



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
**CATOLICA**  
**DE VALPARAISO**

**Facultad de Agronomía**

Escuela de Agronomía  
www.agronomia.ucv.cl

Calle San Francisco s/n, La Palma, Quillota  
Casilla 4-D  
Tel: (56-32) 2274501  
Fax: (56-32) 2274570

**CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE ESPECIES NATIVAS EN LA MINA EL SOLDADO**

**PROPUESTA TÉCNICA**

Responsable: Eduardo A. Oyanedel, Ing. Agr., Ph.D., Profesor de Horticultura PUCV

Duración total: 53 días (ver carta Gantt adjunta)

**Descripción de las actividades**

**1. Identificación de los sitios de muestreo.**

Visita a terreno con un representante de la empresa. Selección de los sitios de muestreo en base a planimetría y posteriormente marcaje del sector y georeferenciación.

**2. Caracterización fisiológica, morfológica y de la anatomía de las hojas**

a. **Variables fotosintéticas.** Se medirá la fotoinhibición y la eficiencia cuántica del fotosistema II mediante un flurómetro modulado, en muestras de hoja adaptadas a la oscuridad por 10 minutos. También se medirá la conductancia estomática mediante un porómetro. Se tomarán datos cada una hora en la ladera norte (peumo) y en la ladera sur (quillay), entre las 8:00 y las 20:00 horas. Los árboles serán marcados con pintura *spray* y georeferenciados; se tomará una foto digital de cada espécimen y se registrará el perímetro del tronco a 50 cm desde la corona. Las mediciones se realizarán dentro del área de influencia de la mina y fuera de ella (Cuesta El Melón). En total se medirá en 4 árboles.

| Ítem                                           | Cantidad                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos        | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón                                                          |
| Especies de bosque nativo a muestrear          | 1. Peumo<br>2. Quillay                                                                                                             |
| Número de hojas en las que se tomarán muestras | 5 por hora en cada espécimen                                                                                                       |
| Número de especímenes a muestrear              | 4                                                                                                                                  |
| Datos a registrar                              | 1. Fotoinhibición ( $F_v/F_m$ )<br>2. Eficiencia cuántica del fotosistema II ( $\Phi_{II}$ )<br>3. Conductancia estomática ( $g$ ) |

b. **Análisis de las características anatómicas de las hojas.** Se analizarán 4 especímenes de 2 especies (peumo y quillay), dentro y fuera del área de influencia de la mina. Se tomarán 3 muestras de cada espécimen, del sector basal, medio y alto de cada árbol. Las muestras consistirán en secciones de hoja de 2 x 5 mm, las cuales serán mantenidas en una solución de fijación. Las muestras luego serán analizadas en un microscopio

**pucv.cl**

Av. Brasil 2950 . Casilla 4059  
Valparaíso . Chile  
Tel: (56-32) 2273000  
Fax: (56-32) 2273183



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
**CATOLICA**  
**DE VALPARAISO**

**Facultad de Agronomía**

Escuela de Agronomía  
www.agronomia.ucv.cl

Calle San Francisco s/n, La Palma, Quillota  
Casilla 4-D  
Tel: (56-32) 2274501  
Fax: (56-32) 2274570

electrónico de barrido, y se registrará en placas fotográficas 3 sectores de cada muestra: ambas caras de la hoja y un corte transversal. En total se analizarán 12 muestras. Las muestras de microscopía electrónica de barrido se analizarán en la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

| Ítem                                           | Cantidad                                                                  |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos        | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón |
| Especies de bosque nativo a muestrear          | 1. Peumo<br>2. Quillay                                                    |
| Número de hojas en las que se tomarán muestras | 3 en cada espécimen (sector basal, medio y alto)                          |
| Número de especímenes a muestrear              | 4                                                                         |
| Número de muestras                             | 12                                                                        |
| Datos a registrar                              | Imágenes de la superficie foliar y tejidos internos.                      |

c. **Caracterización morfológica de las hojas.** En el laboratorio las hojas serán escaneadas; con un software de análisis de imagen se determinará el área foliar y el porcentaje de la superficie con color verde, amarillo o café. Con el mismo software se hará una caracterización de la forma, margen y posibles alternaciones en la hoja por herbivoría u otros fenómenos. La caracterización de las hojas mediante análisis de imagen se realizará en el Laboratorio de Semillas de la Facultad de Agronomía PUCV.

