

**FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA
FLORES DE MARCHIGÜE**

**INFORME FINAL
PROYECTO CODIGO FIA PYT-2008-0352**

**INTRODUCCION Y EVALUACION DE LA
PEONIA ARBUSTIVA COMO FLOR DE CORTE
EN EL SECANO INTERIOR
DE LA VI REGION**

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PRINCIPAL

José Rodríguez Sanfuentes

MARCHIGÜE

Abril 2014

OFICINA DE PARTES 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	08 ABR 2014
Hora	
Nº Ingreso	12835

ANTECEDENTES GENERALES

NOMBRE DEL PROYECTO: Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región

CODIGO FIA: PYT-2008-0352

REGION DE EJECUCION: VI Región

JEFE DE PROYECTO Y COORDINADOR PRINCIPAL: José Rodríguez Sanfuentes

COORDINADOR ALTERNO: Consuelo Sáez Molina

LOCALIZACION: Fundo La Encierra, Marchigüe, Secano Interior, VI Región

PERIODO DE EJECUCION: Abril 2009 – noviembre 2013

COSTO TOTAL:

APORTE FIA:

DURACION: 56 meses

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente, el cultivo de las peonías herbáceas en el país presenta una oferta de flores en contraestación con el hemisferio norte desde fines de octubre a enero. Con la introducción del cultivo de la peonía arbustiva como flor de corte sería posible ampliar esta oferta desde agosto a enero dado los menores requerimientos de frío de esta especie.

Dado los mayores requerimientos de frío de las peonías herbáceas, el mercado en el hemisferio norte queda desabastecido de peonías entre agosto y principios de octubre, produciéndose una ventana de comercialización entre agosto y octubre en la que las peonías tendrían un alto valor debido a la escasez de peonías en el mercado internacional, (Figura 1).

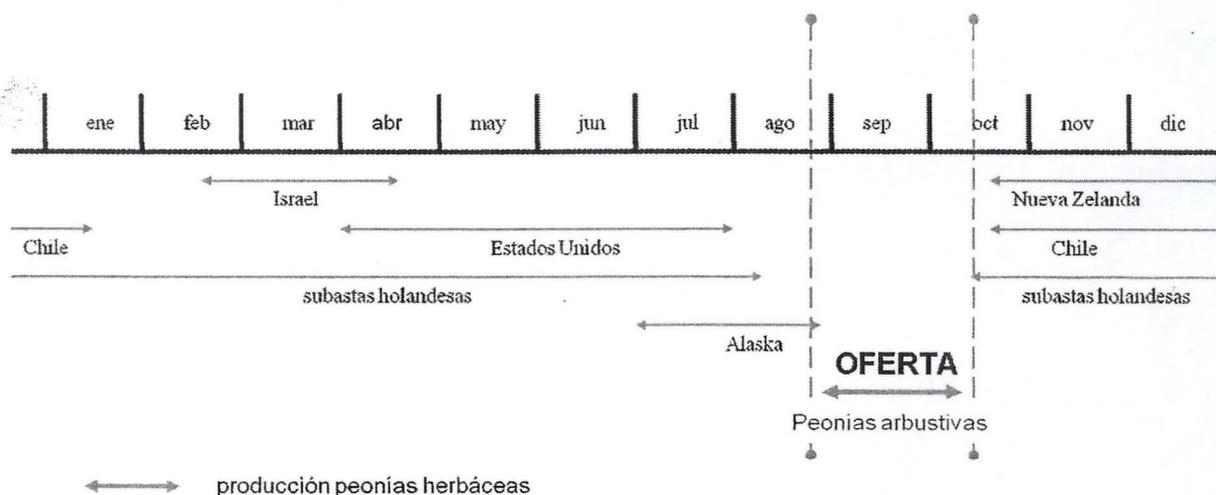


Figura 1. Ventana de comercialización para las peonías arbustivas.

Sin embargo, se ha señalado que el menor largo de las varas y menor tiempo de florero serían limitantes para la utilización de las peonías arbustivas como flores de corte.

El objetivo general del Proyecto "Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins" fue evaluar el comportamiento de 12 variedades de peonías arbustivas, importadas desde China, como flores de corte en el Secano Interior de la VI Región.

El manejo agronómico establecido a través del Proyecto, permitió un buen desarrollo de todas las variedades evaluadas, cuyas fechas de cosecha variaron entre fines de agosto hasta principios de octubre. Por otra parte el largo de las varas oscila entre 15 y 30 cm y en tiempo de florero entre 10 y 18 días, similar al de las peonías herbáceas.

Aún cuando el menor largo de las varas aceptado por el mercado es de 30 cm, las varas producidas en el Secano Interior entre fin de agosto y principio de octubre, incluso con 15 cm de largo, fueron perfectamente aceptadas cuando el hemisferio norte queda desabastecido de peonías.

Finalmente, el precio de las varas en el mercado estadounidense fue un 30% mayor al de las peonías herbáceas comercializadas a principios de octubre.

Con la incorporación del cultivo de las peonías arbustivas se puede lograr una ampliación de la oferta de peonías desde Chile entre agosto y enero y los principales beneficiarios serían los productores de peonías herbáceas que verían ampliado su período de oferta floral incorporando además nuevos colores.

El proyecto tuvo una duración de 56 meses, desde el 1º de abril del 2009 hasta el 30 de noviembre del 2013, con un costo total aproximado de _____ de los cuales, _____ corresponden a aporte del agricultor (contraparte), mientras que _____ han sido cofinanciados por FIA.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

Incorporar el cultivo de las peonías arbustivas al desarrollo de la floricultura del país con la introducción de una especie nueva que permite establecer una oferta de flores de peonías al hemisferio norte, desde agosto a mediados de octubre, en una ventana de comercialización de altos precios que no es cubierta por las peonías herbáceas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Desarrollar el cultivo de las peonías arbustivas en la zona del Secano Interior
2. Obtención del protocolo de manejo productivo de la peonía arbustiva en el Secano Interior
3. Evaluar el comportamiento de las variedades en las condiciones de la zona
4. Comercializar la producción de flores de las distintas variedades
5. Analizar económicamente la producción de las distintas variedades
6. Establecer el protocolo de propagación vegetativa para las peonías arbustivas
7. Transferir y divulgar los resultados obtenidos

OBJETIVO ESPECIFICO 1

Desarrollar el cultivo de la peonía arbustiva (*Paeonia suffruticosa* Andr.) en el Secano Interior.

ACTIVIDADES

1.1. Publicación de un libro sobre el cultivo de las peonías herbáceas

De acuerdo a lo establecido en el Plan Operativo del Proyecto “Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región del Libertador Bernardo O’Higgins”, se incorporó en un libro la experiencia adquirida en el país y en el extranjero en el cultivo, cosecha, poscosecha y comercialización de las flores cortadas de peonías herbáceas, (Figura 1.1.1).

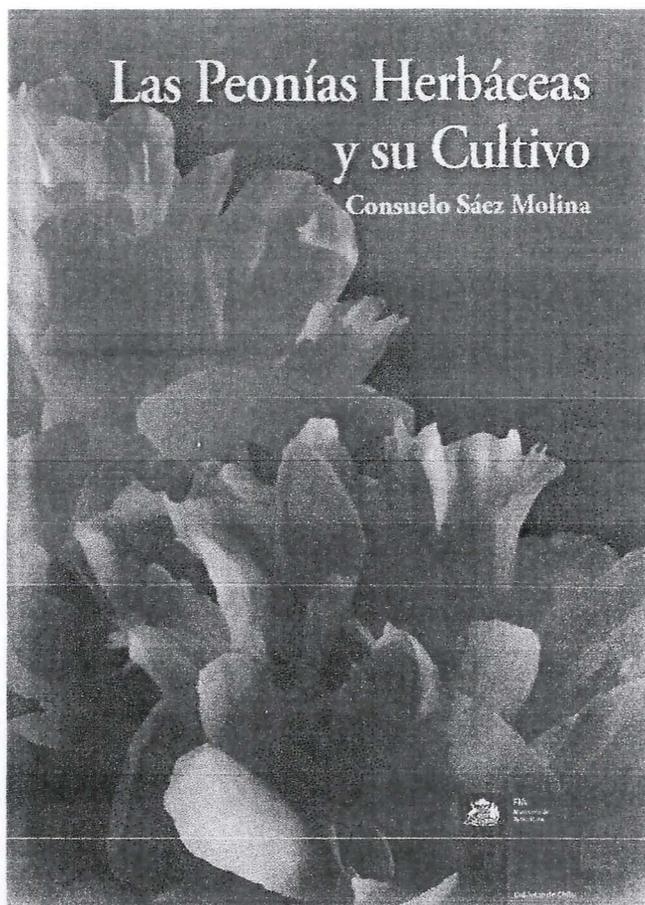


Figura 1.1.1. Cubierta frontal del libro “Las peonías herbáceas y su cultivo”, Andros Impresores. Febrero 2012, Santiago de Chile, febrero 2012. 582 p.

El libro tiene su origen en el Informe Final del Proyecto “Cultivo, cosecha y comercialización de la peonía herbácea (*Paeonia lactiflora* Pall.) en Magallanes” y su objetivo principal fue permitir establecer y difundir normas de manejo del cultivo para los productores de peonías herbáceas en los diferentes ecosistemas en que están ubicadas.

1.2. Revisión bibliográfica sobre las peonías arbustivas

En este documento que se presenta en el Anexo I, se reunió la información existente sobre el cultivo de las peonías arbustivas. Mayoritariamente la información encontrada estaba referida al uso de las peonías arbustivas como plantas ornamentales, sin embargo, la literatura china y japonesa presenta una gran cantidad de información sobre las condiciones fisiológicas y ambientales que se deben tener en consideración en el cultivo de las peonías arbustivas para flores de corte.



Figura 1.2.1. Página inicial de la revisión bibliográfica “Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte”, 52 p. (Anexo I).

El principal aporte de la revisión bibliográfica fue generar la certeza de que las peonías arbustivas podían ser cultivadas como flores de corte para responder a una demanda existente en el hemisferio norte en una época en que no hay producción de peonías herbáceas. En el documento, aparece toda la bibliografía citada en el Informe Final.

Morfología de las peonías arbustivas

Lo más visible, es que las estructuras aéreas de las peonías herbáceas mueren cada año en otoño y luego brotan nuevamente cada primavera desde su corona o tallo subterráneo. Las peonías arbustivas por su parte, desarrollan tallos leñosos y se comportan como un arbusto que puede alcanzar una altura de 2 metros con una copa de 3 metros de diámetro. Otra diferencia, es que las peonías arbustivas no secretan la goma azucarada que secretan las peonías herbáceas cuando el botón se acerca a la cosecha.

En la Figura 1.2.2, se presenta una comparación general entre yemas, hojas, botones, flores y semillas tanto de las peonías herbáceas (línea superior) como de las peonías arbustivas (línea inferior). Hay que recordar que ambos tipos de peonías presentan raíces tuberosas.

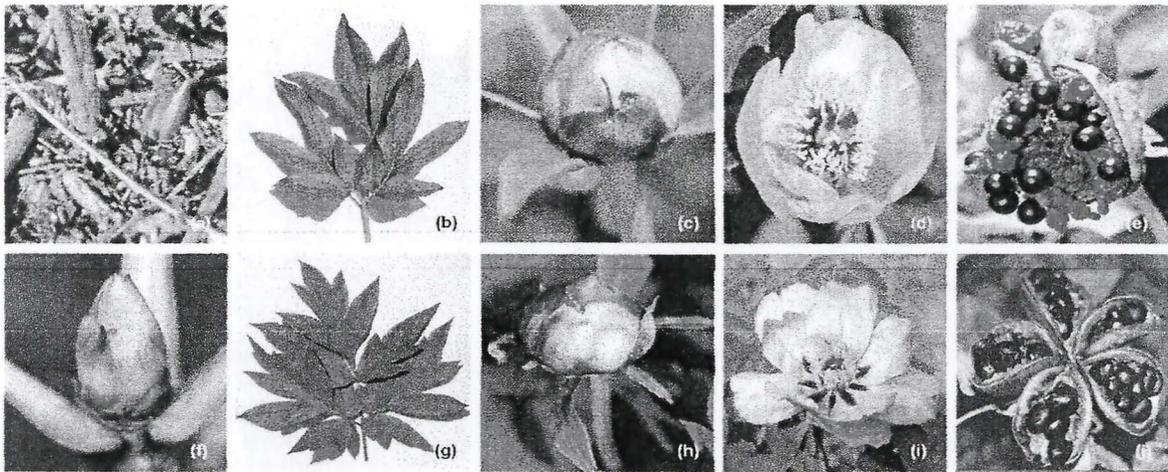


Figura 1.2.2. Comparación entre yema, hoja, botón, antesis y semillas en peonías herbáceas, (a), (b), (c), (d), (e) y peonías arbustivas, (f), (g), (h), (i), (j), (Good, 1998).

La diferencia más importante entre ambas especies se puede observar en la ubicación y luego aparición de las yemas. En las peonías herbáceas las yemas provienen de su tallo subterráneo o corona, que emite sus yemas en la base de los tallos anuales bajo la superficie del suelo y en las peonías arbustivas, las yemas también nacen en la inserción de los tallos anuales, pero éstos se encuentran ubicados en forma aérea a largo de los tallos leñosos, (Figura 1.2.2)

En todo caso, a pesar que en las peonías herbáceas las yemas no se observan hasta su aparición sobre la superficie a finales de invierno, se forman al igual que en las peonías arbustivas después de la antesis.

1.3. Elección e importación de las variedades a utilizar

Origen y distribución de las peonías arbustivas

Todas las peonías arbustivas son nativas de China (a diferencia de las especies de peonías herbáceas cuyo origen puede encontrarse en América del Norte, Europa, Asia y África) y están categorizadas como típicas plantas leñosas de zonas templadas. Su distribución, está concentrada entre las montañas del noroeste y la planicie central del norte y aunque el área suroeste está localizada dentro de la zona subtropical con altas temperaturas, las peonías tienden a desarrollarse en climas más bien moderados, (Wang et al., 1998, Li, et al., 2005).

En estas zonas, las peonías se han adaptado a diferentes condiciones edafoclimáticas, tendiendo a crecer mejor en climas templados y agradablemente fríos. Florecen sin problemas en lugares secos y altos, pero son menos exitosas en áreas calientes y húmedas. Necesitan días soleados, pero toleran bien cierto sombreado. De acuerdo a Wang et al. (1998), existen dos grupos o básicamente, dos ecosistemas diferentes para las especies nativas desde las cuales se han obtenido los cultivares comerciales tanto en China como en Estados Unidos, Francia y Japón.

El primer grupo incluye *Paeonia spontanea*, *P. rockii* y *P. ostii* (Figura 1.3.1), con distribuciones bajo los 2000 m, una precipitación promedio anual menor que 1000 mm, temperatura máxima sobre 30 °C y temperatura mínima bajo los -19 °C. Estas especies comparten hábitos ecológicos en cuanto a frío y agua. Tienen una alta tolerancia al frío y a la sequía pudiendo aguantar calores tórridos en verano.

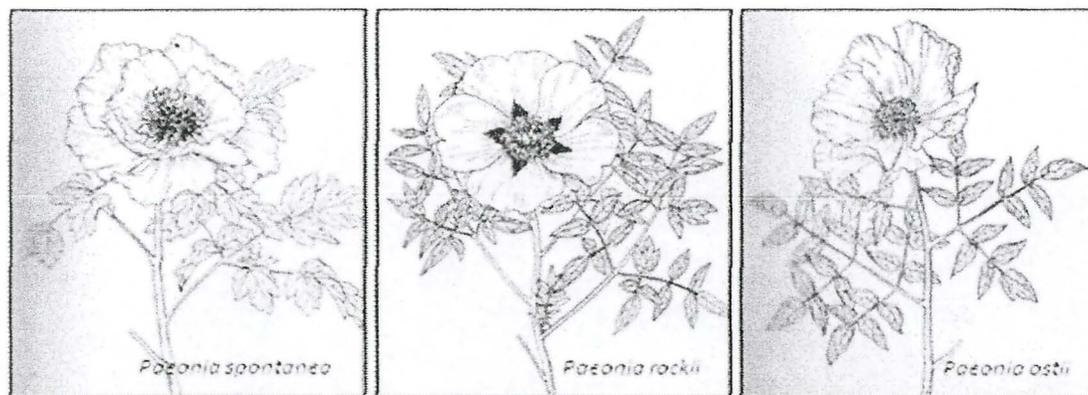


Figura 1.3.1. Especies de peonías arbustivas que componen un primer ecosistema con características medio ambientales específicas, (Wang et al, 1998).

El otro grupo incluye las especies *Paeonia delavayi*, *P. lutea* y *P. decomposita* (Figura 1.3.2), que están distribuidas desde los 2000 m. La precipitación media anual es mayor a 1000 mm, la temperatura máxima es menor de 30 °C y la mínima no menor de -19 °C. Sus predilecciones ecológicas son similares a las del grupo anterior, sin embargo crecen mejor en un clima caluroso y húmedo y generalmente presentan una menor tolerancia al frío, a la sequía y al calor en verano.

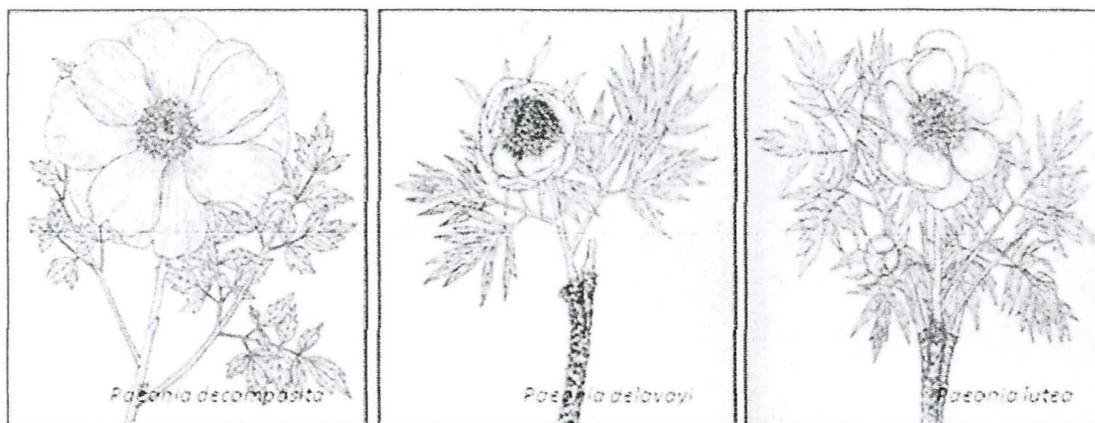


Figura 1.3.2. Especies de peonías arbustivas nativas que componen un segundo ecosistema con características medio ambientales específicas, (Wang et al., 1998).

El altísimo grado de adaptación que presenta la especie *Paeonia suffruticosa* Andr., se debe a que en realidad corresponde a un complejo de genes o una población híbrida desarrollada principalmente desde *Paeonia spontanea* con *P.rockii* y *P.ostii*, (Hong et al., 1992, Rogers, 1995, Wang et al., 1998, Hernández, 2001, Li, 2005).

Clasificación de variedades y cultivares

Botánicamente, el término variedad se refiere a las variedades nativas, desarrolladas en forma espontánea a partir de una determinada especie, sin embargo, en general, se usa como sinónimo del término cultivar, que botánicamente se refiere a las variedades sometidas a domesticación y cultivo, es decir grupos de ejemplares de una especie determinada que han pasado por un proceso de selección, hibridaje y mejoramiento.

En la clasificación de Wang et al. (1998), las peonías arbustivas o Mudan incluyen la población varietal de las principales especies nativas y las generaciones de cultivares obtenidas. A este nivel, las peonías arbustivas se dividen en Peonías Arbustivas Nativas y Peonías Arbustivas Híbridas.

Las Peonías Arbustivas Nativas, corresponden a las variedades que han sido desarrollados desde una especie nativa o silvestre. Ejemplos son, la variedad Dan Feng derivada de la especie *Paeonia ostii*, ampliamente cultivada como planta medicinal y las variedades derivadas de *Paeonia rockii* actualmente conocidas como Peonías Rocki.

Las Peonías Arbustivas Híbridas, son los cultivares que se han obtenido a partir del cruzamiento y selección de las especies nativas e híbridas y es así como la mayoría de los cultivares del Grupo Zhongyan (Planicie Central) han obtenido una gran capacidad de adaptación. Por esta razón han sido distribuidos y establecidos en toda China y en muchas partes del mundo donde también se han hibridado. Ejemplos son las

poblaciones de variedades de color púrpura oscuro y amarillo, que provienen del Grupo de Cultivares Estadounidense y las amarillas y naranjas que provienen del Grupo de Cultivares Francés.

Las Peonías Arbustivas Nativas muestran claramente su origen, el cual no es tan obvio en el caso de las Peonías Arbustivas Híbridas.

Peonías Arbustivas Nativas

Los Grupos de Cultivares de Peonías Arbustivas Nativas son: las Peonías Rockii y las Peonías Ostii.

Peonías Rockii. Todas muestran la característica ancestral de la especie *Paeonia rockii*: una gran mancha púrpura-oscuro o negro-púrpura en la base de los pétalos, estigmas blanco-lechoso, presencia de filamentos y disco, hojas delgadas y hojuelas, (Figura 1.3.3).

Peonías Ostii. Presentan, en su totalidad, la principal característica de la *Paeonia ostii* que es su utilización con propósitos medicinales. En general, tienen tallos altos y fuertes, largos entrenudos, hojas angostas con pocas incisiones y flores planas y regulares. En China la variedad Dan Feng se usa como portainjerto de base, (Figura 1.3.3).

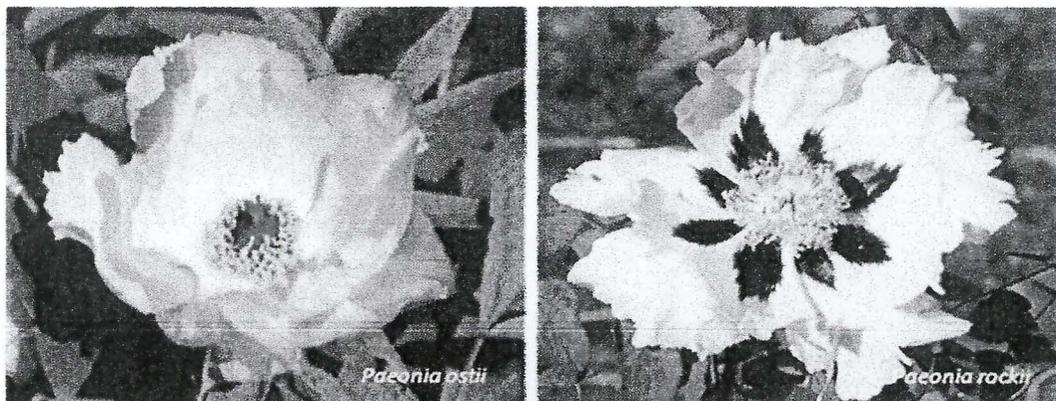


Figura 1.3.3. Ejemplares de las especies *Paeonia ostii* y *Paeonia rockii* en su ambiente nativo, (Li et al., 1998).

