a remojo en agua por 24 h (T1), estratificación fría por 30 (T2) y 45 días (T3). El mejor resultado es la estratificación fría por 30 días, con una capacidad germinativa de 60%.

#### - *Baccharis pingraea* (lote 279)

En esta especie se probó el efecto del vilano en la germinación de las semillas. Para ello, el ensayo de germinación compuesto por Testigo y remojo en agua por 24 h, se realizó en semillas con y sin vilano. Los resultados obtenidos en este lote

muestran que la presencia de vilano en las semillas no es significativo en el proceso de germinación. Los resultados en cuanto a capacidad germinativa varían entre 25 y 53%, y el mejor tratamiento corresponde al remojo en agua con vilano.

- *Cestrum parqui* (lotes 96 y 26)

Para esta especie se aplicaron dos tratamientos pre-germinativos: Testigo (T0) y remojo en agua por 24 hrs (T1). En los ensayos de corte se obtuvo una viabilidad de 100% y 82,5% para el lote 96 y 26 respectivamente. En lote 96, luego de 38 días en la cámara de germinación, se obtuvo una capacidad germinativa de 92% para T0 y 96% para el remojo en agua (energía germinativa de 69% para el testigo y 67% para el remojo en agua). En el lote 26, luego de 32 días, la capacidad germinativa de T1 fue de 98%, levemente superior al Testigo, 96%.

- *Colletia hystrix* (lote 134)

Para esta especie se utilizó como tratamiento pre-germinativo el remojo en ácido sulfúrico por distintos periodos de tiempo: 5 minutos (T1), 10 minutos (T2), 15 minutos (T3) y 20 minutos (T4). Una vez retiradas del ácido, las semillas fueron enjuagadas y remojadas en agua por 24 h, para hidratarlas y oxigenarlas. Al ser retiradas del agua, se calculó la viabilidad del lote de semillas mediante ensayo de flotación, obteniéndose una viabilidad de 20%. Luego de 45 días, sólo se obtuvo una semilla germinada en el tratamiento de 10 minutos, lo que se traduce en una capacidad germinativa de 2%. En los otros ensayos, al no mostrar semillas germinadas, la capacidad germinativa es de 0%.

- *Colliguaja integerrima* (lotes 56-85-83-98-8-180-212)

En todos los lotes se aplicó remojo en agua por 24 h (T1) y testigo (T0), el que corresponde a las semillas sin tratamiento pre-germinativo. El mejor resultado se presenta en el testigo del lote 83, con una capacidad germinativa de 67% (el remojo en agua de este lote presenta una capacidad de germinativa de 45%). En los lotes 56, 83, 98 y 212 el tratamiento testigo muestra mejores resultados en cuanto a capacidad germinativa que el remojo en agua.

- *Haplopappus velutinus* (lotes 65-53-12-18-6-250-255-86-181)

Los ensayos de estos lotes fueron instalados a fines de julio y principios de agosto, siendo los tratamientos aplicados testigo y remojo en agua por 24 h. El mejor resultado se obtuvo en el lote 53, con una capacidad germinativa de 72%. En general, el remojo en agua por 24 h mostró mejores resultados que el tratamiento testigo, sólo en el lote 12 el testigo mostró una capacidad germinativa mayor que el remojo en agua.



- *Kageneckia angustifolia* (lotes 189-94-132-195-243-183-210-165)

Para estas semillas los tratamientos fueron: Testigo (T0) y remojo en agua por 24 h (T1). En todos los lotes, la capacidad germinativa de ambos tratamientos (testigo y remojo en agua) varía entre 60 y 100%, y en general, el mejor resultado se presenta en las semillas sometidas a remojo en agua. El lote 183 es el que presenta los resultados más bajos (62% y 60% de capacidad germinativa para T1 y T0, respectivamente) y el lote 243 muestra mejor resultado el tratamiento testigo.