| Ítem                                    | Cantidad                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón<br>3. Huerto de paltos cerca de la localidad de El Melón                                                                                                                |
| Especies de bosque nativo a muestrear   | 1. Quillay<br>2. Boldo<br>3. Peumo                                                                                                                                                                                                                |
| Especies cultivadas a muestrear         | 4. Palto                                                                                                                                                                                                                                          |
| Número de hojas a muestrear             | 30 en cada tercio del árbol (180 por espécimen)                                                                                                                                                                                                   |
| Número de especímenes a muestrear       | 7 (3 especies nativas en 2 localidades + palto)                                                                                                                                                                                                   |
| Número de análisis foliares             | 21 (7 especímenes, 3 sectores del árbol)                                                                                                                                                                                                          |
| Variables a medir en el laboratorio     | 1. Área foliar<br>2. Forma de la hoja<br>3. Características del margen<br>4. Porcentaje del área de la lámina foliar con color verde, amarillo o café<br>5. Porcentaje del área de la lámina foliar con daño por herbivoría u otras alteraciones. |

d. **Medición de variables climáticas y porcentaje de humedad del suelo.** En los mismos lugares donde se tomarán los datos de fotosíntesis (2.a.) se medirá cada una hora la radiación fotosintéticamente activa, humedad relativa y temperatura. Con un barreno se tomarán 8 muestras de suelo (a 30 y 60 cm de profundidad, dentro y

**pucv.cl**

Av. Brasil 2950 . Casilla 4059  
Valparaíso . Chile  
Tel: (56-32) 2273000  
Fax: (56-32) 2273183



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
**CATOLICA**  
DE VALPARAISO

**Facultad de Agronomía**

Escuela de Agronomía  
www.agronomia.ucv.cl

Calle San Francisco s/n, La Palma, Quillota  
Casilla 4-D  
Tel: (56-32) 2274501  
Fax: (56-32) 2274570

fuera de la mina, en ladera norte y en ladera sur). Las muestras de suelo se enviarán al laboratorio para la determinación del porcentaje de humedad.

| Ítem                                         | Cantidad                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos      | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón                                                                                                                                                                         |
| Condiciones de suelo a muestrear (% humedad) | Dentro de la mina<br>1. Ladera sur, 30 cm<br>2. Ladera sur, 60 cm<br>3. Ladera norte, 30 cm<br>4. Ladera norte, 60 cm<br><br>Fuera de la mina<br>5. Ladera sur, 30 cm<br>6. Ladera sur, 60 cm<br>7. Ladera norte, 30 cm<br>8. Ladera norte, 60 cm |
| Datos a registrar                            | 1. Radiación PAR ( $\mu\text{moles de fotones/m}^2/\text{s}$ )<br>2. Humedad relativa (%)<br>3. Temperatura del aire ( $^{\circ}\text{C}$ )<br>4. Humedad del suelo (%)                                                                           |

e. **Análisis foliar:** se tomarán muestras de hojas de quillay, boldo, peumo y palto. En cada planta se tomarán 3 muestras que serán analizadas en forma separada, desde el tercio superior, tercio medio y tercio inferior de la copa. Cada muestra estará compuesta de 60 hojas. El material será transportado a 6-10 $^{\circ}\text{C}$ , hasta ser lavadas y secadas. Una vez secas, las hojas serán molidas para luego determinar la concentración de nutrientes. En total se tomarán 21 muestras para análisis foliar.