Peonías Arbustivas Híbridas

Los Grupos de Cultivares de Peonías Arbustivas Híbridas son: Grupo Zhongyuan, Grupo Xibei, Grupo Yangnan, Grupo Xinan, de origen chino tal como se muestra en la Figura 1.3.4, además de los Grupos Francés o Lemoine, Estadounidense o Saunders y Japonés, (Hosoki et al., 1991, Wang et al., 1998), Li et al., 2005).

Grupo de Cultivares de la Planicie Central o Grupo Zhongyuan. Es una población híbrida, desarrollada principalmente desde *Paeonia spontanea* con *Paeonia rockii* y *Paeonia ostii* y este conjunto de genes es lo que se conoce como *Paeonia suffruticosa* Andr., (Hong et al., 1992, Rogers, 1995, Wang et al., 1998, Hernández, 2001, Li, 2005). Esta población fue la primera en presentar características de cultivo comercial. Es el grupo de mayor importancia por la superficie cultivada que ocupa en las zonas de Beijing, Heze y Luoyang con cerca de 400 variedades comerciales.

Grupo de Cultivares del Noroeste o Grupo Xibei. Corresponden a la población descendiente, principalmente, desde *Paeonia rockii* y *Paeonia spontanea*. Algunas de estas variedades tienen características de las *Paeonia rockii* como la gran mancha púrpura en la base de los pétalos, y otras presentan características de *Paeonia spontanea*. Los cultivares del Grupo Xibei es el más tolerante a condiciones frías y secas y es definido como el grupo de cultivares para este tipo de climas. En Gansu, en el noroeste de China, las mayoría de las variedades cultivadas están categorizadas en este grupo, el cual tiene alrededor de 100 cultivares.

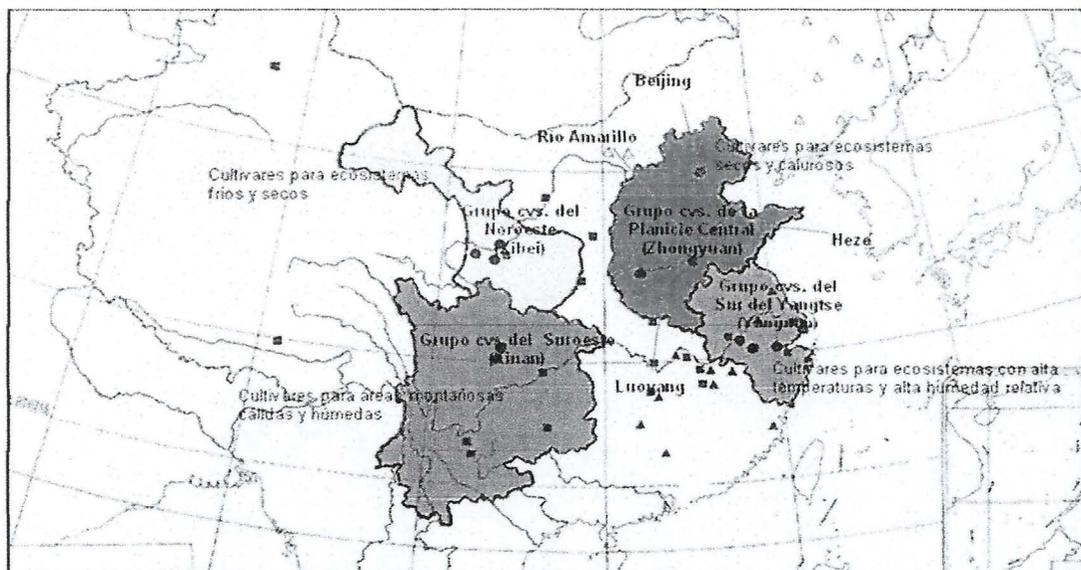


Figura 1.3.4. Cultivares y zonas de cultivo de las peonías arbustivas en China, (Wang et al., 1998).

Grupo de Cultivares de Yantse del Sur o Grupo Yangnan. Son los cultivares descendientes de una población híbrida formada por el cruzamiento de *Paeonia ostii* y variedades de la Planicie Central que fueron movidas hacia el sur donde se adaptaron a las condiciones de clima sub-tropical, bastante caluroso y húmedo en invierno y caliente y lluvioso en verano con una alta humedad relativa (80 % en promedio), es decir los individuos pertenecientes a este grupo de cultivares se han adaptado a un ecosistema caracterizado por altas temperaturas y alta humedad.

Grupo de Cultivares de Suroeste o Grupo Xinan. Este grupo presenta una complicada mezcla de orígenes diversos, contiene relativamente pocos cultivares y su relación genética es aún poco clara. Se caracterizan por su baja tolerancia al frío y a la radiación fuerte y por necesitar alta humedad y un suelo levemente ácido. Este es el grupo de cultivares para áreas montañosas cálidas y húmedas. El pequeño número de variedades y su errática distribución, hacen que todavía sea un grupo en estudio.

Grupo de Cultivares Estadounidense. En Estados Unidos, Saunders y Daphnis cruzaron cultivares japoneses de *Paeonia suffruticosa* con *Paeonia lutea* o *Paeonia delavayi* y produjeron híbridos interespecíficos conocidos como Grupo de Cultivares Estadounidenses. Este grupo incluye variedades amarillas y negro-púrpura, (Hosoki et al., 1991).

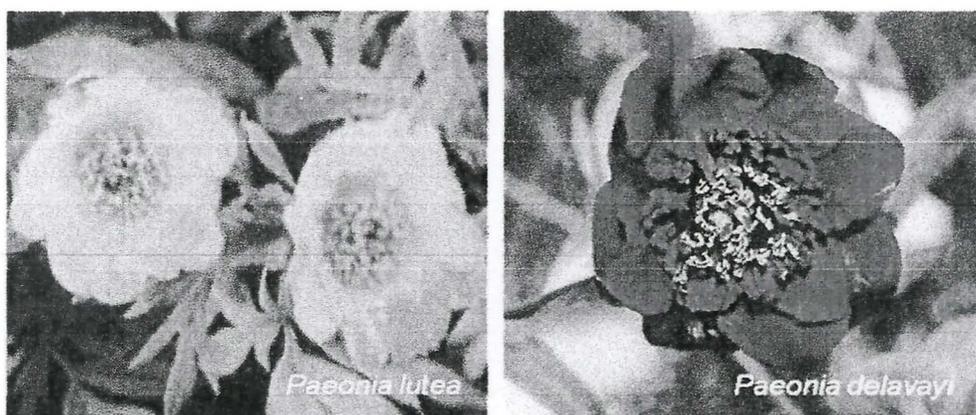


Figura 1.3.5. Variedades nativas que son responsables de la incorporación de los colores amarillos, naranjas, marrones, magenta y púrpura entre otros, a la especie *Paeonia suffruticosa* Andr., (Li et al., 2005)

Grupo de Cultivares Francés. Antes de que se obtuvieran los cultivares estadounidenses, Henry y Lemoine en Francia hibridaron *Paeonia suffruticosa* y *Paeonia lutea* y obtuvieron las variedades híbridas, la mayoría, de color amarillo, amarillo-naranja y naranja, derivadas principalmente del cruzamiento entre *Paeonia suffruticosa*, *Paeonia delavayi* y *Paeonia lutea* y variedades nativas de *Paeonia spontanea*, (Hosoki et al., 1991).

Grupo de Cultivares Japonés. Aunque las peonías arbustivas fueron introducidas a Japón desde China durante la Dinastía Tang, el mejoramiento de las variedades obtenido entre 1603 y 1867 produjo un tipo especial de Mudan denominadas Grupo de Cultivares Japonés. Las características obtenidas en su evolución, son: flores de muchos pétalos, colores brillantes y tallos rígidos. En Japón las peonías arbustivas se conocen como Botan. Los cultivares japoneses, han derivado de muchos cultivares creados en China desde el año 400 (DC) y llevados a Japón en el año 800 (DC) donde se obtuvieron nuevos cultivares híbridos con colores que van desde púrpura a blanco, (Hosoki et al., 1991). Todos los cultivares japoneses rojo oscuro o rojo-púrpura profundo contienen 6 antocianinas: peonidina 3,5-diglucósido (Pn3G5G), peonidina 3-glucósido (Pn3G),

cianidina 3,5-diglucósido (Cy3G5G), cianidina 3-glucósido (Cy3G), pelargonidina 3,5-diglucósido (Pg3G5G) y pelargonidina 3-glucósido (Pg3G). De las 6 antocianinas presente en los cultivares japoneses, en los cultivares chinos falta Pg3G (pelargonidina), lo cual puede explicar la ausencia de color rojo brillante, (Hosoki et al., 1991, Sakata et al., 1995).

En los híbridos interespecíficos, estadounidenses y franceses, entre *Paeonia suffruticosa*, *Paeonia lutea* y *Paeonia delavayi*, no se encuentra Pg3G y Pg3G5G. La carencia de pelargonidina (rojo brillante), trae consigo híbridos con flores carmesí o escarlata y la presencia de amarillo muestra en algunos cultivares flores color naranja o marrones, (Hosoki et al., 1991).

Wang et al. (1998) y Li et al., (2005), han demostrado que la gran mayoría de las variedades cultivadas o cultivares de peonías chinas no mantienen la predilección ambiental de sus padres ancestrales, sino que se adaptan a un amplio rango de ecosistemas debido al largo proceso de evolución natural e hibridación artificial, cultivo y selección.

1.4. Viaje a China

Con el objeto de elegir “*in situ*” las variedades más adecuadas y visualizar en terreno la sanidad y el manejo de las plantas, se viajó a China, específicamente a Heze donde se pudo visitar los viveros y cumplir los objetivos planteados.

Dentro de la visita a China, una parte importante fue la visita a la Beijing Forestry University, donde al visitar la biblioteca se pudo obtener la información necesaria para el aprendizaje inicial en el manejo de las peonías arbustivas, tanto como arbustos ornamentales como para producir flores de corte.

La información recopilada en el viaje se presenta en el Informe “Visita a China para seleccionar variedades de peonías arbustivas (Mu Dan) para flores de corte”, documento que se encuentra en el Anexo II, cuya página inicial se presenta en la Figura 1.4.1.

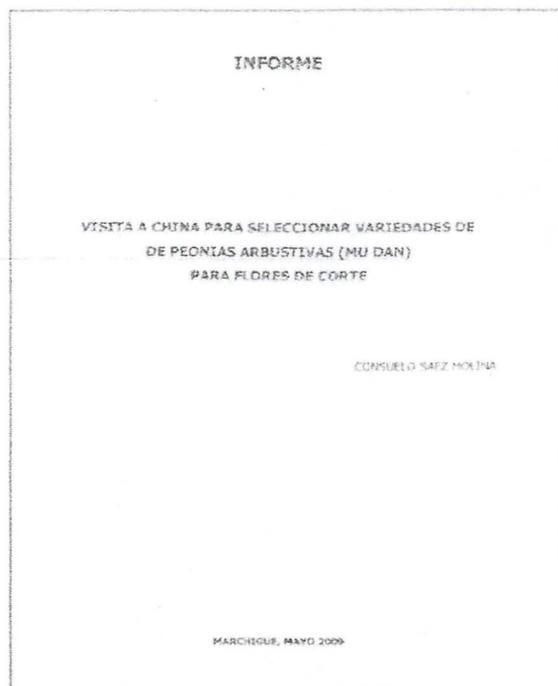


Figura 1.4.1. Página inicial del Informe “Visita a China para seleccionar variedades de peonías arbustivas (Mu Dan) para flores de corte”, 21 p. (Anexo II).

Cultivares introducidos a Marchigüe, (Secano Interior, VI Región)

Los elementos meteorológicos que caracterizan a las principales áreas de cultivo de las peonías arbustivas como son Heze, Luoyang y Beijing, indican una zona templada cálida, con una primavera seca y ventosa, un verano caliente y lluvioso y un otoño fresco, con buen tiempo y seco. Todos los cultivares presenten en esa zona son muy sensibles a una alta humedad y al mal drenaje. Las variedades importadas para ser introducidas en Marchigüe fueron elegidas “*in situ*” en el vivero ubicado en Heze de propiedad de la Beijing Yellow Peony Export Company.

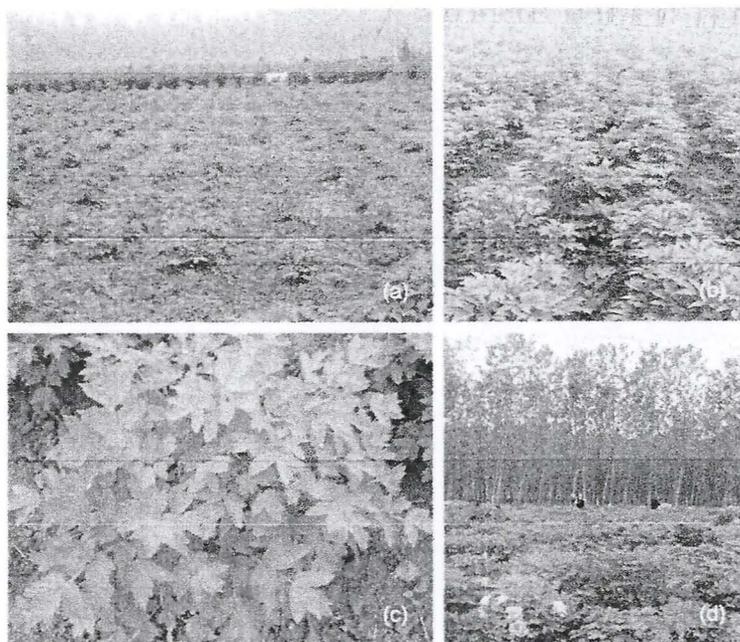


Figura 1.3.6. Vivero en Heze (China), (a): plantas de 1 año, (b): plantas adultas para la venta, (c): detalle de la sanidad de las plantaciones, (d), vivero en floración.

Fundamentalmente por la gran relación existente entre los parámetros meteorológicos que caracterizan Marchigüe y Heze, para la evaluación de las peonías arbustivas como flores de corte en Marchigüe, (Secano Interior, VI Región), fueron seleccionadas 12 variedades cultivadas en Heze (Planicie Central, Valle del Río Amarillo). De estas variedades, además de incluir a la variedad botánica Dan Feng, ocho de ellas (Yao Huang, Wu Jin Yao Hui, Mo Su, Zi Hong Zheng Yan, Shou An Hong, Jin Xiu Qui, Bai Yuan Hong Zia y Luo Yang Hong), pertenecen al Grupo Zhongyuan (Planicie Central), una variedad (Jin Zhi) pertenece al Grupo Francés, una, de color blanco, pertenece al Grupo Xibei (Jin Gui Piao Xiang) y una de ellas, la variedad Hai Huang, pertenece al Grupo de Cultivares Estadounidense. Las variedades introducidas se presentan en la Figura 1.3.7.

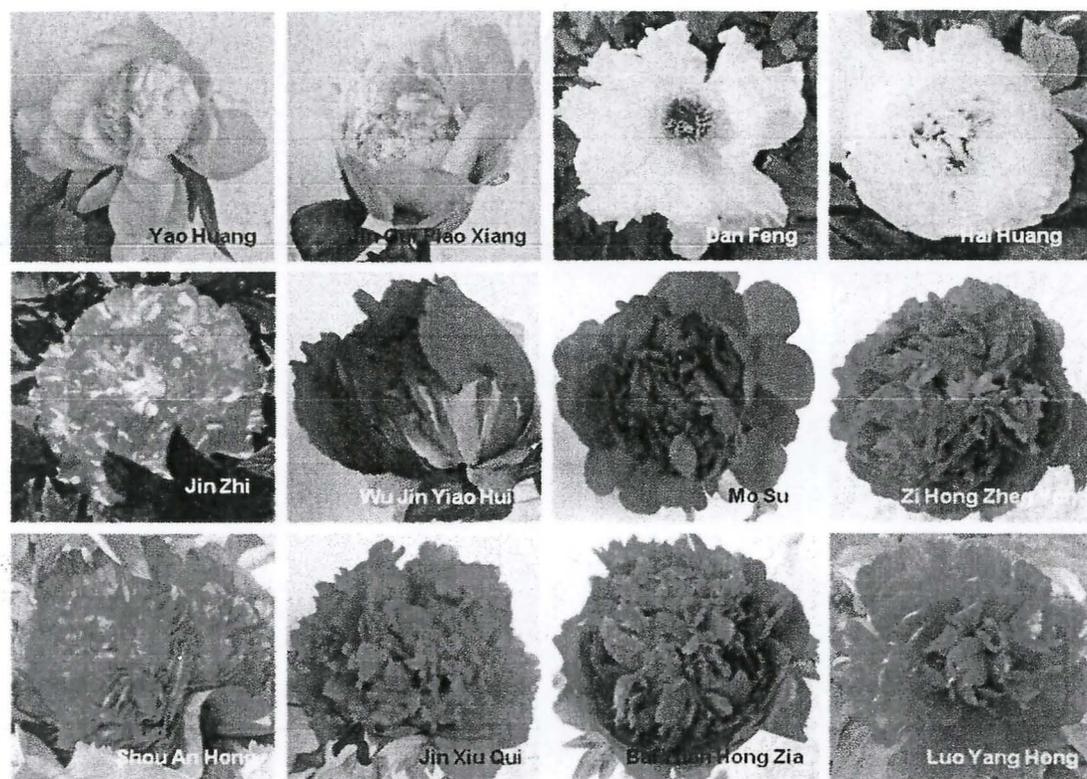


Figura 1.3.7. Variedades seleccionadas e importadas desde Heze (China), para ser establecidas en el ecosistema de Marchigüe (Secano Interior, VI Región)

En su elección, se consideraron determinados colores de acuerdo a las perspectivas de comercialización en el hemisferio norte con respecto a los meses de cosecha en el hemisferio sur (agosto, septiembre y octubre). Estos meses, corresponden al otoño en el hemisferio norte, época del año en que la demanda se caracteriza por preferir flores amarillas, naranjas y oscuras (colores otoño), (Bram Delissen, Chilfresh, 2009, Comunicación personal).

Características de los cultivares introducidos

Yao Huang: Grupo Zhongyuan. Color blanco mostrando estaminoides amarillos al abrir. Temprana a media estación. Forma de corona. Flores de 16 x 10 cm, tallos derechos con 20 a 35 cm de largo. Crecimiento vigoroso. Muy productiva. Variedad clásica conocida como la reina de las flores. En occidente se conoce como Yao's Yellow.

Jin Gui Piao Xiang: Grupo Xibei. Color blanco mostrando estaminoides amarillos entrelazados por los petaloides de la masa central de la estructura de anémona y color rojo púrpura en la base de los pétalos que difumina a medida que los botones van abriendo. Floración de media estación a tardía. Flores de 15 x 6 cm, con tallos derechos de 20 a 38 cm de largo, muy fragantes. En occidente se conoce como Golden Smell.

Dan Feng: Grupo Peonías Ostii. Flores blancas, simples, con una corrida de pétalos y un gran centro amarillo formado por estambres funcionales. Floración muy temprana. Tallos rectos de más de 50 cm de largo.

Hai Huang: Grupo estadounidense. Flores amarillas con una marca roja en el centro de los pétalos que indica su origen. Semidoble de 16 x 10 cm. Floración de media estación a tardía con una duración de al menos tres semanas y reflorecente entre febrero y abril. Tallos rectos que alcanzan en algunos casos 60 cm. Fragancia a limón. En occidente es muy popular y se le conoce como High Noon.

Jin Zhi: Grupo francés. Flores con forma de corona amarillo/naranja que alcanzan 20 cm de diámetro. Flores con mucha cantidad de pétalos ribeteados de naranja. Tallos pendulares que alcanzan 50 cm de largo. Floración muy tardía. En occidente se conoce como Chromatella.

Wu Jin Yao Hui: Grupo Zhongyuan. Flores con forma de corona, de color púrpura oscuro lustroso casi negro de un tamaño de 16 x 5 cm y delicada fragancia. Tallos cortos entre 15 y 25 cm. Floración de media estación a tardía. Tolerante a condiciones adversas. Intensa fragancia. En occidente se conoce como Glossy Black.

Mo Su: Grupo Zhongyuan. Forma de corona. Flores 18 x 5 cm, púrpura oscuro, pétalos gruesos, ligeramente rugosos, bañados con negro en la base, estambres normales, ocasionalmente petaloides, pistilos infértiles, tallos cortos y rectos de 20 cm de largo. Crecimiento vigoroso. En inglés se conoce como Quiet Inky Black.

Zi Hong Zheng Yan: Grupo Zhongyuan. Flores con forma de corona y color púrpura que abiertas alcanzan 18 cm de diámetro. De tallos cortos de 15 cm en promedio su gran ventaja es que es una variedad muy temprana. Su nombre en inglés es Fascinating Purplish Red.

Shou An Hong: Grupo Zhongyuan. Flores con forma de corona e intensa fragancia de color púrpura a rojo granate de 17 cm de diámetro. De media estación con tallos derechos que alcanzan los 30 cm. Muy productiva como flor de corte. Es una variedad clásica que se caracteriza por ser triploide y porque sus raíces son de color rojo. En inglés se conoce como Garnet Red Light.

Jin Xiu Qiu: Grupo Zhongyuan. Flores con forma de corona de color rojo púrpura. De media estación presenta tallos cortos de 15 cm en promedio. En occidente se conoce como Brocade Ball.

Bai Yuan Hong Zia: Grupo Zhonyuan. Variedad muy productiva para flores de corte. Flores con forma de corona de color rojo magenta de 16 x 8 cm, presentan tallos que alcanzan los 25 cm de largo promedio. De media estación es muy tolerante a las bajas de temperatura. En inglés se conoce como Rosy Sunshine.