- *Kageneckia oblonga* (lotes 157-138-190)

Para estos lotes se aplicó también remojo en agua por 24 h (T1) y testigo (T0). Los resultados de los dos lotes terminados son disímiles, sólo el lote 157 muestra mejor respuesta al remojo en agua, con una capacidad germinativa de 96% (79% el testigo). En el caso de los lotes 138 y 190, en ambos casos, el tratamiento testigo muestra los mejores resultados en cuanto a la capacidad germinativa, 61% y 96% respectivamente, sin embargo, ambos resultados no varían significativamente con el remojo en agua, cuyos valores para este parámetro son 59% y 92%.

- *Lithraea caustica* (lote 158)

Para esta especie, el tratamiento pre-germinativo corresponde a remojo en ácido sulfúrico por 60, 90 y 120 minutos y luego, estratificación fría por 30 y 60 días. Luego de los 30 y 60 días, las semillas fueron dispuestas en placas Petri. En general, este lote mostró baja capacidad germinativa en todos los tratamientos aplicados, y el mejor resultado se obtuvo con el remojo en ácido sulfúrico por 120 minutos y estratificación fría por 30 días.

Hacia el final del ensayo se observó la presencia de hongos en las semillas, pero en cantidad reducida, y no afectó la germinación.

- *Maytenus boaria* (lotes 156 y 159)

Se realizó en primer lugar, la extracción del arilo que cubre las semillas. Luego, los tratamientos fueron remojo en agua por 24 h (T1) y estratificación fría por 30 días (T2), 45 días (T3) y 60 días (T4). Después de la estratificación, se instalaron los ensayos de ambos lotes. El lote 156 prácticamente no presenta semillas germinadas en ninguno de los tratamientos, mientras que el lote 159 muestra mejores resultados en los tres tratamientos aplicados. En este lote, el mejor resultado se observa con la estratificación por 30 días, que mostró una capacidad germinativa de 72%.

- *Porlieria chilensis* (lotes 36 y 43)

Para esta especie, los tratamientos pre-germinativos corresponden a estratificación fría por 30 días (T1), 45 días (T2), y remojo en ácido giberélico en solución de 400 ppm (T3). Luego del remojo en ácido, las semillas fueron dispuestas en placas Petri en la cámara de germinación. En ambos lotes, todas las repeticiones fueron atacadas por hongos, y la capacidad germinativa no superó el 5%. Luego de la estratificación por 30 y 45 días, se instalaron los ensayos de germinación en placas Petri, pero se presentó nuevamente un ataque de hongos en todos los ensayos. Las semillas fueron lavadas, se cambiaron las placas y el papel filtro, por último se traspasaron a bolsas con arena, pero ninguna medida resultó efectiva, lo que perjudicó el desarrollo adecuado del ensayo, levantándose luego de un mes. El mejor resultado se presentó en el lote 43, con el tratamiento de remojo en ácido giberélico, cuya capacidad germinativa fue de 10%.

- *Schinus montanus* (lotes 61,19,182 y 213)

Para esta especie, el tratamiento pre-germinativo corresponde a remojo en ácido sulfúrico por distintos periodos de tiempo: 30 minutos (T1), 60 minutos (T2) y 90 minutos (T3) y luego, estratificación fría por 30 y 60 días. Al término de la estratificación, se instalaron los ensayos de germinación. Luego de ambas estratificaciones se observaron semillas germinadas durante el proceso de estratificación de 30 días. El lote que mostró mejores resultados fue el 61, y el mejor tratamiento corresponde remojo en ácido sulfúrico por 60 minutos y estratificación de 30 días, que mostró una capacidad germinativa de 80%.

- *Schinus polygamus* (lotes 50, 46, 97, 11 y 186)

El tratamiento para esta especie es el remojo en agua por 24 h (T1) y Testigo (T0). La viabilidad de los lotes 11, 50 y 186 no ha superado el 30%, En general, todos los lotes mostraron una baja capacidad germinativa y el mejor resultado se observó en el lote 50, con el remojo en agua, que mostró una capacidad germinativa de 28%.