| Ítem                                    | Cantidad                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón<br>3. Huerto de paltos en la localidad de El Melón |
| Especies de bosque nativo a muestrear   | 1. Quillay<br>2. Boldo<br>3. Peumo                                                                                           |
| Especies cultivadas a muestrear         | 4. Palto                                                                                                                     |
| Número de hojas a muestrear             | 60 en cada tercio del árbol (180 por espécimen)                                                                              |
| Número de especímenes a muestrear       | 7 (3 especies nativas en 2 localidades + palto)                                                                              |
| Número de análisis foliares             | 21                                                                                                                           |
| Minerales a determinar en laboratorio   | N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn                                                                                                 |

f. **Análisis de suelo:** se tomarán una muestra de 250 g de suelo en cada punto cardinal, a 1 m del tronco de los árboles especificados en el punto 2.e. Las muestras serán tomadas con una pala a 30 cm de profundidad. Las 4 sub-muestras serán combinadas en una muestra de 1 kilo, la cual será enviada al laboratorio. Se determinará la

**pucv.cl**

Av. Brasil 2950 . Casilla 4059  
Valparaíso . Chile  
Tel: (56-32) 2273000  
Fax: (56-32) 2273183



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
**CATOLICA**  
**DE VALPARAISO**

**Facultad de Agronomía**

Escuela de Agronomía  
www.agronomia.ucv.cl

Calle San Francisco s/n, La Palma, Quillota  
Casilla 4-D  
Tel: (56-32) 2274501  
Fax: (56-32) 2274570

concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn, así como pH, contenido de materia orgánica y conductividad eléctrica. En total se tomarán 7 muestras de 1 kilo de suelo: 3 por cada árbol muestreado dentro del área de influencia de la mina, 3 fuera del área de influencia y una en palto. La determinación de nutrientes minerales en hojas y suelo se realizará en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar de la Facultad de Agronomía PUCV, el cual cuenta con las siguientes acreditaciones: INN-Chile, Sociedad Chilena de Ciencias del Suelo, Instituto Boliviano de Metrología.

| Ítem                                    | Cantidad                                                                                                                           |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Localidades en las que se tomarán datos | 1. Bosque nativo aledaño a la mina<br>2. Bosque nativo en cuesta El Melón<br>3. Huerto de paltos cerca de la localidad de El Melón |
| Especies de bosque nativo a muestrear   | 1. Quillay<br>2. Boldo<br>3. Peumo                                                                                                 |
| Especies cultivadas a muestrear         | 4. Palto                                                                                                                           |
| Número de especímenes a muestrear       | 7 (3 especies nativas en 2 localidades + palto)                                                                                    |
| Número de análisis de suelo             | 7                                                                                                                                  |
| Minerales a determinar en laboratorio   | N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn                                                                                                       |
| Otras variables del suelo a determinar  | 1. pH<br>2. Contenido de materia orgánica (%)<br>3. Conductividad eléctrica                                                        |

### 3. Análisis de la información y elaboración de informe.

Se elaborará un informe describiendo la metodología utilizada en terreno y laboratorio, los lugares y especímenes muestreados, imágenes representativas de los caracteres analizados, una tabla con los resultados numéricos y un análisis de los resultados. En el análisis se compararán los valores obtenidos con los reportados en la literatura científica.

El informe se entregará por mano, con una copia en papel y una copia electrónica. También se entregarán copias de los datos a granel en planillas MS Excel, así como todas las imágenes digitales colectadas. Dicho material podrá ser utilizado por la empresa para documentar los detalles del estudio frente a las agencias regulatorias.

Se realizará una presentación oral en la empresa, destacando los principales resultados obtenidos. La presentación luego será repetida en las oficinas del Servicio Agrícola y Ganadero, en una fecha convenida entre las 3 partes.

**pucv.cl**

Av. Brasil 2950 . Casilla 4059  
Valparaíso . Chile  
Tel: (56-32) 2273000  
Fax: (56-32) 2273183