Luo Yang Hong: Grupo Zhonyuan. Variedad o cultivar con flores rojoclaro con forma de rosa absolutamente doble, de mucha fragancia. De media estación, sus tallos alcanzan un promedio de 25 cm. En occidente se conoce como Luo Yang Red.

1.5. Visita del Profesor Aoki.

Debido a que el Dr. Aoki, Profesor de la Universidad de Shimane (Japón) es uno de los pocos investigadores que se dedica al cultivo de las peonías arbustivas para la producción de flores de corte con varias publicaciones en el tema, en noviembre de 2013 visitó la plantación de Marchigüe (Secano Interior, VI Región). Realmente fue una experiencia enriquecedora desde todo punto de vista, especialmente por sus clases prácticas de poda y de cómo injertar las peonías arbustivas en raíces de las peonías herbáceas. Su informe se presenta a continuación:

29 Nov. 2013

To whom it may concern.

I, Prof. Noriaki Aoki, thank you very much this invitation to me. This trip brought a precious experience to me, and I and your staffs (Consuelo and his husband, farmer's staffs, staffs of Univ. and FIA staff) had very good time.

Now, in the peony field in Marchigüe, the first, I observed tree and herbaceous peonies growth. And then I explained them on pruning of tree peony in Japan, and pruned shoots of American tree peony cv. High Noon.

The second, I recognized use of Round up and told them some advices on use of herbicide.

The third, I commented some things on the cultivation of peonies.

The fourth, I explained on peony grafting and then grafted using *Paeonia osti* seedlings and herbaceous peony. On grafting using herbaceous peony roots, I told them seedlings of vigorous plants were very good for stocks of grafting, because plants' growth after grafting was very vigorous.

That is all.

Noriaki AOKI

OBJETIVO ESPECIFICO 2

Obtener el protocolo de manejo productivo de las peonías arbustivas en el Secano Interior

ACTIVIDADES

2.1. Localización de la plantación

Con el objetivo de introducir las peonías arbustivas para flores de corte en Marchigüe (Secano Interior, VI Región), se estableció un cultivo con plantas provenientes de la Planicie Central de China (específicamente del área de Heze), en el plano sedimentario del Estero Trinidad ubicado a 400 m del camino interior del fundo “La Encierra” y a 700m de su entrada en el camino Población-Trinidad-Marchigüe. El suelo se caracteriza por ser plano a levemente ondulado, profundo, de textura franca a franca-arcillosa y arcillosa.

Comparación de las características climáticas de los ecosistemas de Heze (Planicie Central, China) y Marchigüe (Secano Interior, VI Región, Chile)

Las peonías arbustivas son consideradas plantas de clima templado que tienden a crecer mejor en lugares frescos, secos y asoleados. En los Cuadros 2.1.1, 2.1.2 y Figura 2.1.2, se establece una comparación entre las condiciones climáticas existentes entre ambos ecosistemas y de esta forma estimar el comportamiento de las peonías arbustivas establecidas en el Secano Interior de la VI Región de Chile.

Los datos de clima de Heze fueron proporcionados por la Beijing Yellow Peony Export Company, empresa que proporcionó el material genético. En el caso de Marchigüe, los datos de temperaturas máximas, mínimas y medias, horas-frío y grados-día, corresponden al promedio de 4 años y fueron obtenidos desde el higrómetro ubicado en la plantación.

Para efectos de correlacionar los datos del clima correspondiente al lugar de la plantación, con el crecimiento y desarrollo de las plantas, se instaló una estación meteorológica simple que constaba de un pluviómetro, una bandeja de evaporación Tipo A y un higrómetro, (Figura 2.1.1).

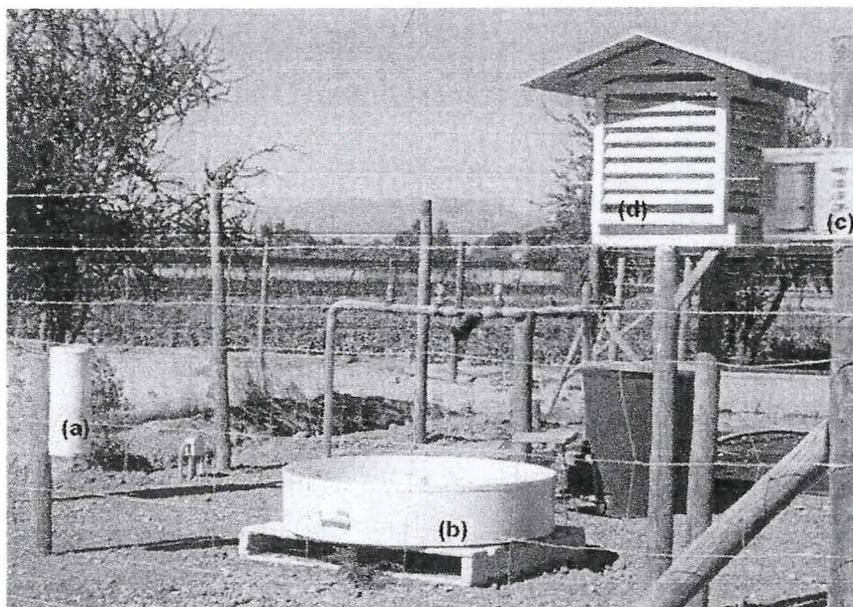


Figura 2.1.1. Instrumentos necesarios para llevar un registro de las condiciones ambientales en una plantación. (a): pluviómetro, (b): bandeja de evaporación Tipo A, (c): higrotermógrafo ubicado dentro de (d): abrigo meteorológico definido como una estructura de medidas estandarizadas que sirve de protección al instrumento.

Temperatura

En el Cuadro 2.1.1, se presenta las temperaturas medias mínimas en Heze y Marchigüe. Los datos pertenecientes a Marchigüe, corresponden a un promedio de cuatro años de registros.

Cuadro 2.1.1. Temperaturas medias mínimas en Heze y Marchigüe, (los datos de Marchigüe corresponden a un promedio de 4 años de registro).

HEMISFERIO NORTE		T° media mínima (°C)		HEMISFERIO SUR	
mes		Heze	Marchigüe	mes	
	enero	-4.6	0.8	julio	
	febrero	-2.5	2.4	agosto	
PRIMAVERA	marzo	2.6	3.5	septiembre	PRIMAVERA
	abril	9.1	4.3	octubre	
	mayo	14.6	6.3	noviembre	
VERANO	junio	19.8	7.9	diciembre	VERANO
	julio	22.8	9.1	enero	
	agosto	21.7	8.7	febrero	
OTOÑO	septiembre	16.0	6.4	marzo	OTOÑO
	octubre	9.9	3.4	abril	
	noviembre	3.1	2.1	mayo	
INVIERNO	diciembre	-2.8	1.3	junio	INVIERNO

Las temperaturas mínimas en invierno (Cuadro 2.1.1), se encuentran en Heze entre -4.6°C y -2.5°C y en Marchigüe son más altas y se encuentran entre 1.3°C (junio) y 2.4°C (agosto), cumpliendo, sin embargo, la exigencia de un período de 30 a 45 días con temperaturas mínimas inferiores a 5°C para alcanzar la floración (Chen et al., 2004).

Cuadro 2.1.2. Temperaturas medias máximas en Heze y Marchigüe. (Los datos de Marchigüe corresponden a un promedio de 4 años de registro).

HEMISFERIO NORTE		T° media máxima ($^{\circ}\text{C}$)		HEMISFERIO SUR	
mes		Heze	Marchigüe	mes	
PRIMAVERA	enero	5.6	13.2	julio	
	febrero	7.8	15.4	agosto	
	marzo	14.2	19.4	septiembre	PRIMAVERA
	abril	21.3	21.7	octubre	
VERANO	mayo	27.4	26.8	noviembre	
	junio	32.0	28.0	diciembre	VERANO
	julio	32.1	31.2	enero	
OTOÑO	agosto	30.8	30.9	febrero	
	septiembre	26.3	29.5	marzo	OTOÑO
	octubre	21.3	24.0	abril	
INVIERNO	noviembre	14.0	18.9	mayo	
	diciembre	7.6	14.7	junio	INVIERNO

En el otoño y verano las temperaturas medias mínimas son más altas en Heze que en Marchigüe siendo similares en primavera, (Cuadro 2.1.1).

Por otra parte, las temperaturas medias máximas son muy similares en ambos ecosistemas a través de todo el año a excepción del invierno, estación en la cual en Heze las temperaturas medias máximas son ligeramente más bajas que en Marchigüe (Cuadro.2.1.2).

Si se comparan las temperaturas de primavera se puede observar claramente que las temperaturas, tanto la media mínima como la media máxima, suben en agosto en Marchigüe y en marzo (septiembre en el hemisferio sur), en Heze. Con estas características, en Heze la floración empieza en el mes de marzo (equivalente a septiembre) y en Marchigüe empieza en agosto con las variedades muy tempranas, como Dan Feng (3) y Zi Hong Zheng Yan (8).

En la siguiente figura (Figura 2.1.2), se comparan las temperaturas medias entre Heze, el lugar de origen de las peonías arbustivas y Marchigüe, su lugar de establecimiento, en las distintas estaciones del año.

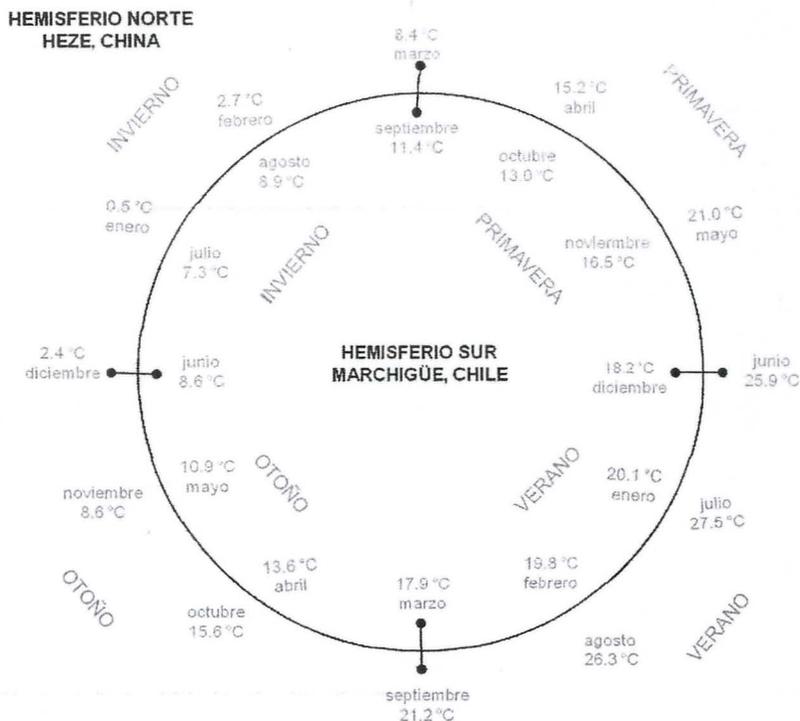


Figura 2.1.2. Comparación entre las temperaturas de Marchigüe y Heze para las cuatro estaciones del año. Las temperaturas medias de Marchigüe corresponden al registro de 4 años en la plantación a través del higrómetro.

Como se puede observar en la Figura 2.1.2, en Heze las temperaturas medias son menores en el invierno y mayores en el verano con respecto a Marchigüe. Sin embargo, tanto en otoño como en primavera, períodos en que ocurren los principales procesos fisiológicos para las peonías, como son la acumulación de horas-frío para el quiebre de la dormancia y la suma térmica para llegar a cosecha, las temperaturas medias de Heze y Marchigüe para el otoño y la primavera son comparables.

Por lo mismo, para efectos de caracterizar la época de floración de las peonías arbustivas en el sitio de la plantación se llevó un registro de las horas-frío y días-grado a través de un año calendario para luego con los datos de la floración estimar las necesidades de frío y calor para la especie y poder extrapolar los resultados, (Cuadro 2.1.3)

Cuadro 2.1.3. Horas-frío (< 6°C) y grados-día (> 5°C) para un año en el sector de la plantación (promedio 4 años).

Mes	Horas-frío (< 6°C)	Grados-día (> 5°C)
enero	1	782
febrero	3	730
marzo	35	754
abril	145	551
mayo	205	422
junio	246	287
julio	316	252
agosto	222	322
septiembre	145	428
octubre	98	515
noviembre	33	652
diciembre	9	720

En las peonías herbáceas, las horas-frío (< 6°C) necesarias para romper la dormancia son alrededor de 1000 horas bajo los 6°C, (Kamenetsky, 2006). En las peonías arbustivas se necesitan alrededor de 600 horas-frío para quebrar la dormancia, es decir entre el receso y la brotación, o sea, entre mediados de abril a mediados de julio para las variedades más tempranas. Hosoki, Hamada e Inaba (1984) y Aoki y Yoshino (1984), indican que la brotación, el porcentaje de floración y la calidad de las flores cortadas fue mayor después de un pre-frío de 3 semanas a 15°C y un período de 3 semanas a 4°C (aproximadamente 600 horas-frío), situación que puede ser asimilada a las condiciones del otoño en la VI Región.

Por otro lado, los grados-día o la suma térmica sobre los 5°C, que se estima como el límite para el crecimiento, que necesitan las variedades más tempranas entre brotación y cosecha es alrededor de 500 días-°C y las variedades más tardías alrededor de 700 días-°C. También estos resultados concuerdan con los obtenidos por Aoki (1992a) y Aoki (1992b), quien indica que existen entre 30 a 32 días entre el quiebre de la dormancia y floración, con una temperatura acumulada desde brotación a floración de 550° grados-día.

Liu et al. (2002), indican que el porcentaje de quiebre de la dormancia de las yemas florales en los cultivares japoneses fue más bajo que en el caso de los cultivares del Grupo Zhongyuan, aún después de haber sido sometidos a un período de 4 semanas a 4°C, debido a que los cultivares japoneses son más tardíos que los cultivares chinos.

Los resultados de Aoki (1992b), señalan por otra parte, que 7 semanas a 4°C, (alrededor de 1000 horas frío), es suficiente para quebrar la dormancia de todos los cultivares. Es decir, la localización de la plantación en Marchigüe cumple con estos requisitos y pueden ser cultivadas al mismo tiempo peonías arbustivas y herbáceas y ser complementarias.

Precipitaciones

En el Cuadro 2.1.4, se presenta la comparación de las precipitaciones en ambos ecosistemas (Heze y Marchigüe). Los datos pertenecientes a Marchigüe corresponden al promedio de 4 años de registros.

Cuadro 2.1.4. Precipitaciones medias mensuales y anuales (mm) en Heze y Marchigüe. (Promedio 4 años)

HEMISFERIO NORTE		Precipitación (mm)		HEMISFERIO SUR	
mes		Heze	Marchigüe	mes	
	enero	8	63	julio	
	febrero	14	76	agosto	
PRIMAVERA	marzo	25	6	septiembre	PRIMAVERA
	abril	28	17	octubre	
	mayo	92	4	noviembre	
VERANO	junio	92	12	diciembre	VERANO
	julio	147	0	enero	
	agosto	117	0	febrero	
OTOÑO	septiembre	90	3	marzo	OTOÑO
	octubre	47	15	abril	
	noviembre	26	60	mayo	
INVIERNO	diciembre	9	104	junio	INVIERNO
	anual	695	360	anual	

En el Cuadro 2.1.4 se puede observar que caída pluviométrica anual (mm) es superior en Heze, pero la distribución de las lluvias es totalmente diferente en los dos ecosistemas comparados. En Heze los eventos pluviométricos ocurren en primavera y verano y en Marchigüe en otoño e invierno. Por otra parte, en Heze se presenta una distribución de la lluvia más uniforme que en Marchigüe, ecosistema que se caracteriza por un largo período de sequía (4 a 6 meses).

Desde el punto de vista productivo, la cantidad u oportunidad de la lluvia no tiene ninguna significancia ya que en ambos ecosistemas se cuenta con disponibilidad de agua y con sistemas de riego tecnificado.

Finalmente, para la caracterización de las condiciones climáticas del sitio de plantación se registraron los valores de humedad relativa media máxima, media mínima y media (%) que se presentan en el Cuadro 2.1.5.

Cuadro 2.1.5. Características de la humedad relativa (HR%) en el sitio de la plantación (promedio de 4 años)

Mes	HR media máxima (%)	HR media mínima (%)	HR media (%)
enero	82.5	26.7	55.0
febrero	83.5	26.4	53.5
marzo	85.3	30.1	49.3
abril	85.1	28.2	56.1
mayo	88.3	38.7	63.1
junio	88.3	42.5	64.8
julio	87.8	42.2	65.3
agosto	88.3	38.2	62.8
septiembre	87.0	30.9	58.0
octubre	86.3	30.3	58.3
noviembre	84.8	22.8	53.5
diciembre	82.7	25.1	54.3

En el Cuadro 2.1.5, se puede observar que la humedad relativa máxima fluctúa entre 88% para los meses de mayo, junio, julio y agosto y 83% para los meses de diciembre y enero. Por otro lado, la humedad relativa media mínima varía entre 42% para junio y julio y 23% para noviembre. Con estos resultados, finalmente, se puede indicar que la humedad relativa media en el ecosistema de Marchigüe fluctúa entre 65% en julio y 54% para los meses de verano.

Los registros de las características climáticas durante el período enero 2010 y noviembre 2013, aparecen en el Anexo III.

Descripción del suelo

Como las peonías arbustivas tienen raíces largas y flexibles, la mejor elección para su cultivo es un suelo profundo con buen drenaje y a su vez, como todos los cultivos necesitan suelos francos y fértiles. Para las peonías arbustivas es mejor un suelo arenoso que un suelo más pesado. El pH ideal es neutro o levemente alcalino, (Wang et al., 1998, Hernández, 2001, Li et al., 2005).

Sin embargo, las peonías arbustivas se pueden desarrollar en un amplio tipo de suelo, aún cuando deben evitarse suelos delgados (< 40 cm) y suelos con mal drenaje y aún en estos suelos con una plantación en camellones se logra un buen desarrollo del cultivo.

El suelo de la plantación corresponde a una terraza aluvial del Estero Trinidad. Es un suelo ligeramente ondulado, profundo, con un drenaje interior moderado, de texturas franco-arcillosas en la superficie y arcillosas en profundidad. Existen algunos sectores de texturas francas en superficie y franco-arcillosas en profundidad. El suelo se había mantenido por muchos años con pradera natural

2.2. Preparación del suelo para la plantación

Debido que la plantación estaba programada para el mes de octubre de 2009, el suelo se empezó a preparar durante el otoño anterior. La primera actividad se realizó en abril (15/04/2009) levantando la pradera natural que cubría el suelo. Para cumplir con este objetivo el suelo fue arado con un arado de discos y luego fue rastreado y cruzado con una rastra de discos para quedar en barbecho. (Figura 2.2.1).

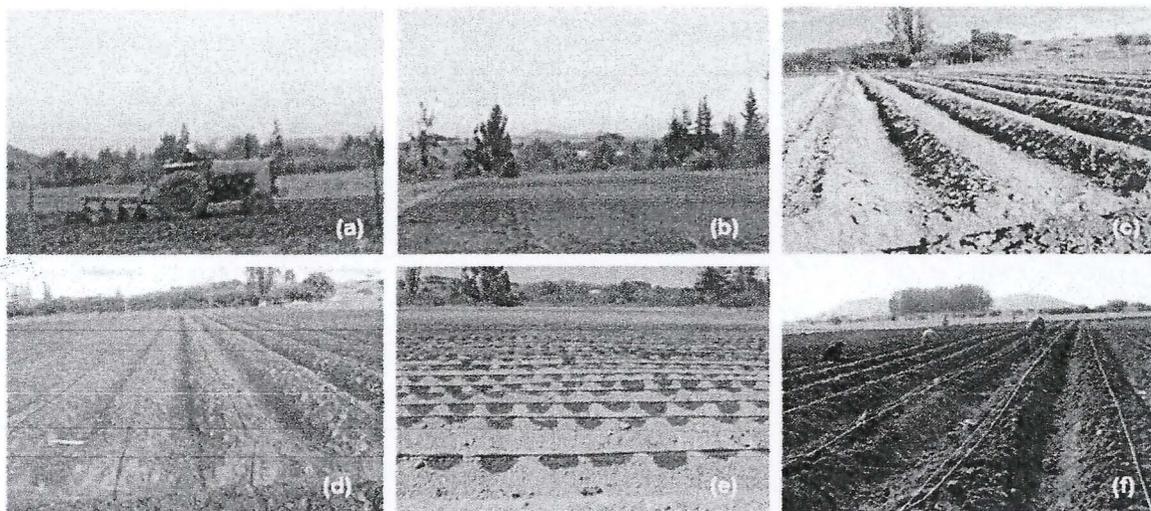


Figura 2.2.1. (a): levantamiento pradera natural, (b): barbecho, (c) camellones, (d): instalación sistema de riego, (e): riego a capacidad de campo, (f): instalación lienzas de marcado de lugar de plantación.

A fines de agosto (25/08/2009), una vez terminado el período de lluvias intensas, se implementó el barbecho químico aplicando glifosato (Roundap Full II) en dosis de 4 l/ha, para eliminar la vegetación natural y las malezas. Posteriormente, a mediados de septiembre (14/09/2009), se efectuó una segunda aplicación de glifosato en la misma dosis. Una semana después se rastreó con una rastra de discos para posteriormente arar con un arado cincel y terminar con dos pasadas de rastra de discos. Después de una nueva lluvia, el día 22/09/2009 nuevamente se aró y cruzó con un arado cincel, seguido por dos rastros con rastra de disco, (Figura 2.2.1 b).

En el último rastraje se incorporaron un insecticida a la forma de clorpirifos (Lorsban, 10 kg/ha) y trifluralina como herbicida de pre-plantación (Treflan, 2 l/ha) y la fertilización de fondo, de acuerdo al análisis del suelo con 280 kg de P_2O_5 a la forma de Superfosfato triple (0-45-0), 200 kg de K_2O como Cloruro de potasio (0-0-60) y 50 kg de N como Nitrato de calcio (16-0-0). Finalmente, sobre la superficie húmeda del suelo se aplicó linurón (Afalón, 2 kg/ha), un herbicida suelo-activo de pre-emergencia.

Luego, con un arado cincel adaptado a la formación de los camellones, se procedió a “soltar” y aporcar de forma de levantar el suelo. Los camellones alcanzaron una altura de 25 cm y se consideró que era insuficiente, por lo que se volvió a surcar con el arado cincel entre los camellones ya formados, que luego fueron llevados a pala a una altura de 45 cm y una distancia entre hileras de 1.2 m, (Figura 2.2.1 c).