- *Trevoa quinquinervis* (lote 55)

En estas semillas se aplicó remojo en ácido sulfúrico por 5, 10 y 15 minutos. Luego de 45 días, el mejor resultado se obtuvo con el remojo por 5 minutos, que presenta una capacidad germinativa de 20%, y energía germinativa de 22%. La viabilidad de este lote es de 28% y fue calculada mediante ensayo de flotación, aplicado luego del remojo en agua por 24 h.

## 5.4 Situaciones especiales

Es necesario destacar que las especies *Gymnophyton isatidicarpum* y las altoandinas *Laretia acaulis*, *Mulinum spinosum* y *Tetraglochin alatum*, han requerido mayor investigación, antes de realizar el ensayo. Dado los bajos resultados en germinación obtenidos en experiencias previas del CESAF y la escasa información disponible, se requirió de mayor tiempo para decidir cuál(es) tratamiento(s) eran los más recomendados para aplicar. Finalmente se decidió que para las cuatro especies antes mencionadas, los tratamientos a ensayar serían testigo (T0) y remojo en agua por 24 h, con luz diaria durante 8 horas aproximadamente durante el proceso de germinación (T1). Cabe destacar, que a la fecha, sólo *Tetraglochin alatum* y *Gymnophyton isatidicarpum* han tenido respuesta a los tratamientos y poseen semillas germinadas.

En el caso de *Tetraglochin. alatum*, la viabilidad de los lotes analizados varió entre 25 y 70%, sin embargo, en algunos casos luego del remojo en agua, un alto porcentaje de las semillas flotó lo que hizo presumir que eran inviables. Lo anterior, llevó a realizar un ensayo de corte para comprobar su viabilidad, descubriéndose un embrión bien desarrollado, por tanto se optó por instalar un nuevo tratamiento con las semillas que flotaron (T2), las cuales preliminarmente han mostrado germinación. Los resultados obtenidos luego de un mes de germinación, se muestran en el cuadro 2.

En el caso de Guindilla, se optó por no hacer intentos de ensayar, dado que se recibieron las semillas con un alto número de las mismas que, de acuerdo a las observaciones realizadas por CESAF, se presume que habían interrumpido su proceso de germinación, puesto que se apreció un incipiente desarrollo del embrión. Lo anterior lleva a recomendar la realización de almácigos a modo de realizar un seguimiento al proceso de germinación para evaluar la calidad de las semillas, así como adelantar la colecta. A modo de prueba, se tomó una muestra de 25 semillas del lote 80, se remojaron en agua por 24 h y luego en almácigo, en la cámara de germinación a 25° C aproximadamente. Luego de un mes, no se han observado resultados.

## 6 Conclusiones

Los ensayos se desarrollaron con normalidad y según la programación establecida, salvo para el caso de las especies alto andinas que requirió de más tiempo del inicialmente planificado.

Los resultados finales de los análisis de la mayoría de las semillas consideradas, estuvieron listos a mediados de septiembre del presente año, salvo el caso indicado de mejoras a los tratamientos propuestos originalmente que serán entregados a la brevedad.

Se ha realizado la entrega del total de semillas a solicitud de +MG para su distribución al vivero, las que consideran las correspondientes a almacenamiento (53.009,5 kg) y un remanente de los análisis de parámetros físicos y de germinación (3.020,7 kg aproximadamente)

Las semillas germinadas en el desarrollo de los análisis, han sido dispuestas para su repique en contenedores speedling intentando viverizarlas a título experimental y no es posible aventurar el número final de plantas plantables a obtener.

A diferencia de lo que ocurriría en un refrigerador convencional, el almacenamiento de las semillas en cámara con control de temperatura y humedad favorece la mantención de las semillas y evita la pérdida de viabilidad, además proporcionaría condiciones similares a una estratificación fría, situación que eventualmente podría favorecer los procesos germinativos posteriores, en especial de las especies alto andinas.