Se decidió plantar en camellones ya que el suelo, en parte, es arcilloso y en invierno en la época de las lluvias intensas puede acumular una cantidad de excesiva de humedad que afecte a las raíces de las plantas.

Una vez establecidos los camellones en forma definitiva, se colocaron sobre ellos las mangueras del sistema de riego por goteo con goteros incorporados autocompensados a una distancia de 40 cm y se regó con un tiempo de riego de dos horas, de tal forma de llevar el suelo a capacidad de campo, hasta una profundidad de 40 cm, (Figura 2.2.1 e).

Tres días después el 13/10/2009, se inició la plantación, marcando los hoyos de plantación con una lienza marcada cada 120 cm, quedando 50 plantas por cada hilera, (Figura 2.2.1 f).

El marco de plantación utilizado corresponde a lo recomendado por Chen et al. (2004) y la Luoyang Peony Society (2008), de 1.2 m entre hileras y 1,2 m sobre la hilera, sin embargo a la luz de los resultados se puede establecer un nuevo marco de plantación más eficiente, con una separación entre plantas sobre la hilera de 80 cm.

2.3. Plantación

Las plantas llegaron muy bien embaladas con turba húmeda en cajas de cartón recubiertas por dentro con plástico (Figura 2.31a). Antes de plantar, las cajas se ordenaron por colores y a cada variedad se le asignó un número, blancas: Yao Huang (1), Jin Gui Piao Xiang (2) y Dan Feng (3), amarilla: Hai Huang (4), naranja: Jin Zhi (5), púrpura oscuro: Wu Jin Yiao Hui (6) y Mo Su (7), púrpura: Zi Hong Zheng Yan (8) y Shou An Hong (9), rojo púrpura: Jin Xiu Qiu (10), rojo magenta: Bai Yuan Hong Zia (11) y rojo: Luo Yang Hong (12), tal como se presenta en el Cuadro 2.3.1.

Cuadro 2.3.1. Variedades, color y número asignado a la plantación.

Nombre variedad (China)	Nombre variedad (Occidente)	Color	Número asignado
Yao Huang	Yao's yellow	blanco	1
Jin Gui Piao Xiang	Golden Smell	blanco	2
Dan Feng	Dan Feng	blanco	3
Hai Huang	High Noon	amarillo	4
Jin Zhi	Chromatella	naranja	5
Wu Jin Yiao Hui	Glossy Black	púrpura oscuro	6
Mo Su	Quiet Inky Black	púrpura oscuro	7
Zi Hong Zheng Yan	Fascinating Purplish Red	púrpura	8
Shou An Hong	Garnet Red Light	púrpura	9
Jin Xiu Qiu	Brocade Ball	rojo púrpura	10
Bai Yuan Hong Zia	Rosy Sunshine	rojo magenta	11
Luo Yang Hong	Luo Yang Red	rojo	12

Para no incurrir en errores, solo una vez que se terminaba de plantar una variedad se empezaba con la siguiente. Debido al tipo de plantas, a diferencia de las plantas herbáceas, las peonías arbustivas traían los tallos y las raíces amarradas con elásticos (Figura 2.3.1 b). Una vez que se retiraban los elásticos, un trabajador iba desinfectando las plantas con una solución fungicida e insecticida compuesta por Benlate (100 g), Captan (200 g), Furadan (166 ml) y Nu Film (100 ml) por 100 litros de agua. Una vez desinfectadas, otro trabajador llevaba las plantas a las hileras y las iba depositando ordenadamente en la marca de la plantación. Tres trabajadores hacían los hoyos donde colocaban las plantas de forma que el injerto quedara como mínimo a 5 cm bajo la superficie del suelo, es decir el hoyo de plantación debe tener entre 30 y 40 cm., (Figura 2.3.1 c y d), (Mega y Somei, 2001, Kowalsick, 2003 y Egawa, Shibasawa y Aoki, 2013).

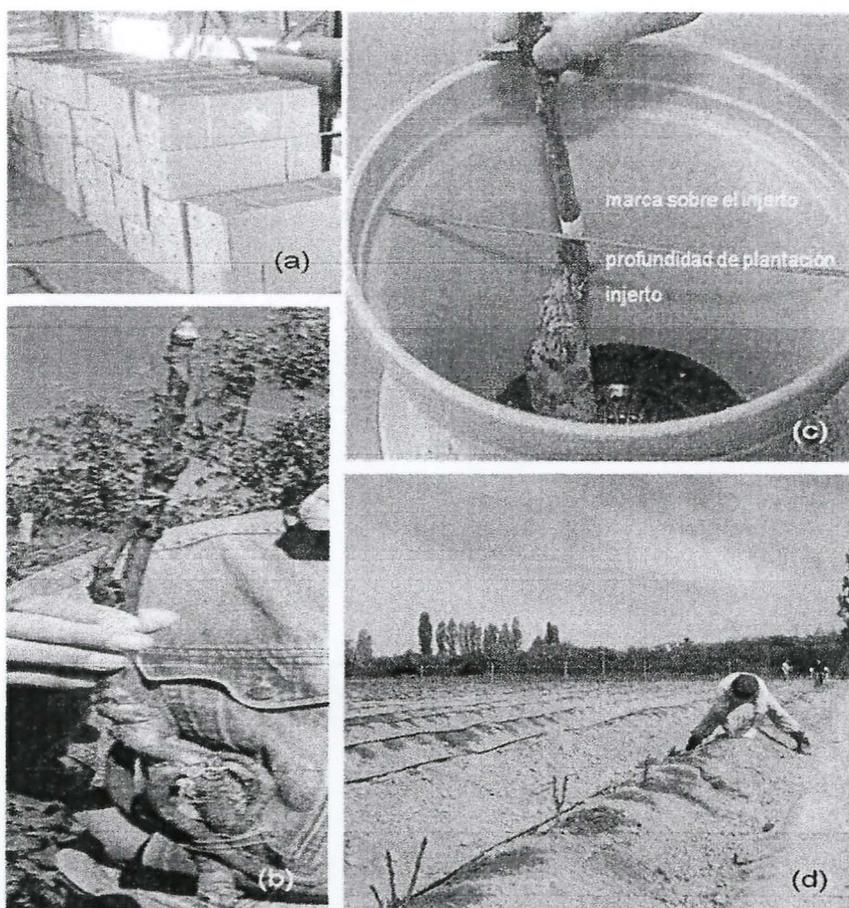


Figura 2.3.1. (a): cajas de embalaje de las plantas, (b): plantas con tallos y raíces fijadas con elásticos, (c): esquema ilustrativo de la profundidad de plantación (d): plantación.

Después del término de la plantación (17/10/2009), las plantas se regaron con los tiempos e intervalos de riego establecidos y recomendados por el asesor en el diseño e instalación del sistema de riego, Ing. Agr. Carlos Barrientos, (Anexo IV).

Aún cuando no es lo recomendado, la plantación en Marchigüe se realizó en octubre (2009), debido al desfase existente con el hemisferio norte. Las plantas en Heze fueron cosechadas entre agosto y septiembre a inicios del otoño en el hemisferio norte, se despacharon en octubre desde China y se plantaron inmediatamente a su llegada.

El otoño es la mejor estación para plantar peonías, porque ayuda al desarrollo de nuevas raíces que son las responsables del normal crecimiento de las plantas en la primavera siguiente. Si una peonía es dividida y plantada en primavera, su sistema radicular no puede recuperarse antes del rápido desarrollo de la parte aérea y por lo tanto no puede suministrar los nutrientes y agua necesarios y la planta puede perder su vitalidad. Como resultado, el crecimiento normal y la floración pueden no recuperarse hasta después de varios años de cultivo.

La plantación debería realizarse desde mediados de marzo a fines de abril, debido a que las temperaturas del suelo son todavía relativamente altas. Esta situación beneficia el desarrollo de raíces con lo que se asegura la sobrevivencia invernal y el desarrollo de la siguiente temporada, (Wang et al., 1998, Mega y Somei, 2001).

Plantar excesivamente temprano, puede resultar en “yemas quemadas de otoño” que son las yemas que se abren antes que las temperaturas de otoño bajen y cuando esto sucede, se queman con las bajas temperaturas de invierno. Plantar muy tarde trae como consecuencia baja tasa de desarrollo radicular, lo que a su vez provoca, que en primavera las plantas presenten una menor recuperación y baja sobrevivencia, (Wang et al., 1998, Egawa, Shibasawa y Aoki, 2013)

2.4. Manejo técnico-agronómico

2.4.1. Manejo de la fertilización

Fertilización de fondo (pre-plantación)

Durante la preparación del suelo para la plantación, antes del último rastraje, se debe tomar una muestra para su análisis químico, en base al cual se debe establecer la fertilización de fondo.

La fertilización de fondo tiene como objetivo corregir el nivel de todos los nutrientes deficientes o de bajo el contenido establecido por el análisis de suelo. En el Cuadro 2.4.1, se presentan los estándares suficientes de disponibilidad de los diferentes nutrientes en el suelo adaptados para plantaciones de peonías.

Cuadro 2.4.1. Estándares suficientes de disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Nutriente	Estándar suficiente (ppm)
P	30
K	180
Mg	30
S	16
B	1
Mn	1
Fe	2.5
Zn	1
Cu	0.5

Las dosis de corrección en el caso de los distintos nutrientes a excepción del N tienen un efecto residual que permite durante 2 a 3 años mantener un nivel suficiente de estos nutrientes en el sitio de la plantación.

El análisis de N del suelo no tiene un valor de diagnóstico. El historial de cultivo del sector de la plantación es un buen índice de su contenido de N disponible. Por lo tanto, como el sector donde se ubicó la plantación de peonías arbustivas había permanecido con pradera natural por muchos años, implica un nivel medio de N disponible.

Por otro lado, en el caso de la plantación en Marchigüe (Secano Interior, VI Región), el análisis reveló un bajo contenido de P y un contenido medio de K y contenidos adecuados de los otros nutrientes, (Cuadro 2.4.2). El análisis del suelo del sitio de la plantación con una muestra a 20 cm de profundidad, indica lo siguiente:

Cuadro 2.4.2. Análisis del suelo del sector de la plantación, (Fundo La Encierra, Marchigüe).

Fecha: abril 2009		Profundidad de muestreo: 20 cm			
análisis	elemento	unidad expresión	resultado	calificación	observaciones
Fertilidad					
pH (agua relación 1:2.5)		1:2.5	6.5	neutro	
C.Eléctrica (en extracto)		dS/m	0.32	sin problemas	
materia orgánica		%	2.0	bajo	
fósforo disponible	P	ppm	2.0	muy bajo	suelo aluvial
potasio disponible	K	ppm	122	medio	
asufre extractable	S	ppm	16	adecuado	
Cationes intercambiables					
calcio	Ca	meq/100g	6.3	medio	
	%CIC		56		
magnesio	Mg	meq/100g	2.4	alto	
	%CIC		21		
potasio	K	meq/100g	0.57	adecuado	
	%CIC		5.0		
sodio	Na	meq/100g	0.17	bajo	
	%CIC		1.5		
suma de bases			9.4		
CIC			11.2		
Microelementos disponibles					
hierro	Fe	ppm	83.6	alto	
manganeso	Mn	ppm	55.8	alto	
zinc	Zn	ppm	1.4	adecuado	
cobre	Cu	ppm	2.3	adecuado	
boro	B	ppm	0.9	adecuado	
Otras determinaciones					
Aluminio extractable	Al	ppm	27	muy bajo	baja capacidad retención P

Para alcanzar niveles suficientes de los nutrientes en el suelo se deben considerar las dosis de corrección estimadas en el Cuadro 2.4.3.

Cuadro 2.4.3. Nutrientes, fuente fertilizante y dosis de corrección estimadas

Nutriente	Unidad	Fuente fertilizante	Dosis corrección (kg unidades/ha)
P	P ₂ O ₅	superfosfato triple	200 – 400
K	K ₂ O	cloruro de potasio	100 – 200
Mg	MgO	sulfato de magnesio	180
S	S	sulfato de calcio	250
B	B	boronatrocacita	20
Cu	Cu	sulfato de cobre	20
Zn	Zn	sulfato de cinc	40
Mn	Mn	sulfato de manganeso	80
Fe	Fe	quelato de hierro	68

La dosis de P se puede establecer a partir de la capacidad de retención de P por el suelo, estimada por el análisis de Al-extractable con acetato de amonio (Cuadro 2.4.1). En el Cuadro 2.4.4, se presenta el Al-extractable y el coeficiente de retención de P expresado como kg P₂O₅/ha para elevar en 1 ppm P-Olsen el contenido de P del suelo.

Cuadro 2.4.4. Al-extractable y el coeficiente de retención de P del suelo (Rodríguez, Pinochet y Matus, 2000)

Al-extractable (ppm)	Coefficiente de retención P (kg P ₂ O ₅ para elevar 1 ppm)
0 - 200	10
201 - 400	15
401 - 600	20
601 - 800	25

En un suelo aluvial, como en el que se ubica la plantación de peonías arbustivas, con 27 ppm de Al-extractable y 2 ppm de P-Olsen en el suelo (Cuadro 2.41), se requerirán 280 kg P₂O₅/ha para alcanzar el nivel adecuado de 30 ppm P-Olsen. Sin embargo, en un suelo con 800 ppm de Al-extractable y 2 ppm de P-Olsen, serán necesarios 700 kg P₂O₅/ha para elevar el contenido de P-Olsen de 2 a 30 ppm (28 ppm x 25 kg P₂O₅/ppm).

Por lo tanto, se consideró una fertilización de fondo de 280 kg de P₂O₅ como superfosfato triple (0-45-0) y 200 kg de K₂O como cloruro de potasio (0-0-60). Tanto el fósforo como el potasio no se movilizan en el suelo y tienen un considerable efecto residual que asegura una nutrición adecuada por dos a tres años.

En el caso del N, que no tiene un efecto residual y está libre en la solución de suelo, la dosis fue relativamente baja, 50 kg N/ha como nitrato de calcio, dada la baja demanda de N en esta etapa inicial del desarrollo de las plantas. Dependiendo del desarrollo de las plantas se deben considerar nuevas aplicaciones de N a través de la fertirrigación.

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes minerales es la incorporación de guano en los últimos rastrajes de la preparación del suelo, (Wang et al., 1998, Kowalsick, 2003).

En el caso de la plantación en Marchigüe no fue posible la aplicación del guano en la preparación del suelo y se incorporó en la aporca de otoño (marzo), de 2010. El guano, en general, tiene como objetivo elevar el contenido de nutrientes del suelo a través de su mineralización, controlada por las condiciones ambientales. De esta forma se puede mantener una entrega permanente de nutrientes, especialmente cuando se elevan las temperaturas y se acelera el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas.

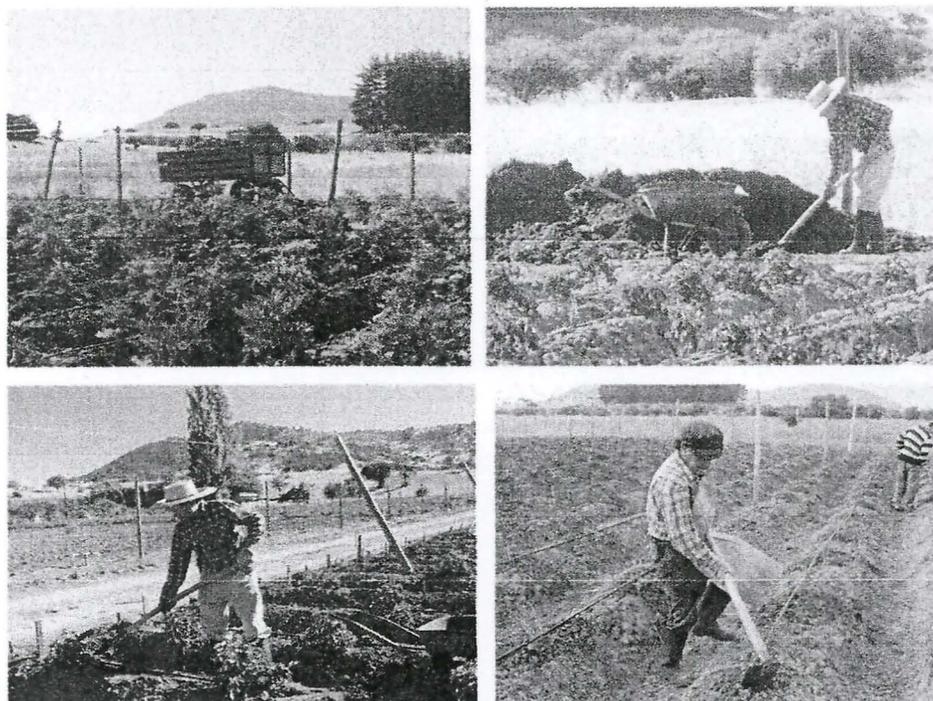


Figura 2.4.1. Aplicación e incorporación del guano de pollo (marzo 2010).

Para su aplicación, el guano se amontonó a lo largo del camino y se trasladó en carretilla por las entrehileras. Con pala, se agregaron alrededor de 2 kg de guano/planta, que luego se incorporó con una labor de aporca del camellón, (Figura 2.4.1).

Se consideró que esta práctica permitiría, también, mejorar las condiciones físicas del suelo alrededor de la planta, favoreciendo la dinámica del agua y el desarrollo radicular.

Evaluación del estado nutricional de la plantación

La fertilización de las peonías arbustivas, debe fundamentarse en la evaluación del estado nutricional de las plantaciones después de haber aplicado la fertilización de fondo. El diagnóstico foliar es un método objetivo, utilizado ampliamente en las especies perennes como los frutales o berries.

No se ha desarrollado una metodología específica para las peonías arbustivas, ya que se requiere una base experimental para establecer distintos aspectos del diagnóstico foliar como son: elección del tejido a muestrear, época de muestreo, número de muestras o estándares nutricionales. Sin embargo, es posible adaptar la información existente para peonías herbáceas.

Tejido muestreado y número de muestras

El tejido muestreado corresponde a hojas recientemente maduras (hojas ubicadas en el centro del tallo). Para el muestreo se consideran solo las tres hojuelas terminales de la hoja elegida, tal como se indica en la Figura 2.4.2.

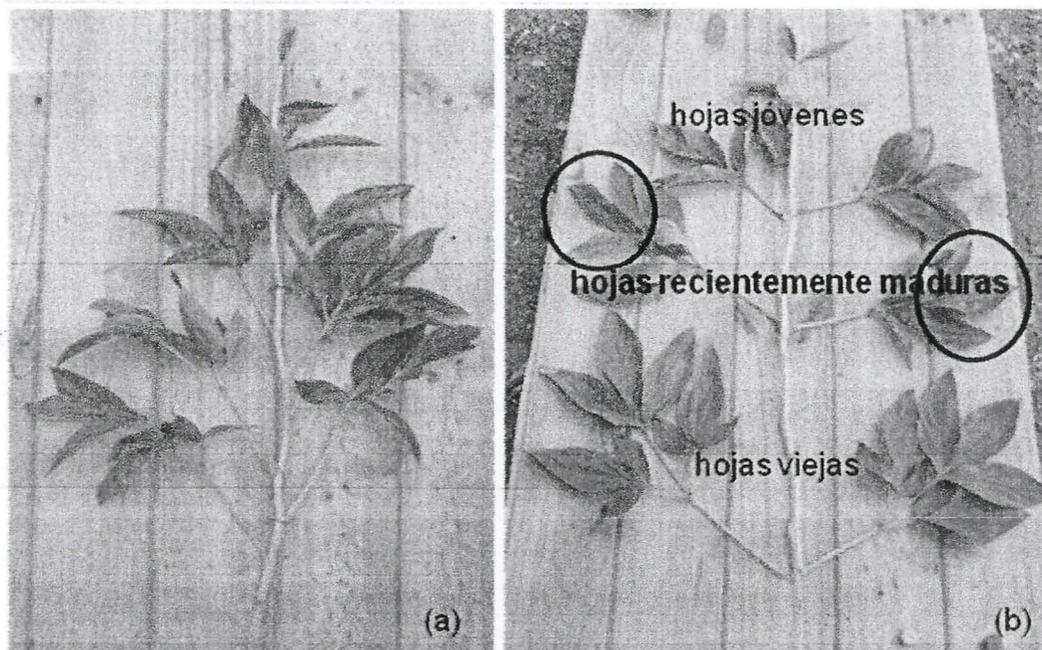


Figura 2.4.2. (a): tallo con sus respectivas hojas y hojuelas, (b): edad de las hojas de acuerdo a su ubicación en el tallo y en círculo las hojuelas terminales de las hojas recientemente maduras que se deben muestrear.

El número de plantas muestreadas por variedad fue de 20, elegidas al azar. En cada planta se seleccionaron 2 hojas, lo que da un total de 60 hojuelas terminales por muestra. Los fundamentos de la metodología, adaptada desde el protocolo para las peonías herbáceas, pueden ser revisados en Sáez (2012). La base estadística del número de plantas y hojuelas a muestrear corresponde a la señalada en otros cultivos, (Silva y Rodríguez, 2000).

Epoca de muestreo

El primer muestreo se realizó el 15 de octubre, una vez cosechadas todas las variedades de peonías arbustivas establecidas. En esta ocasión se muestrearon todas las variedades para tener una visión general de la nutrición.

Posteriormente, se muestrearon mensualmente (15 de noviembre, 15 de diciembre y 15 de enero) cuatro variedades, Yao Huang (1), Hai Huang (4), Zi Hong Zheng Yan (8) y Bai Yuan Hong Zia (11), alcanzando de esta forma cuatro épocas de muestreo. Se eligieron las cuatro variedades que representaban las diferentes épocas de inicio de cosecha. Variedades muy tempranas (tercera semana de agosto), variedades tempranas (tercera semana de septiembre), variedades de media estación (primera semana de octubre) y variedades tardías (segunda semana de octubre).

Análisis foliares realizados

En todos los muestreos se determinó la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, y B. En dos muestreos se determinó además S. Los resultados de los análisis foliares de las 12 variedades establecidas, aparecen en el Cuadro 2.4.5:

Cuadro 2.4.5. Concentración nutricional en las 12 variedades establecidas, (muestreo 15 de octubre de 2012).

Var	Ep C	Concentración nutricional										
		macronutrientes (%)					micronutrientes (ppm)					
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
1	Me	2.60	0.32	0.83	1.01	0.34	54	31	18	11	36	
2	Ta	2.61	0.37	0.79	0.60	0.35	80	28	15	16	38	
3	MTe	1.46	0.21	0.49	1.28	0.35	38	17	17	10	36	
4	Ta	2.75	0.40	0.95	1.07	0.32	44	25	21	7	42	
5	MTa	2.95	0.48	0.83	0.70	0.35	52	25	23	11	38	
6	Ta	2.40	0.29	0.74	1.22	0.38	44	27	18	10	42	
7	ME	2.17	0.29	0.67	1.15	0.34	53	22	19	12	32	
8	MTe	1.56	0.21	0.49	1.28	0.35	38	17	17	10	36	
9	ME	2.49	0.26	0.60	1.13	0.39	50	28	19	14	34	
10	ME	1.83	0.27	0.66	1.06	0.38	45	23	17	11	34	
11	Te	2.16	0.28	0.51	1.46	0.47	41	21	20	10	33	
12	ME	2.06	0.22	0.55	1.44	0.40	43	17	15	10	37	

* MTe: muy tempranas, Te: tempranas, ME: media estación, Ta: tardías, MTa: muy tardías

Los valores de los análisis foliares de las distintas variedades están afectadas por el estado fenológico de las hojas muestreadas debido que a una fecha determinada presentan distinta etapa de desarrollo. Las variedades muy tempranas, tienden a presentar valores más bajos y las muy tardías (más jóvenes) valores más altos.

En el Cuadro 2.4.6, se presenta el promedio de las concentraciones de N durante el muestreo de octubre, en las distintas variedades de acuerdo a su inicio de cosecha.

Cuadro 2.4.6. Concentración promedio de N (%) en las variedades muestreadas en octubre de acuerdo a su época de floración (inicio de cosecha).

Variedades (época de cosecha)	Muestreo (días desde inicio de cosecha)	Concentración de N % (promedio)
muy tempranas, cosecha agosto (MTe)	60	1.56
tempranas, cosecha septiembre (Te)	30	2.16
media estación, cosecha inicio octubre (ME)	15	2.29
tardías, cosecha mediados octubre (Ta)	1	2.84

Los resultados muestran claramente el efecto de la edad fisiológica de las hojuelas a partir de la época de cosecha, o sea, muestran la variación estacional de las concentraciones foliares. Por otra parte, la consistencia de los valores muestran la fortaleza de la metodología del muestreo foliar utilizada. En general, las concentraciones nutricionales son similares a otras especies vegetales (Silva y Rodríguez, 2000), en el rango de plantas con un estado nutricional adecuado.

Variación estacional de las concentraciones foliares en los cuatro muestreos

En los Cuadros 2.4.7, 2.4.8 y 2.4.9, se presenta la variación estacional nutricional de N, P y K observada en los cuatro muestreos realizados en cuatro variedades: Zi Hong Zheng Yan (8) muy temprana, Bai Yuan Hong Zia (11) temprana, Yao Huang (1) media estación y Hai Huang (4) tardía.

Cuadro 2.4.7. Variación estacional de la concentración de N (%) en cuatro variedades con distintas épocas de cosecha.

Variedad	Cosecha	Concentración N (%) Fecha de muestreo			
		15 oct	15 nov	15 dic	15 ene
Zi Hong Zheng Yan (8)	MTe	2.18	1.93	1.55	1.35
Bai Yuan Hong Zia (11)	Te	2.16	1.78	1.53	1.32
Yao Huang (1)	ME	2.60	1.83	1.67	1.36
Hai Huang (4)	Ta	2.75	2.07	1.80	1.32

Cuadro 2.4.8. Variación estacional de la concentración de P (%) en cuatro variedades con distintas épocas de cosecha.

Variedad	Cosecha	Concentración P (%) Fecha de muestreo			
		15 oct	15 nov	15 dic	15 ene
Zi Hong Zheng Yan (8)	MT	0.21	0.20	0.18	0.15
Bai Yuan Hong Zia (11)	TE	0.28	0.22	0.18	0.15
Yao Huang (1)	ME	0.32	0.24	0.21	0.21
Hai Huang (4)	TA	0.40	0.26	0.20	0.17

Cuadro 2.4.9. Variación estacional de la concentración de K (%) en cuatro variedades con distintas épocas de cosecha.

Variedad	Cosecha	Concentración K (%) Fecha de muestreo			
		15 oct	15 nov	15 dic	15 ene
Zi Hong Zheng Yan (8)	MT	0.49	0.66	0.72	0.50
Bai Yuan Hong Zia (11)	TE	0.51	0.75	0.71	0.55
Yao Huang (1)	ME	0.83	0.86	0.74	0.55
Hai Huang (4)	TA	0.95	0.94	0.79	0.48

Tomando en consideración que la cosecha de las variedades muy tempranas debiera empezar entre la tercera y última semana de agosto, entonces hay 60 días al primer muestreo en octubre.

A pesar de algunas inconsistencias ocasionales en los resultados de la variación estacional de N, P y K en las distintas variedades de acuerdo a su inicio de cosecha, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Las concentraciones de N, P y K tienden a disminuir de acuerdo a la época de muestreo, siendo más bajas en los últimos.
- Las concentraciones de N, P y K son más bajas en las variedades muy tempranas y tempranas y más altas en las variedades de media estación y tardías, de acuerdo a su estado fisiológico. La variación en tiempo, de los muestreos con respecto al inicio de la cosecha va de 60 a 1 día.
- En los primeros muestreos, las concentraciones de N, P y K son altas si se comparan con los valores adecuados en otras especies vegetales. Después del proceso de floración la planta inicia el proceso de senescencia translocando sus nutrientes, lo que se acelera en el tercer y cuarto muestreos.
- Los otros nutrientes presentan tendencias similares a las señaladas para N, P y K.

Epoca tentativa de muestreo

La época de muestreo más adecuada corresponde al segundo muestreo, cuando las plantas están metabólicamente activas y por lo tanto más sensibles a las variaciones en su estado nutricional antes de entrar definitivamente en su proceso de senescencia.

No es eficiente establecer una fecha para cada variedad de acuerdo al inicio de cosecha y una fecha tentativa que sirviera para todas las variedades podría ser durante la primera quincena de noviembre.

Estándares nutricionales

Los estándares nutricionales corresponderían a aquellos valores observados en el segundo muestreo (15 de noviembre). Las diferencias entre variedades en las concentraciones de nutrientes, son poco significativas en un mismo período de muestreo y no permiten fijar distintos estándares para cada variedad.

Para asegurar una nutrición adecuada para todas las variedades se debe considerar las concentraciones más altas en ese período de muestreo. Así, en el caso del N, en el muestreo del 15 de noviembre las concentraciones entre variedades varían entre 1.78% y 2.07%. Las diferencias no son altamente significativas y es posible fijar un valor de 2% como estándar nutricional de N para las peonías arbustivas. Este mismo valor fue obtenido experimentalmente en una plantación de peonías herbáceas en Coyhaique, (Sáez, 2012).

De la misma forma se puede establecer un estándar de 0.25% para P y de 0.94% para el K. Estos valores se encuentran en el rango de estándares nutricionales establecidos para distintas especies frutales y berries, (Silva y Rodríguez, 2000).

Siguiendo el mismo procedimiento, se determinaron los estándares nutricionales para los distintos nutrientes, los que se presentan en el Cuadro 2.4.10.

Cuadro 2.4.10. Estándares nutricionales para distintos nutrientes en peonías arbustivas

Nutriente	Estándar nutricional
N	2.0 – 2.5 %
P	0.25 %
K	0.94 %
Ca	2.0 %
Mg	0.45 %
S	0.12 %
Fe	50 ppm
Mn	25 ppm
Zn	20 ppm
Cu	8 ppm
B	50 – 100 ppm

En el caso del N y el B cabe establecer un rango nutricional, ya que sobre 2.5% de N se puede afectar la calidad de la plantación y sobre 100 ppm de B se presenta toxicidad.

Si en la evaluación del estado nutricional, en las temporadas siguientes a la fertilización de fondo, las concentraciones de nutrientes en el análisis foliar son inferiores a los estándares nutricionales, los contenidos de nutrientes se deben aumentar a través de la fertilización. La dosis dependerá de diversos factores y debe ser recomendada por un especialista o por la experiencia adquirida. El monitoreo del estado nutricional debe ser anual lo que permitirá ir ajustando las dosis.

Corrección del estado nutricional de la plantación

Fertilizantes

Debido a que toda plantación de peonías, tanto arbustivas como herbáceas, tiene un sistema de riego por goteo, se recomienda usar fertirrigación, para lo cual se debe implementar el cabezal de control con una unidad de inyección de agroquímicos, (Figura 2.4.3).

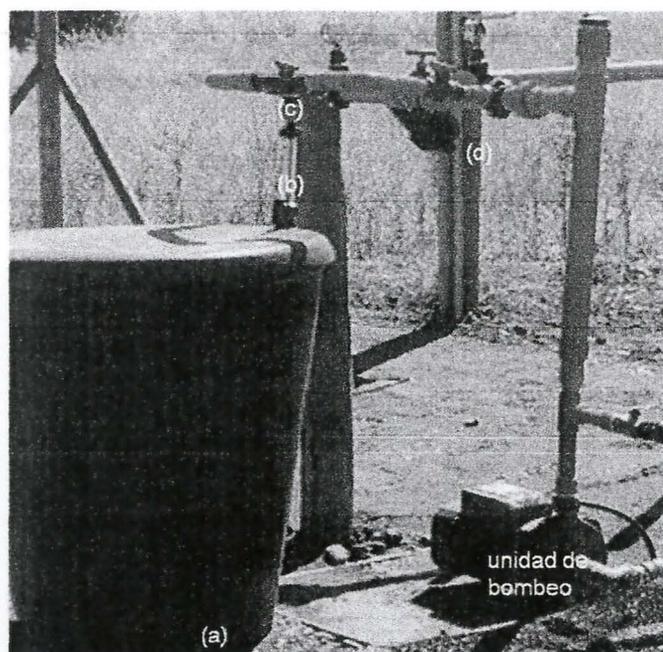


Figura 2.4.3. Equipo de inyección de fertilizantes (agroquímicos en general) compuesto por (a): tambor donde se encuentra la solución madre, (b): caudalímetro, (c): venturi y (d): filtro.

Se debe recordar que la fertirrigación consiste en aportar los nutrientes al cultivo, utilizando como vehículo el agua de riego. Los fertilizantes se mezclan en depósitos, formando la solución madre, que finalmente es inyectada al sistema de riego localizado para mezclarse con el agua de riego.

Para utilizar la técnica de fertirrigación, se hace necesario utilizar fuentes fertilizantes muy solubles y de baja salinidad, algunos de los cuales se presentan a continuación en el Cuadro 2.4.11.

Cuadro 2.4.11 Fertilizantes solubles utilizados en fertirrigación.

Fuente fertilizante	% nutriente
nitrate de amonio	26 % N
nitrate de potasio	15% N – 45% K ₂ O
ácido fosfórico	60 % P ₂ O ₅
sulfato magnésico	13% S – 10% Mg
quelato Fe EDTA	8% Fe
quelato Zn EDTA	14% Zn
quelato Cu EDTA	9% Cu
quelato Mn EDTA	9% Mn
ácido bórico	17% B

La urea es una fuente fertilizante de N muy soluble, pero tiene el problema que tiende a acidificar el suelo. Por otra parte, el superfosfato triple es poco soluble para ser utilizado en fertirrigación. En el caso del P, el ácido fosfórico es una buena alternativa ya que es una fuente líquida y en el caso del N, el nitrato de potasio.

Como norma general la solución madre debe contener entre 100-150 g/L de fertilizante, es decir un 10-15 por ciento y el agua de riego no más del 1 por mil.

Epoca de aplicación de las dosis de corrección del estado nutricional

Dosis de N

En el caso de la deficiencia de N, la dosis estimada debe ser aplicada en la fertirrigación en dos parcialidades durante el ciclo anual del crecimiento de la plantación. Cada parcialidad corresponderá a un 50% de la dosis estimada,

La primera parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse después de la brotación cuando las hojas hayan alcanzado el 60% de su madurez (estado hoja extendida) y su objetivo es aportar N para el crecimiento exponencial de los tallos y hojas y el desarrollo de los botones más o menos 20 días después de la emergencia. Con anterioridad, las plantas se abastecen de N a través del flujo de retranslocación de N desde las coronas.

Por otra parte, no es conveniente atrasar la aplicación de N ya que en ese caso la concentración de N próximo a la cosecha será muy alta, lo que puede afectar el desarrollo de los botones, el grosor del tallo, el color de las flores, el tiempo de florero y finalmente el rendimiento, favoreciéndose el crecimiento vegetativo en desmedro de la producción de flores.

La segunda parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse al inicio de la senescencia de las hojas, temprano en otoño. Su objetivo es incrementar el flujo de retranslocación de N hacia las coronas y por otra parte, mantener una concentración de N satisfactoria para la diferenciación foliar y la iniciación floral.

Si el aporte de N es cercano a la cosecha o a la apertura de las flores (antes), se generará un crecimiento exagerado de los brotes, lo que retrasará el inicio de la dormancia con un gasto de las reservas para la próxima temporada y por otra parte, si se atrasa la aplicación hasta la parte final de la senescencia, existirá una menor absorción de N por las plantas y por consiguiente un menor flujo de N hacia las coronas.

En el caso, de que después de la cosecha o apertura de las flores se observe que las hojas y brotes presentan poco vigor, es conveniente realizar una aplicación de N dividiendo la dosis de N de la segunda aplicación en dos parcialidades: 50% (25% de la dosis anual) después de la cosecha y el otro 50% (25% de la dosis anual), antes de la senescencia de las hojas. En esta situación, se considerarán tres oportunidades de aplicación de N durante el ciclo anual de crecimiento de las peonías, (Figura 2.4.4).

La fertilización en cantidades adecuadas y en una época adecuada no solamente facilita una floración de flores grandes, de brillantes colores y de formas dobles, sino que también previene o reduce las diferencias en la floración entre un año y otro y la degeneración de las formas de las flores.

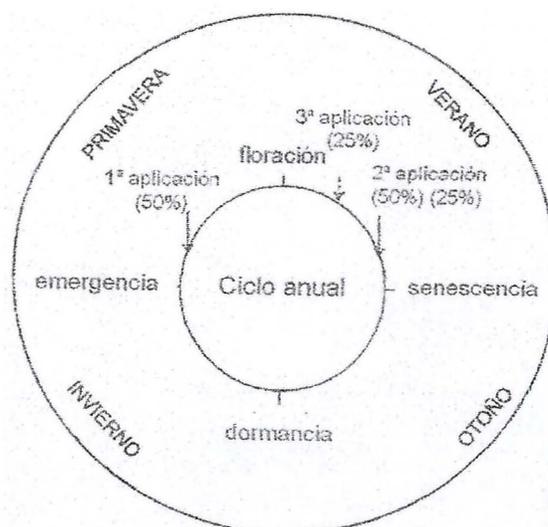


Figura 2.4.4. Época de aplicación de los fertilizantes, (Wang et al., 1998)

Es recomendable, aún con un nivel moderado de N, aplicar una dosis baja de N (25 kg N/ha) en el inicio de la senescencia, que asegure un nivel adecuado de reservas nitrogenadas para la brotación. Los otros nutrientes deben aplicarse en las mismas épocas señaladas, en dos parcialidades, junto a la aplicación de nitrógeno.

En el Cuadro 2.4.12, se presenta el calendario de aplicaciones de fertilizantes en la plantación de peonías arbustivas establecidas en Marchigüe, Secano Interior, VI Región.

Cuadro 2.4.12. Calendario de fertilizaciones durante las temporadas octubre 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014.

Mes	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
agosto	fertilización de fondo *	25 kg N/ha	25 kg N/ha	25 kg N/ha	25 kg N/ha
septiembre					
octubre					
noviembre					
diciembre					
enero	10.000 kg guano de pollo	25 kg N/ha	25 kg N/ha	25 kg N/ha	25 kg N/ha
febrero					
marzo					
abril					
mayo					
junio					
julio					

* fertilización de fondo: incorporación en el último rastraje de 50 kg N/ha, 280 kg P₂O₅/ha, 200 kg K₂O/ha.

La fertilización de fondo durante la primera temporada de cultivo se aplicó en septiembre de 2009 incorporada en la preparación del suelo para la plantación que fue en octubre de ese año. Normalmente, la plantación debiera ocurrir en otoño y la fertilización de fondo debiera ser incorporada en marzo/abril.

La evaluación nutricional realizada mediante el análisis foliar (Figura 2.4.5), de las distintas variedades de la plantación mostró que la fertilización aplicada había sido correcta, ya que el estado nutricional de las distintas variedades se encontraba dentro de los estándares nutricionales.

2.4.2. Control de malezas

La estrategia para el control de malezas consideró un control previo a la plantación en la preparación del suelo y controles periódicos después que la plantación había sido establecida.

La preparación del suelo para eliminar la vegetación de la pradera natural se inició en abril de 2009. El suelo se aró, cruzó, rastreó y se niveló quedando en barbecho hasta agosto.

El 25 de agosto se implementó un barbecho químico para eliminar las malezas y la vegetación natural emergidas. Treinta días después, se repitió la aplicación de glifosato (4 kg/ha) para atacar las nuevas malezas emergidas.

En septiembre llovió y de nuevo se preparó el suelo y se incorporó trifluralina (Treflan, 2 l/ha), un herbicida de pre-emergencia para eliminar las malezas en germinación, en el último rastraje. Finalmente, antes de la plantación se aplicó en la superficie del suelo húmedo linurón, un herbicida suelo-activo.

Con el cultivo establecido, el control de malezas se realizó mediante la aplicación de glifosato (Roundup, 4 kg/ha) entre las hileras con una bomba de espalda de capacidad de 15 litros, utilizando campana de protección. La campana se usa sobre la boquilla para dirigir la aspersion y evitar que la deriva afecte al cultivo, (Figura 2.4.5).

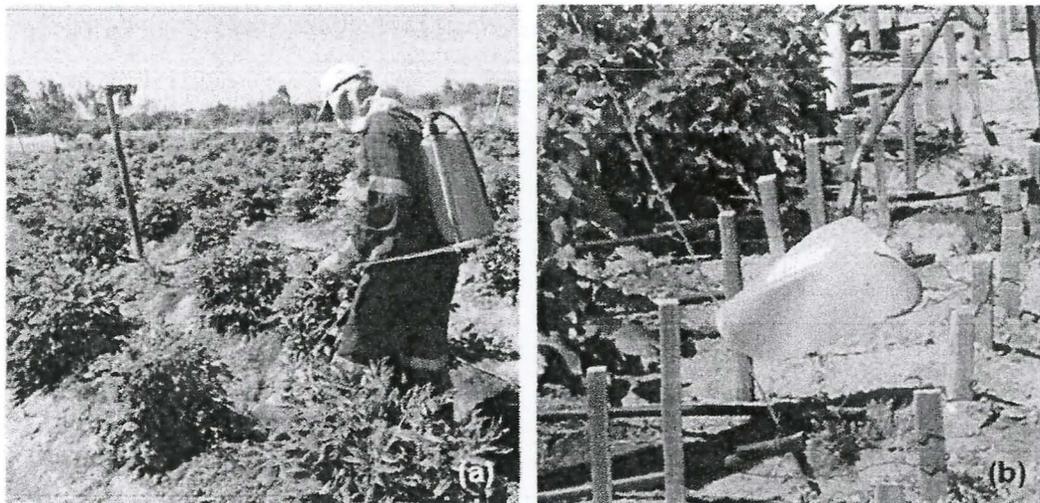


Figura 2.4.5. (a): aplicación de Roundup entre hileras con campana de protección, (b): detalle de la campana utilizada.

El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo y por lo tanto, controla la mayoría de las especies consideradas malezas, (Kogan, 1993) y por sus características sistémicas está especialmente indicado para controlar las malezas perennes, además de las anuales. El momento de aplicación, en general, será cuando mayor sea la relación hojas/parte subterránea, muchas veces en aplicaciones al rebrote de las malezas perennes el control no es adecuado y se puede deber a una baja relación hojas/parte subterránea.

El glifosato funciona mejor con una humedad relativa alta, esto se debería a una cutícula mas hidratada y a una disminución de la evaporación de las gotas depositadas en las hojas de las malezas, permitiendo que una mayor cantidad del herbicida sea absorbida y translocada. También la humedad del suelo influye en la eficiencia de la aplicación, limitaciones hídricas alteran la turgencia de las hojas de las malezas y por consiguiente su absorción. A su vez, el estrés hídrico reduce la capacidad fotosintética y la translocación de los asimilados y una lluvia que ocurra dentro de las 6 horas después de la aplicación puede reducir la efectividad de la aplicación. Sin embargo, el período libre de precipitación (PLP) dependerá de la sensibilidad de la maleza al glifosato y en algunos casos puede extenderse entre 12 y 24 horas.

Una vez que el glifosato es absorbido no es fácilmente degradado, así puede mantener su acción fitotóxica mientras se transloca a través de las plantas tratadas. Esto favorece el control de las malezas difíciles que presentan arraigamiento profundo o que producen propágulos vegetativos a partir de rizomas, tubérculos y en algunos casos, de raíces. La vida del glifosato en el suelo es corta, ya que es rápidamente

degradado por los microorganismos del suelo y también fuertemente adsorbido por los coloides del suelo, es decir, prácticamente no tiene efecto residual. La presión de vapor y la fotodescomposición son negligibles.

Los síntomas de toxicidad en las malezas son un marchitamiento y clorosis gradual de las plantas, para terminar con una desecación de la parte aérea y deterioro de los órganos subterráneos. Los síntomas aparecen entre 2 y 4 días en malezas anuales. En las malezas perennes aparecen a los 7 días o más y son más evidentes después de la segunda y cuarta semanas desde su aplicación.

Espinoza (2010), indica que la debilidad del glifosato es que no controla eficientemente plantas viejas de tréboles, epilobium, don diego de la noche, siete venas, alfilerillo, hierba del chanco y mil en rama y la chufa, maleza especialmente resistente.

Fuentes (1999), señala que la acción de las sales de glifosato (sales de N-fosfonometil glicina), está directamente relacionada con el catión acompañante en de su formulación, siendo la sal potásica la más adecuada para barbecho químico. Por otra parte, para prevenir el desarrollo de resistencia y aumentar la eficiencia para el control de algunas malezas se usó el glifosato con clethodim (Centurion Super) y metamitrón (Goltix).

En el Secano Interior (VI Región), el barbecho químico junto a una aplicación mensual de glifosato entre hileras, seguido de un control manual sobre la hilera, permitió controlar y disminuir la población de malezas en el período de dos años, (Figura 2.4.6).

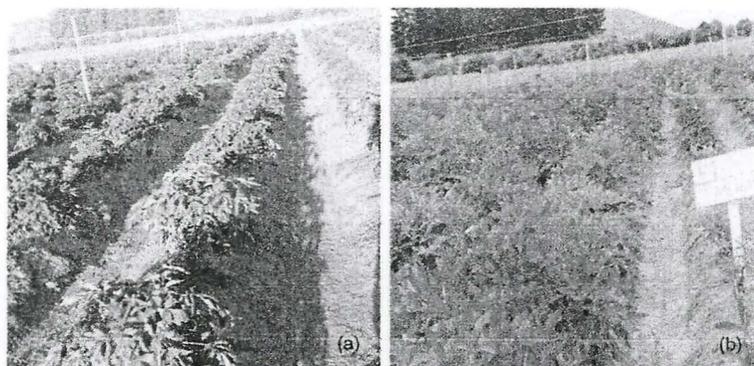


Figura 2.4.6. Plantación de peonías arbustivas sin malezas en dos épocas del cultivo, (a): mayo, en senescencia, (b): noviembre, después de la cosecha.

Las malezas de hoja ancha controladas fueron las siguientes: bolsita del pastor (*Capsella bursa-pastoris*), quilloi-quilloi (*Stellaria media*), quingüilla (*Quenopodium álbum*), sanguinaria (*Poligonum album*), diente de león (*Taraxacum officinale*), romaza (*Rumex crispus*), siete venas (*Plantago lanceolata*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), ortiga (*Urtica urens*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), senecio (*Senecio vulgaris*). Dentro de las grmíneas controladas están: ballica (*Lolium spp.*), poa (*Poa annua*), teatinas.

En el Cuadro 2.4.13, se presenta el registro de las aplicaciones de herbicidas en el período de ejecución del proyecto (2009-2013)

Cuadro 2.4.13. Control de malezas temporadas octubre 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 hasta noviembre de la temporada 2013/2014.

Fecha	Actividad	Control manual	Ingrediente activo	Aplicación de herbicidas		JH
		JH		Producto comercial	Dosis	
20.nov.2009	control manual	2				
21.nov.2009	control manual	2				
22.nov.2009	control manual	2				
15.dic.2009	control manual	2				
16.dic.2009	control manual	2				
17.dic.2009	control manual	2				
18.dic.2009	control manual	2				
19.dic.2009	control manual	2				
13.feb.2010	desmanche		glifosato	Roundup	2 lt/ha	1
15.mar.2010	desmanche		glifosato	Roundup	2 lt/ha	1
04.jun.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4L/ha	2
28.jun.2010	aplicación herbicida		paraquat	Gramoxone	3L/ha	2
05.jul.2010	aplicación herbicidas		glifosato	Roundup	4L/ha	2
02.ago.2010	control manual sobre la hilera	2				
11.ago.2010	aplicación herbicida		paraquat	Gramoxone	3L/ha	2
16.ago.2010	control manual sobre la hilera	3				
21.ago.2010	control manual sobre la hilera	3				
27.ago.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4L/ha	2
27.sep.2010	control manual sobre la hilera	2				
25.oct.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
27.oct.2010	control manual sobre la hilera	3				
05.nov.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4kg/ha	2
19.nov.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4kg/ha	2
22.nov.2010	control manual sobre la hilera	4				
09.dic.2010	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
28.dic.2010	control manual sobre la hilera	3				
24.ene.2011	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
21.feb.2011	aplicación herbicida		glifosato+clethodim	Roundup+Centurion Super	4 kg/ha+1.5 l/ha	2
07.mar.2011	control manual sobre la hilera	2				
11.abr.2011	aplicación herbicida		metamitron	Goltix	2.5 kg/ha	2
26.may.2011	aplicación herbicida		glifosato+clethodim	Roundup+Centurion Super	4 kg/ha+1.5 l/ha	2
14.jun.2011	control manual sobre la hilera	3				
18.jul.2011	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
25.ago.2011	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
12.sep.2011	aplicación herbicida		glifosato+clethodim	Roundup+Centurion Super	4 kg/ha+1.5 l/ha	2
11.oct.2011	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
20.nov.2011	aplicación herbicida		glifosato+clethodim	Roundup+Centurion Super	4 kg/ha+1.5 l/ha	2
01.dic.2011	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
02.ene.2012	control manual entre hileras	3				
16.ene.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
24.feb.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
01.mar.2012	control manual entre hileras	3				
28.mar.2012	aplicación herbicida		metamitrón	Goltix	2.5 kg/ha	2
02.abr.2012	control manual entre hileras	3				
23.abr.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
24.may.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
09.jul.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
17.jul.2012	control manual entre hileras	3				
03.ago.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
04.ago.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
15.ago.2012	control manual entre hileras	3				
05.nov.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
01.dic.2012	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
15.nov.2012	control manual entre hileras	3				
04.feb.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
15.ene.2013	control manual entre hileras	3				
18.feb.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
11.mar.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
15.abr.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
07.may.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
15.jul.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
08.ago.2013	control manual bajo malla antihel	6				
15.sep.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
21.nov.2013	aplicación herbicida		glifosato	Roundup	4 kg/ha	2
23.nov.2013	control manual entre hileras	3				
25.nov.2013	control manual entre hileras	3				

Para aplicar la dosis de glifosato determinada (4 kg/ha), debe calibrarse del equipo a utilizar, es decir, el operario debe aplicar un volumen de agua conocido, marcar la superficie de mojado y luego extrapolar a la dosis con el producto comercial expresada en kg/ha.

En resumen, se puede indicar que la estrategia utilizada en el control de malezas en la plantación de peonías arbustivas se basó en las siguientes actividades:

- preparación del suelo con barbecho químico sobre la pradera natural con la aplicación de glifosato (Roundup, 4 l/ha) por dos veces antes de arar
- barbecho químico sobre el barbecho de otoño antes de mover nuevamente el suelo
- incorporación de trifluralina (Treflan, 2 l/ha) en el último rastraje
- una vez que el cultivo se ha establecido se aplicó mensualmente glifosato (Roundup, 4 l/ha) con bomba de espalda y campana entre las hileras
- control manual sobre la hilera.

2.4.3. Control fitosanitario

Plagas y enfermedades

La literatura revisada, (Wang et al., 1998, Mega y Somei, 2001, Hernández, 2001, Li et al., 2005), indica como enfermedades comunes en las peonías arbustivas, las infecciones por *Botrytis spp.*, *Cercospora spp.*, *Cladosporium paeoniae*, *Sclerotinia sclerotium*, *Fusarium spp.* solo o acompañado con *Almillaria mellea*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum*, *Colecotrichum sp.* y nematodos. A su vez, como plagas se señalan los daños causados por gusanos y larvas de insectos, *Icerya purchasi* (conchuela de cítricos), *Coptotermes formosanus* (termitas) y caracoles.

Durante el período de desarrollo del proyecto entre abril de 2009 y noviembre de 2013 no se observaron plagas y solo algunas hojas aisladas presentaron daño por larvas. Los insecticidas se aplicaron en forma regular con un objetivo de prevención y solamente se suspendieron entre la poda y la aparición de las primeras hojas, (Cuadro 2.4.14).

En general el cultivo se mantuvo libre de enfermedades hasta diciembre de 2012, mes en el cual llovió en forma inusual el 24 de diciembre y que se caracterizó por una pluviometría inusual, días de altas temperaturas, noches y amaneceres muy fríos y constante neblina. Todas estas condiciones aumentaron la condensación bajo la malla de sombreo provocando una alta humedad relativa y una temperatura óptima para el desarrollo de botritis, (*Botrytis spp.*), tal como se observa en la Figura 2.4.7.



Figura 2.4.7. Presencia de botritis (*Botrytis* spp.) bajo la malla de sombreo durante la temporada 2012/2013

Esta enfermedad es transmitida por los esclerocios del hongo que pasan el invierno en el suelo o por plantas infectadas. El calor y la lluvia de primavera son factores adecuados para el desarrollo y diseminación de las conidiósporas que cuando llegan a la planta huésped, desarrollan el tubo germinativo que es capaz de invadir al huésped si los tejidos están húmedos.

En Pengzhou (China), hay dos épocas críticas para la aparición de la enfermedad. Desde finales de otoño, cuando en condiciones de senescencia el patógeno puede infectar las yemas y en primavera cuando puede atacar hojas y botones florales, (Wang et al., 1998).

Sin embargo, sobrefertilización con nitrógeno, alta densidad de plantación, humedad y falta de luz hacen que el crecimiento de la planta sea débil y susceptible a ser atacada en cualquier época del año, como ocurrió en diciembre de 2012.

También, una vez que las yemas se hicieron visibles en junio (2013) se diagnosticó un problema en el cuello y raíces y el laboratorio confirmó un ataque de *Phytophthora* sp. en conjunto con *Fusarium* sp. que afectó fundamentalmente a la variedad Yao Huang (1).

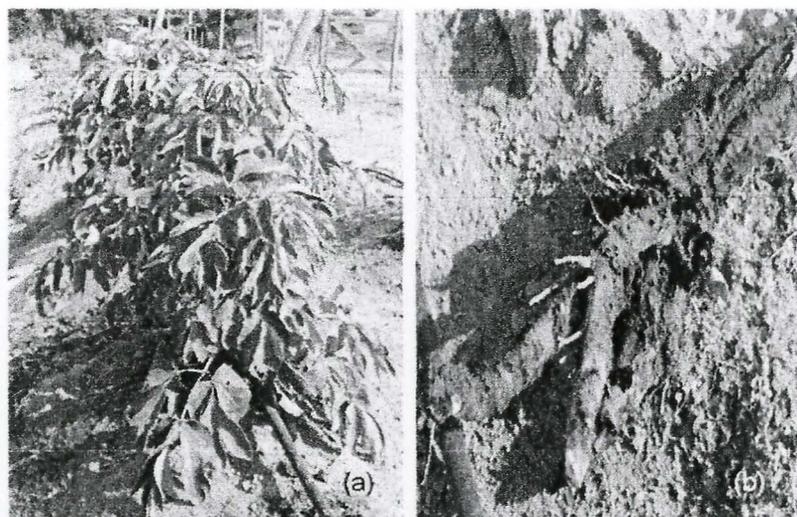


Figura 2.4.8. Ataque de *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp. en la variedad Yao Huang (1), (a): parte aérea dañada, (b): daño al cuello y raíces.

Los síntomas del ataque de *Phytophthora* sp. son muy similares a los de *Botrytis* spp., pero no producen la capa de moho. Esta enfermedad puede infectar a tallos, hojas y yemas. Al principio se ven algunas manchas verde-grisáceo en los tallos, los cuales se ven como teñidos con aceite y luego pasan a color café oscuro o negro formando unas manchas negras de algunos centímetros de longitud. El borde de la lesión está débilmente coloreado y no hay una frontera clara entre la lesión y el tejido sano. Si se infecta el cuello cerca del suelo, la rama se pone negra y se podrá ver un cancro de algunos centímetros. El tallo sobre el cuello puede marchitarse y morir, (Figura 2.4.8).

Por otra parte el ataque de *Fusarium* sp. se manifiesta con plantas débiles, el color verde de las hojas ha palidecido y se ven amarillentas a veces con un tinte rojo. En una infección fuerte, las hojas y las ramas se marchitan y finalmente toda la planta muere. Si se desentierra una planta, su sistema radicular está parcial o totalmente podrido de color café oscuro. El daño provocado por los gusanos o larvas en la raíz hace más fácil la infección. Los síntomas de esta enfermedad aparecen temprano en primavera cuando las hojas de las peonías arbustivas están apareciendo, (Wang et al., 1998).

El collar radicular también puede ser infectado llevando a la planta a su muerte. La lesión en la hoja es a menudo en el envés, el cual presenta una gran mancha irregular teñida café claro o café oscuro con las hojas marchitas, (Wang et al., 1998, Li et al., 2005).

Estos patógenos viven como oospora, clamidospora o micelio. La temperatura del suelo entre 20 a 26°C es adecuada para su desarrollo y dispersión. Años lluviosos presentan una mayor incidencia. Para controlar la enfermedad, se aplicó 2 l/ha de trichodermas a la forma del producto comercial Triconativa, (Alejandro Montesinos, Comunicación personal).

Para cumplir con los estándares de calidad de las flores cortadas de peonías arbustivas es necesario establecer un programa-calendario de prevención y control, tanto de fungicidas como de insecticidas, de tal forma de proteger al máximo la sanidad del cultivo.

Control de enfermedades y plagas

Controles pre-plantación

El control fitosanitario se inició previo a la plantación, en primer lugar con el lavado y desinfección de las plantas en una solución fungicida e insecticida compuesta por Benlate (100 g), Captan (200 g), Furadan (166 ml) y Nu Film (100 ml) por 100 litros de agua y posteriormente, durante las labores de preparación del suelo con la incorporación en el último rastraje de clorpirifos (Lorsban, 10 kg/ha), que es un insecticida de amplio espectro utilizado para el control de insectos en el suelo, como gusanos cortadores, alambre y blanco entre otros.

Controles post-plantación

Control de las enfermedades: fungicidas

La prevención y el control de enfermedades, especialmente de la botritis, abarcó la totalidad del período de crecimiento, floración y poscosecha de las plantas y la frecuencia de aplicación dependió de la residualidad del fungicida, las condiciones de susceptibilidad de las plantas y de la presencia o no, de síntomas de la enfermedad. La frecuencia puede ser desde 7 a 10 días hasta 15 a 20 días.

En el calendario de aplicaciones de fungicidas, se intercalaron fungicidas con distinto modo de acción para evitar el desarrollo de la resistencia de los patógenos. Se debe evitar utilizar fungicidas del mismo grupo químico y no repetir más de dos veces en la temporada un mismo fungicida. Una alternativa es combinar en la misma aplicación, fungicidas de distinto modo de acción o bien utilizar fungicidas compuestos con distintos ingredientes activos y modos de acción, como Bellis o Switch, (Cuadro 2.4.14).

Como se puede observar en el Cuadro 2.4.13, las aplicaciones preventivas de fungicidas se mantuvieron regularmente cada 30 días durante los meses de receso, quincenalmente durante los meses de agosto y septiembre para luego continuar cada 30 días en los meses siguientes, lo cual tuvo especial importancia durante la temporada 2012/2013 hasta la primera cosecha de flores.

Una actividad importante para resguardar la sanidad en la plantación fue el retiro de todo el material desechado producto de labores como la poda, deshojado, descabezado y desbotonado, fundamentalmente con el objeto que evitar que queden en el suelo estructuras de diseminación y resistencia de los patógenos.

Control de plagas: insecticidas

Los productos químicos aplicados para el control de las plagas dependen de las características tanto del sistema alimentario de los insectos como del modo de acción de los insecticidas. Así, los pulgones por sus hábitos alimentarios chupan desde la savia de los tejidos de las hojas los insecticidas sistémicos y por eso, estos productos son los más eficientes. Por otra parte, los trips por su movilidad y hábitos alimentarios requieren de un herbicida de ingestión y contacto.

En el caso de las cuncunillas y gusanos, su característica alimentaria de masticadores y baja movilidad, el efecto tóxico se presenta principalmente en el proceso de ingestión de los tejidos vegetales en los estados larvarios. En los estados adultos los insecticidas sistémicos y de contacto son los más eficientes.

Control integrado

Debido a que uno de los grandes focos de infección para plagas y enfermedades es la proximidad de tejidos enfermos a los tejidos sanos y la presencia de organismos de resistencia de los patógenos en el suelo, una medida muy importante es el retiro de todos los residuos que quedan en la plantación una vez que se ha podado, descabezado, deshojado o desbotonado, (Figura 2.4.11).

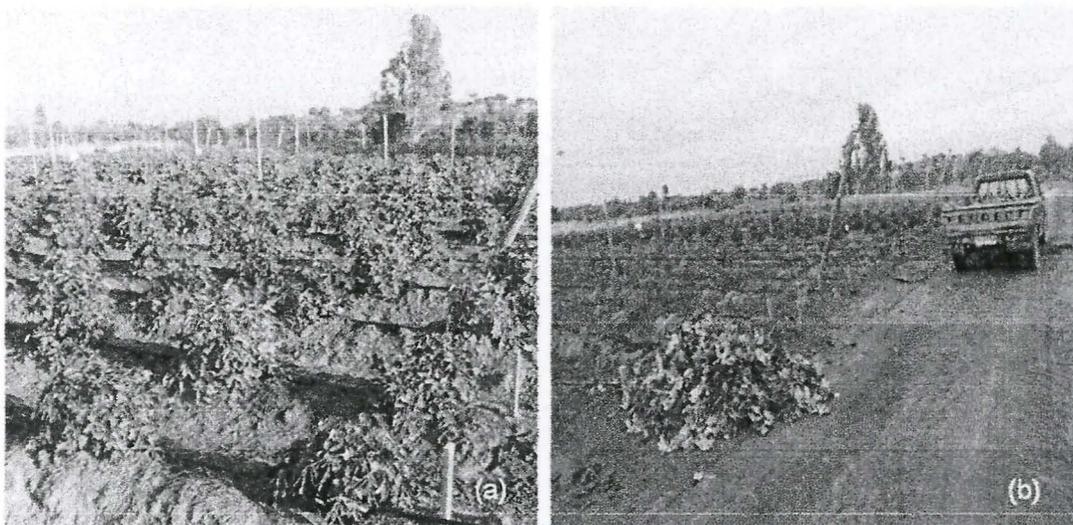


Figura 2.4.11. (a): plantación en senescencia, estado en que las yemas que ya están completamente formadas son muy susceptibles de ser atacadas por botritis, (b): retiro desde la plantación de los residuos de poda y deshojado.

En la etapa de senescencia las yemas ya están completamente diferenciadas y maduras para entrar en la etapa de acumulación de horas-frío. Por esta razón es importante sacar desde la plantación todos los tejidos que pudieran ser portadores de patógenos.

Resistencia

Los insectos, al igual que los hongos fitopatógenos presentan resistencia a los pesticidas de un mismo modo de acción aplicados en forma repetida. Las estrategias para evitar la resistencia tanto a los insecticidas como a los fungicidas fueron:

- alternar productos de distinto modo de acción (distintos ingredientes activos)
- aplicar una mezcla de productos de distintos modos de acción
- aplicar productos compuestos de dos ingredientes activos de distinto modo de acción

Aplicación de fungicidas e insecticidas

Para la aplicación de los fungicidas e insecticidas se utilizó un pulverizador Modelo Basic 400L Taral adquirido con fondos FIA, que aparece en la Figura 2.4.9.



Figura 2.4.9. Pulverizador Modelo Básic 400L Taral.

Las características técnicas del equipo son las siguientes:

- depósito de polietileno con protección UV
- depósito agua limpia
- bomba pistón membrana modelo TAR 60 (40 bar/55 l/min)
- caudal 55 l/min
- regulador de presión TAR 60 c/alivio de presión
- agitación hidráulica
- filtro de aspiración con válvula
- tapa roscada con respiradero, anillo y canastillo
- tapón de descarga
- llenador de acequia
- indicador de nivel
- cardán para la bomba
- chasis de acero tubular UPN
- soporte para todo tipo de barras IMPAC
- pintura electrostática

El pulverizador con su estanque de 400 litros va acoplado al toma de fuerza del tractor y consta de 2 mangueras de 50 m de largo cada una con su correspondiente pitón de 3/8 para una presión de 40 bares. El tractor con el pulverizador se desplaza a lo largo del camino de la cabecera de la plantación y el operario asperja dos hileras de 50 m, una a la ida y otra a la vuelta.

Se requiere otro operario para llevar la manguera durante la pulverización de las dos hileras de vuelta y para desplazar el tractor a una nueva posición, (Figura 2.4.10).

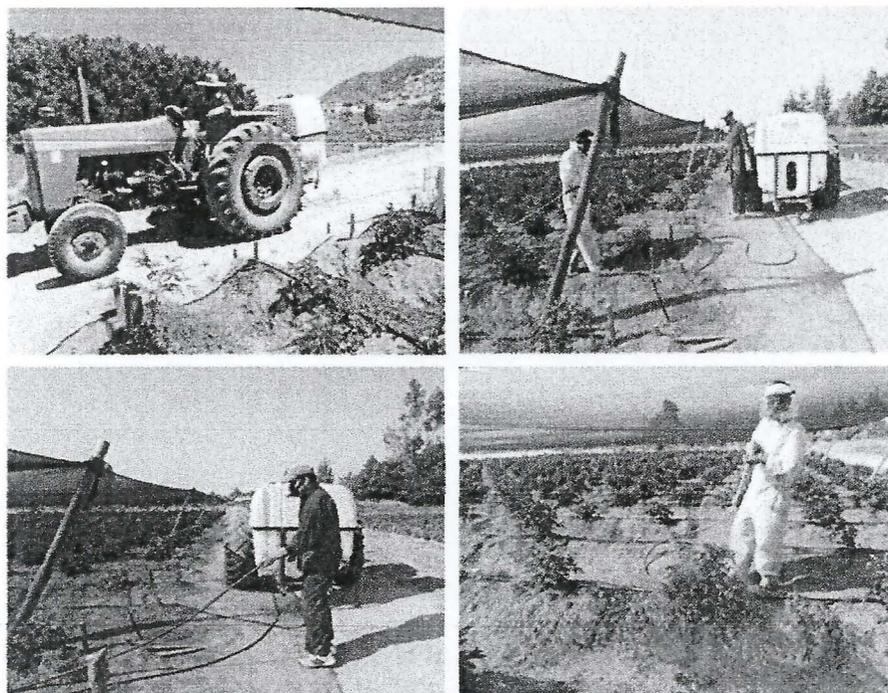


Figura 2.4.10. Secuencia de aplicación de insecticidas y fungicidas con el pulverizador Modelo Basic 400L Taral.

El pulverizador presenta una serie de ventajas en relación al uso de bombas de espalda de bombeo manual:

- mojamiento óptimo debido a la gota más pequeña producto de la mayor presión
- rapidez en la aplicación
- menor esfuerzo para el operario

A pesar de requerir otro operario y del gasto de petróleo del tractor, este costo se compensa dado que el tiempo de aplicación de fungicidas e insecticidas a la totalidad de la plantación se reduce de 4 días (32 H.H.) a 4 H.H. con la ventaja muy importante de un mojamiento uniforme.

En el Cuadro 2.4.14 se presenta el registro de aplicaciones de fungicidas e insecticidas durante todo el período del proyecto (2009-2013), indicando la fecha de aplicación, el ingrediente activo, el producto comercial y la dosis.

Cuadro 2.4.14. Calendario de aplicaciones de fungicidas e insecticidas durante las temporadas octubre 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 y parte de la temporada 2013/2014.

aplicación	FUNGICIDAS			INSECTICIDAS		
	ingrediente activo	producto	dosis/ha	ingrediente activo	producto	dosis/ha
05.nov.2009	iprodione	Rovral	150 g/100L	imidacloprid	Confidor	36 ml/100L
21.nov.2009	clorotalonil	Bravo	125 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
29.dic.2009	metalaxilo	Metalaxil	250 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
01.feb.2010	iprodione	Rovral	150 g/100L	metadimiphos	Metamidifos	100 ml/100L
12.mar.2010	boscalid	Cantus	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
31.mar.2010	fosetil-Al	Aliette	250 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
22.abr.2010	mancozeb	Mancozeb	200 g/100L	clorpirifos	Troya	100 ml/100L
10.may.2010	benomyl	Benex	180 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
02.jun.2010	clorotalomil	Bravo	125 ml/100L			
02.jul.2010	pyrimetaniil	Scala	150 ml/100L			
26.jul.2010	clorotalonil	Bravo	125 ml/100L			
13.ago.2010	oxicloruro de cobre	Fungicup	400 g/100L			
19.ago.2010	cyprodinil + fluoxiodonil	Switch	100 g/100L			
25.ago.2010	fosetil-afuminio	Aliette	250 g/100L			
03.sep.2010	kresoxim	Stroby	50 ml/100L	clorpirifos	Troya	100 ml/100L
10.sep.2010	fenhexamid	Teldor	60 g/100L			
15.sep.2010	fosetil-Al	Aliette	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150 ml/100L
28.sep.2010	fenhexamid	Teldor	60 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
06.oct.2010	metalaxil	Metalaxil	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150ml/100L
18.oct.2010	cyprodinil + fluoxiodonil	Switch	100 g/100L			
09.nov.2010	pyrimetaniil	Scala	150 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
30.nov.2010	boscalid	Cantus	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150ml/100L
20.dic.2010	trifloxitrina+pyrimetaniil	Mystic	40 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
03.ene.2011	kresosim metil	Stroby	20 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
05.feb.2011	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L	clorpirifos	Troya	100 ml/100L
17.mar.2011	pirimetaniil	Scala	150 ml/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
19.abr.2011	boscalid	Cantus	250 g/100L			
18.may.2011	óxido de cobre	Cuprodul	250 g/100L			
15.jun.2011	iprodione	Rovral	125 ml/100L			
20.jul.2011	ciprodinil+fluoxiodonil	Switch	100 g/100L			
11.ago.2011	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L			
01.sep.2011	boscalid	Cantus	250 g/100L			
28.sep.2011	ciprodinil+fluodioxonil	Switch	100 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
07.nov.2011	boscalid+estrobilurina	Bellis	90 ml/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
29.nov.2011	iprodione	Rovral	150 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
19.dic.2011	kresoxim-methyl	Stroby	20 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
10.ene.2012	pirimetaniil	Scala	150 ml/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150 ml/100L
03.feb.2012	pyraclostrobin+boscalid	Bellis	90 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
26.mar.2012	boscalid	Cantus	250 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
19.abr.2012	kresoxim-metil	Stroby	20 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
22.may.2012	ciprodinil+fludioxonil	Switch	100 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
21.jun.2012	óxido de cobre	Cuprudul	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150 ml/100L
30.jul.2012	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
17.ago.2012	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L			
31.ago.2012	ciprodinil+fludioxonil	Switch	100 g/100L	lambdaclihalotrina	Zero	150 ml/100L
04.sep.2012	kresoxim-metil	Stroby	20 ml/100L			
09.oct.2012	ciprodinil+fludioxonil	Switch	100 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
12.nov.2012	pyraclostrobin+boscalid	Bellis	90 ml/100L			
10.dic.2012	tiofanato	Cercobin	100 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
31.dic.2012	clorotalonil	Bravo	125 ml/100L			
14.ene.2013	boscalid	Cantus	250 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
03.feb.2013	ciprodinil+fluoxionil	Switch	100 g/100L			
01.mar.2013	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L			
23.abr.2013	iprodione	Rovral	125 ml/100L			
24.may.2013	kresoxim-metil	Stroby	20 ml/100L			
14.jun.2013	oxicloruro de cobre	Oxi-cup	400 ml/100L			
22.jul.2013	fenhexamid	Teldor	60 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
13.ago.2013	fosetil-aluminio	Aliette	250 g/100L			
19.ago.2013	boscalid	Cantus	250 g/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
09.sep.2013	pyraclostrobin+boscalid	Bellis	90 ml/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L
17.oct.2013	clorotalonil	Bravo	125 ml/100L	imidacloprid +deltamethrin	Muralla	20 ml/100L
18.nov.2013	tiofanato	Cercobin	100 g/100L	lambdaclihalotrina	Karate	150 ml/100L

2.4.4. Manejo del riego

El crecimiento y desarrollo de un vegetal depende de la división, diferenciación y expansión celular hasta que la planta muestra su expresión definitiva. Asociado con estos fenómenos básicamente controlados por la genética, se encuentran los procesos metabólicos (tales como la absorción de nutrientes desde el suelo, la síntesis de metabolitos y del material estructural) y el transporte de los compuestos químicos hacia los órganos de reserva.

Puesto que el agua es un constituyente del protoplasma (en los pétalos corresponde a un 95% del peso total), participa directamente en todos los procesos de división, diferenciación y expansión celular y en un gran número de reacciones químicas ya que es el solvente utilizado en todos los procesos metabólicos. El agua es responsable de la turgencia de las células y de la planta como un todo y por otra parte, es importante en el transporte de nutrientes desde la solución del suelo al sistema radicular de las plantas.

Por lo tanto, la reducción en la absorción de agua o deshidratación deterioran parte o la totalidad de los procesos fisiológicos dependiendo de la magnitud y ocasión del estrés. Un déficit hídrico es susceptible de afectar al conjunto de funciones fisiológicas como por ejemplo, fotosíntesis, nutrición mineral, transporte de asimilados y morfogénesis.

Los severos trastornos que produce el estrés hídrico en el metabolismo y crecimiento de las plantas hacen necesario que toda plantación de peonías cuente con un sistema de riego. Aún en regiones con un relativamente alto nivel de precipitaciones, siempre existen períodos de estrés hídrico que deben ser superados mediante el riego ya que, incluso períodos relativamente cortos de estrés hídrico, especialmente en ciertos períodos de desarrollo del cultivo, como antes y durante la cosecha, pueden afectar drásticamente la calidad de las flores cortadas.

Riego por goteo

El riego por goteo es aquel sistema que aplica el agua gota a gota, para mantener el agua en la zona radicular de los cultivos en las condiciones de utilización más favorables para las plantas,

El sistema de riego por goteo en la plantación de peonías arbustivas fue proyectado y diseñado por el asesor externo del proyecto, Ingeniero Agrónomo Carlos Barrientos Díaz y la instalación fue realizada por personal del proyecto bajo su asesoría y supervisión. Solamente la instalación del arranque eléctrico, programador y cables de electricidad hasta las válvulas solenoides, estuvo a cargo de un técnico eléctrico de Marchigüe. Las características del manejo del agua se encuentran especificadas en el informe del asesor que se presenta en el Anexo IV, (Figura 2.4.12).

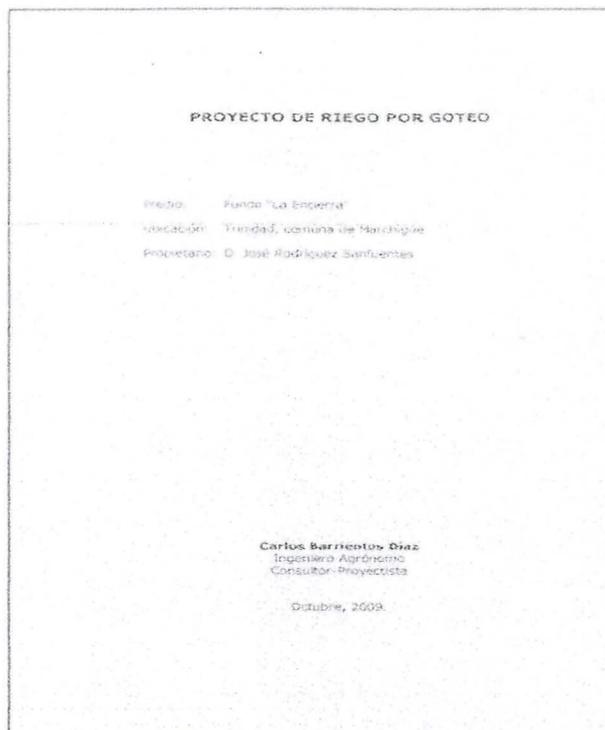


Figura 2.4.12. Página inicial del Proyecto de riego por goteo, proyectado, diseñado y ejecutado por el Ing. Agr. Carlos Barrientos Díaz, 15 p. (Anexo IV).

En el Cuadro 2.4.15, se presentan las condiciones existentes en el predio para la implementación del riego por goteo para el cultivo de las peonías arbustivas:

Cuadro 2.4.15. Evaluación y aplicación de las condiciones existentes en el predio para la implementación de riego por goteo en Marchigüe, VI Región, (Barrientos, 2009).

Condiciones	Características
Motobomba	Equipo de bombeo limitado a las condiciones de energía (electricidad monofásica) y caudal del pozo. La electricidad monofásica impone un límite a la potencia del motor: 2 HP. La bomba existente, Pedrollo CPM-170M, tiene una potencia de 1.5 HP y entrega un caudal máximo de 130 litros/minuto a una presión de 25 m.c.a.
Noria	La mayoría de las norias en la zona presentan un bajo rendimiento entre 0.2 y 2 l/seg. Los datos de funcionamiento del pozo en temporadas anteriores, avalan un caudal de explotación no superior a 2 l/seg, equivalente a 120 l/min.
Sector de riego	Es la superficie máxima que se puede regar en cada aplicación por separado y depende del caudal máximo de la noria, en este caso el diseño consideró 6 sectores de riego con 20 hileras cada uno. Cada hilera tiene 50 plantas.
Disposición goteros	El tamaño del sector de riego depende del marco de plantación, de la disposición de los goteros y del caudal del emisor. Para un marco de plantación de 1.20 m x 1.20 m, la disposición más indicada es una línea simple de goteo, con emisores de 2 l/hra.



Figura 2.4.13. (a): unidad de bombeo de agua, (a) y (b): noria ubicada en la plantación de peonías arbustivas establecida en el Fundo “La Encierra” (Marchigüe).

El riego en la etapa de establecimiento y adaptación de las plantas (octubre 2009/abril 2010), tuvo como objetivo mantener el suelo a capacidad de campo debido a que en un sistema altamente tecnificado como es el riego por goteo, la evaporación es mínima, al igual que la transpiración de las plantas recién establecidas y en un estado de desarrollo incipiente.

Durante el mes de diciembre (2009), se ajustaron las recomendaciones con observaciones sistemáticas con pala y barreno del manejo del riego durante este primer período.

En enero (2010), se llegó a un manejo simplificado con las siguientes consideraciones:

- Se consideraron dos tipos de suelos, de acuerdo a las observaciones en terreno con la pala y el barreno.
- Se mantuvo una frecuencia variable diaria y el tiempo de riego se fijó entre 20 y 40 minutos.

La segunda estrata del suelo es de textura arcillosa y mantiene la humedad por bastante tiempo, especialmente en esta etapa en que las plantas recién están emitiendo sus raíces absorbentes, por lo que con aplicaciones de mayor tiempo el suelo se saturaba en profundidad. El tiempo de riego se determinaba en base a observaciones repetidas del suelo en los 6 sectores de riego con pala y barreno, considerando además la evaporación diaria de la bandeja que apoyaba las observaciones en terreno.

Desde febrero de 2010 el programa de riego para la primera etapa funcionó con regularidad y satisfactoriamente, siendo el último riego el 24 de abril (2010), debido a una evaporación de bandeja igual a 0, disminución de las temperaturas y aumento de la humedad relativa.

Para la temporada de crecimiento 2010/2011 el primer riego fue el 15 de septiembre de 2010. Las frecuencias de riego fueron diarias con 20 a 30 minutos de tiempo de riego, de acuerdo al incipiente grado de

desarrollo de las plantas, ajustándose con los datos proporcionados por la evaporación de bandeja y el trabajo en terreno con pala y/o barreno. Debido a la uniformidad del tiempo y frecuencia de riego durante el período, no se hizo necesario llevar un registro diario de los tiempos y caudales de riego.

El riego para la temporada 2010/2011, finalizó el 15 de abril de 2011, aún cuando la caída pluviométrica del año 2011 se inició el 14 de abril con un segundo evento el 22 de abril, debido a la alta evaporación de bandeja (EVP) en los meses de marzo y abril, (Cuadro 2.4.16).

Una actividad importante durante esta temporada fue la limpieza y profundización de la noria, ya que en la zona el nivel de las napas ha bajado notablemente.

Cuadro 2.4.16. Evaporación de bandeja (EVP mm/mes) y precipitaciones (mm/mes) para los años 2010, 2011, 2012 y 2013.

Año Mes	2010		2011		2012		2013	
	EVP (mm)	lluvia (mm)	EVP (mm)	lluvia (mm)	EVP (mm)	lluvia (mm)	EVP (mm)	lluvia (mm)
enero	186	-	162	-	186	-	179	-
febrero	153	-	148	-	163	-	164	-
marzo	145	-	103	13	160	-	169	-
abril	53	-	27	61	78	-	121	-
mayo	3	30	-	-	7	108	15	103
junio	-	102	-	135	-	126	-	53
julio	-	79	-	65	-	10	-	96
agosto	-	5	-	178	-	76	-	44
septiembre	-	20	-	5	49	-	114	-
octubre	60	14	71	-	165	53	121	-
noviembre	124	9	108	1	167	7	144	-
diciembre	135	-	151	-	147	47	144	-
totales	859	259	770	458	1.122	427	1.171	296

Para la temporada 2011/2012, el riego se inició el 26 de septiembre de 2011. La caída pluviométrica se mantuvo durante el mes de agosto, siendo irrelevante durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, período en que la precipitación total no superó los 6 mm, (Cuadro 2.4.16).

El año 2011 se caracterizó por ser un año con una mala distribución de las precipitaciones. En el período comprendido entre marzo y noviembre de 2011, llovió muy poco entre marzo y abril, en mayo no llovió y las lluvias se concentraron en los meses de junio, julio y agosto, sin las precipitaciones que acostumbran a ocurrir en los meses de septiembre, octubre y noviembre. A pesar de esta situación de déficit hídrico el nivel de agua de la noria se mantuvo, como resultado de su limpieza y profundización en la temporada anterior.

El riego se basó en que la dosis de goteo es igual a la descarga nominal del emisor en la superficie ocupada por una planta de acuerdo a su marco de plantación y al caudal de los emisores, (Barrientos, 2009).

$$N^{\circ} \text{ emisores/planta} = \frac{\text{distancia entre plantas}}{\text{separación entre emisores}} = \frac{1.2 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 3$$

$$Q \text{ nominal} = Q \text{ gotero (LPH)} \times N^{\circ} \text{ emisores} = 2 \text{ LPH} \times 3 = 6 \text{ LPH}$$

$$\text{Dosis de goteo} = \frac{Q \text{ nominal}}{\text{área por planta}} = \frac{6}{1.1 \text{ m}^2} = 5.5 \text{ LPH/planta}$$

En la temporada (2011/2012), las plantas han alcanzado un mayor grado de desarrollo por lo que la frecuencia de riego fue diaria con un tiempo de riego entre 30 y 40 minutos. La variabilidad del tiempo de riego dependía de la evaporación de bandeja diaria y de las características del suelo en los distintos sectores de riego. Sectores con distintos tipo de textura en superficie y en el subsuelo, determinan diferentes capacidades de retención de agua, por lo que se tratan con distintos tiempos de riego.

Durante octubre (2011), la evapotranspiración es relativamente baja, aumentando en un 22% en noviembre y un 40% en diciembre. En general, a partir de finales de noviembre (2011), se presentan días con una evaporación de bandeja de 7 mm/día, por lo que el sombreado se hace indispensable, (Cuadro 2.4.17).

Cuadro 2.4.17. Evaporación de bandeja media máxima (mm/día), evaporación de bandeja media mínima (mm/día) y sus rangos. (Promedios de 4 años de registros)

Mes	media máxima (mm/día)	Evaporación de bandeja diaria (mm/día)		rango
		rango	media mínima (mm/día)	
enero	7	7 - 7	4	3 - 5
febrero	7	6 - 7	4	3 - 5
marzo	6	6 - 7	3	1 - 4
abril	4	3 - 5	2	1 - 4
mayo	2	1 - 4	1	0 - 4
junio	-	-	-	-
julio	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-
septiembre	3	0 - 6	1	0 - 4
octubre	5	4 - 6	2	1 - 4
noviembre	6	6 - 7	2	2 - 3
diciembre	7	6 - 7	3	2 - 3

El mes de más alta evapotranspiración y por lo tanto con mayores necesidades de riego, fue enero (2012) con 186 mm. Durante los meses de febrero y marzo la evaporación de bandeja disminuyó ligeramente, con 163 y 160 mm respectivamente, para caer definitivamente en abril a 78 mm, suspendiéndose el riego a fines de este mes.

En la temporada 2012/2013, octubre (2012) se presentó lluvioso con una pluviometría que alcanzó 53 mm. Las lluvias continuaron en el mes de diciembre (47 mm), situación muy poco común, ya que en general, en la zona las precipitaciones cesan a principios de septiembre. Como consecuencia, la evaporación de bandeja en octubre de 2012, fue 1/3 de la evaporación en el mismo mes en la temporada anterior (2011/2012), con días nublados y con neblina y otros con altas temperaturas. En diciembre (2012) la evaporación de bandeja fue alrededor de la mitad a la registrada en el mismo mes durante la temporada anterior, (Cuadro 2.4.17).

La temporada de riego se inició a mediados de septiembre y de acuerdo a los registros obtenidos a partir de la evaporación de bandeja, el tiempo de riego varió entre 20 y 40 minutos y en algunos días de noviembre y diciembre no fue necesario regar.

La evaporación de bandeja diaria estuvo entre 5 y 6 mm/día alcanzando solo ocasionalmente los 7 mm/día y en varios días de noviembre y diciembre bajó a 4 mm/día. En enero (2013), la evaporación de bandeja ha sido similar a la de la temporada anterior.

El principal problema durante la temporada 2012/2013, ha sido el comportamiento de la noria en el mes de enero (2013), mes en que la reposición del nivel del agua no alcanzó a regar en el día todo el área de cultivo. Este es un problema de toda la zona, donde la extracción del agua por las nuevas extensiones de viñas y olivares y la sequía de los años anteriores ha bajado el nivel de las napas. La noria ubicada en el cultivo de peonías tiene una rápida reposición y así fue posible regar cada sector en forma manual.

Con el fin de mejorar la reposición del agua, la noria se limpió y profundizó y así fue posible regar nuevamente todos los sectores en forma continuada. Finalmente, se solicitó la autorización del FIA y se compró una bomba sumergible TECSON de 5 HP con un motor FRANKLIN ELECTRIC 1.5 HP y de esta forma se podrá enfrentar cualquier emergencia que provoque el descenso en el nivel de agua de la noria. También se reemplazaron 3 válvulas solenoides que presentaban un mal funcionamiento.

La pluviometría se inició el 2 de mayo y el riego se mantuvo hasta mediados de abril. La cantidad de agua caída en el período entre mayo y agosto de 2013 ha sido de 296 mm. La evaporación de bandeja que había sido de 179 mm en enero de 2013, en febrero y marzo descendió ligeramente (164 mm y 169 mm respectivamente), siendo muy similares a los valores obtenidos, para los mismos meses, en la temporada anterior, 163 mm en febrero y 160 mm en marzo.

En febrero se alcanza en algunos días hasta 7 mm, con una variación entre 5 y 7 mm, en marzo la evaporación de bandeja varía entre 4 y 6 mm y en abril entre 2 y 5 mm. Durante enero y febrero se mantuvo un tiempo de riego diario de 30 a 40 minutos, dependiendo de la evaporación de bandeja y de la diferencia en las características del suelo en los diferentes sectores de la plantación. La noria mantuvo su nivel y permitió un riego sin problemas de disponibilidad de agua.

En la Figura 2.4.14, se presenta un gráfico que indica la relación entre EVP (mm) y las precipitaciones (mm) durante la estación de crecimiento. Los datos corresponden al promedio de 4 años de registros en las bandas del higrotermógrafo instalado en la plantación.

Mantenimiento del sistema de riego

El riego por goteo, para ser eficiente necesita una permanente vigilancia. Por lo tanto a través del período de crecimiento se debe revisar constantemente el funcionamiento de sus componentes, como por ejemplo, válvulas solenoides, caudal de goteros, estado de codos y mangueras, etc.

La mantención del sistema de riego por goteo es una actividad permanente durante la estación de crecimiento. Una actividad importante fue la limpieza y profundización de la noria ya que el nivel del agua de las napas bajó en forma significativa en la zona durante el verano de la temporada 2010/2011, a raíz de esta actividad la noria de la plantación mantuvo un nivel adecuado durante el período de riego en cada temporada.

El manejo del riego además del ajuste del tiempo de riego, considera una serie de actividades en la mantención del sistema de riego por goteo:

- limpieza con ácido fosfórico de la red
- monitoreo de la eficiencia del riego
- sustitución de electroválvulas
- arreglo del programador (batería)
- limpieza de la noria
- revisión del tendido eléctrico

Tratamiento de las obstrucciones de las tuberías

Aún con un filtrado adecuado a las características del agua y de los goteros, hay un riesgo de obstrucción de origen químico y físico debido a precipitaciones y desarrollo de colonias bacterianas. Se debe considerar que el filtrado nunca es perfecto y por lo mismo cada año se trataron las tuberías con ácido fosfórico de acuerdo a lo descrito por Sáez (2012).

Las obstrucciones se combaten con tratamientos preventivos y curativos. Los tratamientos preventivos consisten en disminuir el pH del agua a 5.5 o 6.0 acidificando con ácido nítrico (HNO_3) o ácido fosfórico (H_3PO_4). El tratamiento curativo consiste en mantener llenas las tuberías durante una hora con agua a pH 2 mediante la inyección de ácido fosfórico a una concentración del 85%. Transcurrido este tiempo se somete la red a la mayor presión posible y se abren los extremos de las tuberías primarias hasta que el agua salga limpia. Cerrándolas, se sigue con el mismo procedimiento con el resto de las tuberías hasta llegar a las de último orden, (laterales).

Para evitar este problema, es conveniente aplicar los nutrientes a mediados del tiempo de riego, de modo de lavar las tuberías y movilizar los nutrientes dentro del bulbo de humedecimiento en el suelo.

Monitoreo de la eficiencia del riego

A pesar de la inversión que significa la instalación de riego por goteo que asegura una eficiencia teórica del 90 a 95%, en la práctica un mal manejo puede ocasionar una merma relevante en el desempeño del sistema con pérdidas de agua de diversa naturaleza y ocasionando además, un mal aprovechamiento de la energía eléctrica debido a bajas eficiencias de bombeo, por lo que se hace necesario monitorear rigurosamente la eficiencia con que se está regando.

En un sistema de riego por goteo eficiente, se espera que cada una de las plantas reciba aproximadamente la misma cantidad de agua y fertilizantes. Si el riego no es uniforme, algunas zonas recibirán más agua que la necesaria y se perderá por percolación profunda, mientras que otras plantas recibirán menos y la productividad se verá afectada negativamente.

Para determinar la eficiencia de uniformidad del riego se siguió la metodología propuesta por Antúnez, Mora y Felmer (2010), para lo cual se eligen los laterales de los extremos y dos de la parte media ubicados en el primer y segundo tercio del sector. Posteriormente, se seleccionan los emisores (goteros) a evaluar en cada lateral (cada hilera), siguiendo el procedimiento que muestra las Figuras 2.4.15 y 2.4.16.

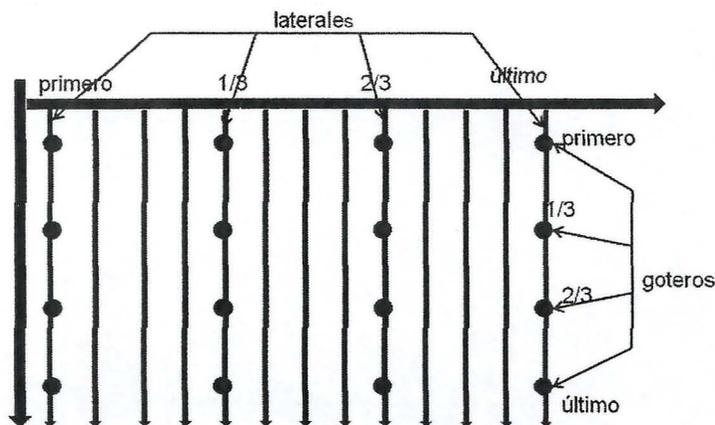


Figura 2.4.15. Selección de laterales y goteros a evaluar, (Antúnez, Mora y Felmer, 2010).

Luego, como se muestra en la Figura 2.4.16 a, se instala un receptáculo bajo los goteros elegidos y con una probeta u otro instrumento graduado (Figura 2.4.16, b y c), se mide el volumen que entregan los emisores en un tiempo de entre uno y cinco minutos obteniéndose un valor en ml/min que posteriormente se lleva a litros/hora.

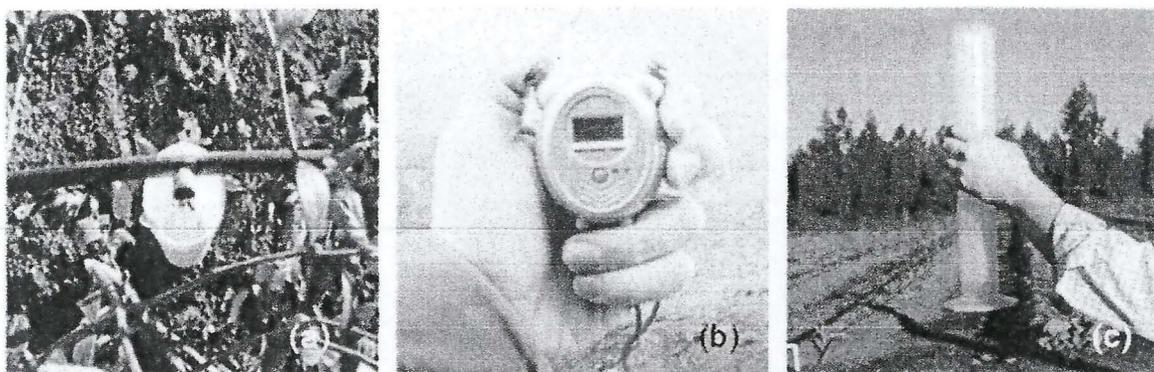


Figura 2.4.16. Medición de caudal por gotero, (a): vaso de plumavit bajo el gotero, (b): cronómetro para medir el tiempo de goteo, (c): probeta para medir el volumen caído en el tiempo de goteo medido, (Antúnez, Mora y Felmer, 2010).

Una vez obtenidos los resultados, hay que comparar el caudal nominal de los emisores utilizados (2 l/h o 4 l/h), con el promedio obtenido de las evaluaciones. El registro de presiones en las laterales de riego será un parámetro que podrá explicar las posibles diferencias entre el caudal real y el caudal nominal de los emisores. Además, la magnitud en la diferencia de caudal teórico y real, estará determinada por la clase de emisores utilizados, sean estos de tipo turbulento o autocompensados y por la presión de trabajo requerida por emisor.

En un riego con condiciones hidráulicas desfavorables, donde la presión varía considerablemente entre un punto y otro producto del microrelieve del terreno, el uso de emisores convencionales deja en evidencia las diferencias entre los caudales descargados. La solución, en este caso, es ajustar las presiones de riego de acuerdo al emisor y sistema de riego instalado, que generalmente fluctúa entre 1 y 1.2 bares para goteo.

Otra actividad importante complementaria al sistema de riego ha sido la mantención de la red de drenaje del sector de la plantación. Cada temporada, los drenes se limpiaron y profundizaron, especialmente el dren que lleva el agua al Estero Trinidad. Por otra parte, se arreglaron las salidas del agua de los surcos entre camellones (entre hileras), para que el agua después de las lluvias fluyera al dren de la cabecera de los surcos.

2.4.5. Poda

A comienzos de otoño normalmente a fines de marzo (hemisferio sur), cuando las hojas empiezan a senescer y tomaron el color pardo amarillento, se inicia la poda. Este es uno de los manejos importantes en las peonías arbustivas, ya que afecta al crecimiento de la planta y a la calidad de las flores.

La poda, tiene los siguientes objetivos fundamentales:

- rejuvenecer las plantas de tal manera que siempre se tenga una producción óptima de flores en desmedro del crecimiento de tallos leñosos,
- mantener el balance dinámico entre las partes aéreas y subterráneas de la planta,
- mantener una uniforme distribución de ramas y hojas para una eficiente intercepción de la luz solar,
- eliminar en forma oportuna ramas secas, enfermas o dañadas.

En el caso de las peonías herbáceas, la poda consiste en eliminar la parte aérea con un objetivo principalmente sanitario ya que previene la entrada de enfermedades producto de la senescencia de las hojas.

En el otoño de 2010, se efectuó la primera poda que consistió en eliminar solo los tejidos necrosados en lo que se denomina poda de limpieza. Así, las plantas de peonías arbustivas, se dejaron crecer libremente de manera que brotaran todas las yemas al cumplir su primer ciclo en el hemisferio sur. En mayo de 2011 (temporada 2010/2011), se efectuó una poda de formación relativamente suave para saber el comportamiento de las plantas.

En mayo de 2012 (temporada 2011/2012) y en mayo de 2013 (temporada 2013/2014) la poda de formación fue combinada con una poda de mantención preparando las plantas para la cosecha de flores. Una actividad importante fue la eliminación de las yemas menores de 0.5 mm de diámetro, yemas interiores y las yemas adventicias ubicadas en tejidos viejos. Los residuos fueron retirados de la plantación y quemados.

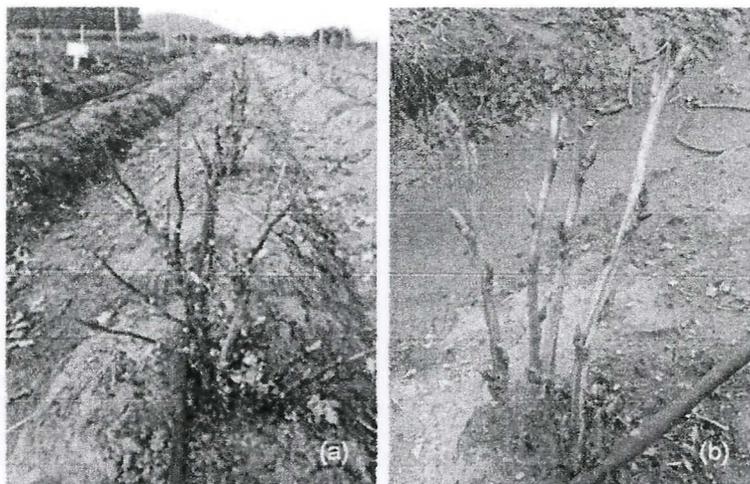


Figura 2.4.17. Planta de peonía arbustiva variedad Jin Zhi (5), antes de la poda y después de ser podada (mayo, 2013)

Como las peonías arbustivas que se establecieron en Marchigüe son plantas injertadas en *Paeonia ostii* (Dan Feng), una actividad importante fue eliminar los tallos producidos por esta especie y que aparecen sobre la superficie del suelo, ya que debilitan y pueden llegar a ahogar las plantas de las variedades que se desea cosechar, (Figura 2.4.18 a). Lo mismo sucede en plantas que han sido injertadas en raíces de peonías herbáceas. (Figura 2.4.18 b).



Figura 2.4.18. (a): follaje de la *Paeonia ostii* utilizada como portainjerto ahogando a la variedad Hai Huang. (b): yemas de la peonía herbácea utilizada como portainjerto apareciendo alrededor de los tallos leñosos de la peonía arbustiva.

En noviembre de 2013 se recibió la visita del Profesor Noriaki Aoki, académico de la Universidad de Shimane (Japón) experto en el manejo productivo de las peonías arbustivas para flores de corte y en terreno explicó las características que debe tener la poda en esta especie.

En la Figura 2.4.19, se muestra un esquema de la poda en las peonías arbustivas:

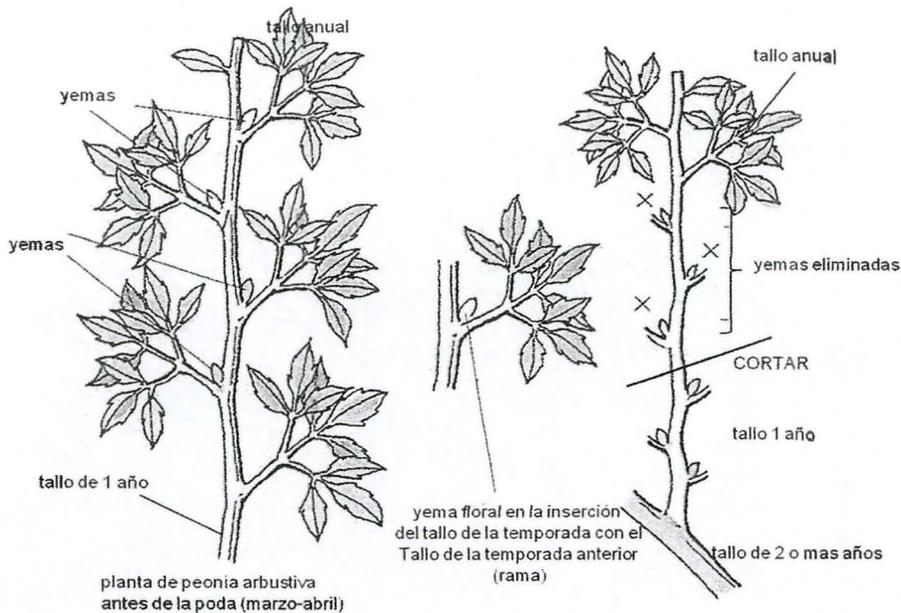


Figura 2.4.19. Esquema que muestra donde podar las peonías arbustivas para asegurar la producción de flores de corte. El corte debe ser a lo menos 1 cm sobre la yema, (Adaptado de Egawa, Sibasawa y Aoki, 2013).

Tomando como base el esquema, el Profesor Aoki podó una planta de la variedad amarilla Hai Huang que ha demostrado ser la variedad de mayor productividad, (Figura 2.4.20).



Figura 2.4.20. Ejemplo de poda realizada en terreno por el Profesor Aoki en noviembre de 2013. (a): planta antes de la poda, (b): planta después de la poda, (Aoki, 2013).

En su publicación, Egawa, Sibadawa y Aoki (2013), presentan los principios de la poda en las peonías arbustivas utilizando condiciones experimentales para una mejor comprensión, (Figura 2.4.21).

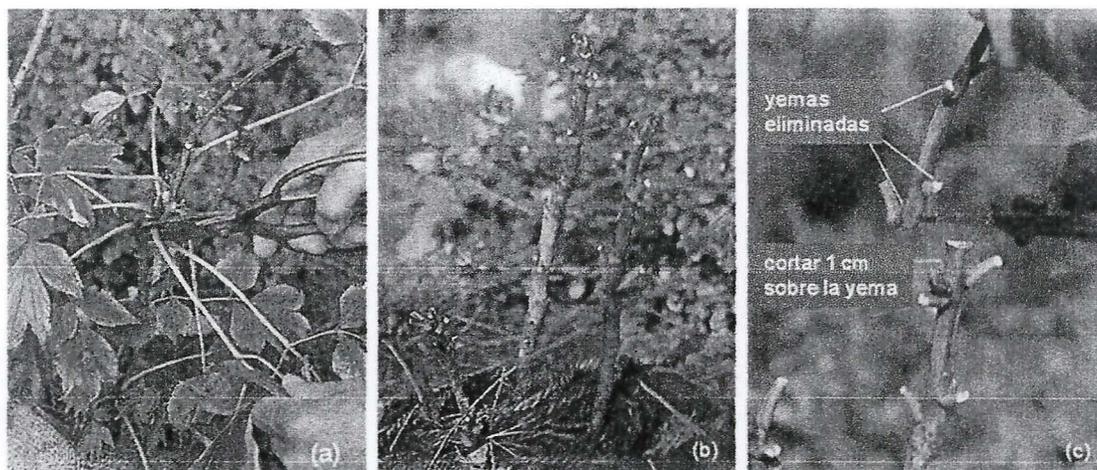


Figura 2.4.21. Principios de la poda en peonías arbustivas utilizadas por el Profesor Aoki en terreno. (a): primero cortar las hojas dejando la parte del peciolo adherido a la rama, (b): planta sin hojas. (c): yemas eliminadas, (Egawa, Sibadawa y Aoki, 2013),

También hay que considerar que después de ser establecidas, al segundo o tercer año, las peonías arbustivas generan hijuelos o vástagos en la base de las plantas (Figura 2.4.22).

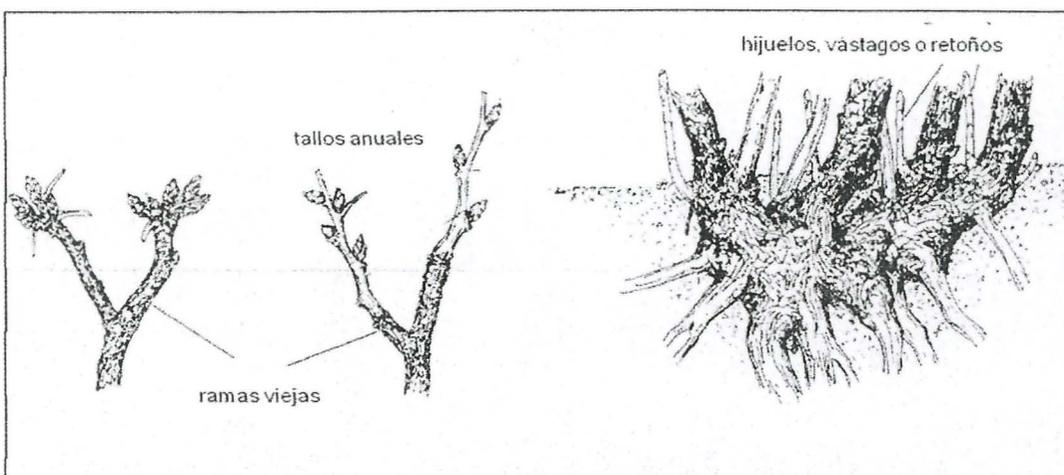


Figura 2.4.22. Ubicación de tallos anuales, ramas viejas y vástagos, (Wang et al., 1998).

Cuando ellos desarrollan 10 cm, los que crecen sanos y uniformes son seleccionados para desarrollar nuevos tallos y ramas que servirán de reemplazo, el resto es removido para asegurar una forma armoniosa y elegante. En los años siguientes, uno o dos nuevos tallos son dejados cada uno o dos años, hasta que la planta tiene la altura y la envergadura deseada.

Deshoje

Durante el otoño de los años 2011 y 2012 debido a la gran masa foliar que las plantas habían desarrollado, cuando se había alcanzado un 50% de senescencia, se determinó deshojar con dos objetivos:

- facilitar la poda
- evitar la presencia de botritis que pudiera atacar a las yemas



Figura 2.4.23. (a): plantación en senescencia, (b): deshoje y retiro de residuos, (c): planta deshojada preparada para la poda.

El deshoje se realizó en las temporadas 2011/2012 y 2012/2013 a fines de mayo debido a que en las condiciones de Marchigüe no habían caído en forma natural a pesar del grado de senescencia, dejando a las yemas florales muy susceptibles de un ataque de botritis, (*Botrytis* spp.)

El deshoje realizado consistía en sacar la hoja bajo la yema desgajándola con las manos, sin embargo, Egawa, Sibasawa y Aoki (2013), recomiendan deshojar con tijeras y dejar parte del pecíolo adherido a la rama para que la yema complete su desarrollo. Esta parte del pecíolo debe caer en forma natural, (Figura 2.4.19).

De acuerdo a lo indicado por el Profesor Aoki en su visita a terreno (2013), esta labor no sería necesaria y solo recomienda podar directamente.

2.4.6. Sombreamiento

Debido a que la diferenciación y desarrollo de las yemas florales ocurre en el verano a partir de la antesis, muchos autores se han centrado en el efecto de la temperatura en este proceso, que es el determina finalmente la calidad de las flores cortadas, fundamentalmente porque en el caso de las peonías arbustivas las yemas se presentan expuestas, a diferencia de las peonías herbáceas que se desarrollan bajo la superficie del suelo.

En un estudio realizado por Aoki y Yoshino (1989), con la variedad Hanakiso que abarcó cuatro temporadas, las temperaturas medias de verano variaron en un amplio rango, desde 25.2 °C en 1982 a 28.2 °C en 1985 y entre de 26.8 y 27.7 °C en 1983 y 1984, respectivamente. Por tal razón, los tratamientos diseñados por Aoki y Yoshino (1989) para evaluar el efecto de las temperaturas de verano, fueron los siguientes: C, control (condiciones de campo), TA, temperatura alta (31 °C y 5000 lx/día) y TB, temperatura baja (27 °C y 5000 lx/día). Todas las plantas fueron pre-enfriadas a 15 °C por 21 días (a inicios de otoño) y luego almacenadas a 4 °C por 45 días (6.5 semanas).

Al final del ensayo, las plantas sometidas a condiciones de campo y a una temperatura de 31 °C estuvieron retrasadas con respecto al tratamiento a 27 °C en cuanto al desarrollo de la yema terminal y tamaño de yemas florales. El crecimiento de las yemas florales en el tratamiento a 27 °C fue mejor y también fue superior el desarrollo de las yemas terminales.

Los resultados indican que la diferenciación de las yemas florales es promovida si las temperaturas después de la iniciación de las yemas florales, son más bajas. En el caso de las temperaturas en la plantación, aún cuando el promedio de los cuatro años fue de 27 °C, también hubo situaciones extremas sobre los 30 °C que pudieron presentar un efecto adverso.

Flores de corte, con excelente tamaño, área foliar y peso, fueron obtenidas por un mayor crecimiento de las yemas florales antes de someter las plantas al pre-frío, es decir un crecimiento óptimo en verano e inicios de otoño, (Aoki y Yoshino, 1989).

A pesar que las temperaturas medias en el sector de la plantación varían en los meses más calurosos entre 20.1 °C (enero) y 19.8 °C (febrero), el efecto de las temperaturas medias máximas sobre los 30°C y

temperaturas absolutas de 38°C en los meses entre noviembre y febrero puede ser la causa de resultados adversos.

En general el Cuadro 2.4.19, muestra que los meses más calurosos, con temperaturas medias máximas sobre los 30 °C, son enero y febrero. Sin embargo, también se puede observar que desde noviembre a marzo, en todas las temporadas, se presentan episodios de temperaturas entre 33 y 38°C.

Cuadro 2.4.19. Temperaturas medias máximas (°C) y temperaturas máximas absolutas (°C) para los meses después de la antesis para las temporadas 2009/2010, 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013, (Promedio de 4 años de registros).

Temporada Mes	2009/2010		2010/2011		2011/2012		2012/2013	
	T°m máx (°C)	T°máx abs (°C)						
noviembre	26.5	33.3	27.1	33.0	25.9	34.0	26.6	33.0
diciembre	28.5	34.7	26.8	35.0	30.1	35.0	28.7	34.0
enero	33.0	38.0	31.7	37.0	30.2	35.0	29.9	38.0
febrero	30.4	38.0	30.7	38.0	31.1	37.0	31.6	38.0
marzo	29.3	35.0	28.4	36.0	31.2	35.0	29.0	35.0

Las conclusiones del estudio de Aoki y Yoshino (1989), indican que para producir flores cortadas de peonías arbustivas de alta calidad, se debe establecer un sistema de sombreo para promover la inducción y diferenciación de las yemas florales, proceso que va desde después de la antesis (noviembre) hasta la entrada en receso o dormancia (abril).

Por esta razón, se procedió a instalar la malla de sombreo en diciembre de 2009 aún cuando en esa primera temporada, después de la plantación, el objetivo del sombreo fue principalmente proteger a las plantas recién establecidas de la deshidratación debido a su baja densidad de raíces absorbentes.

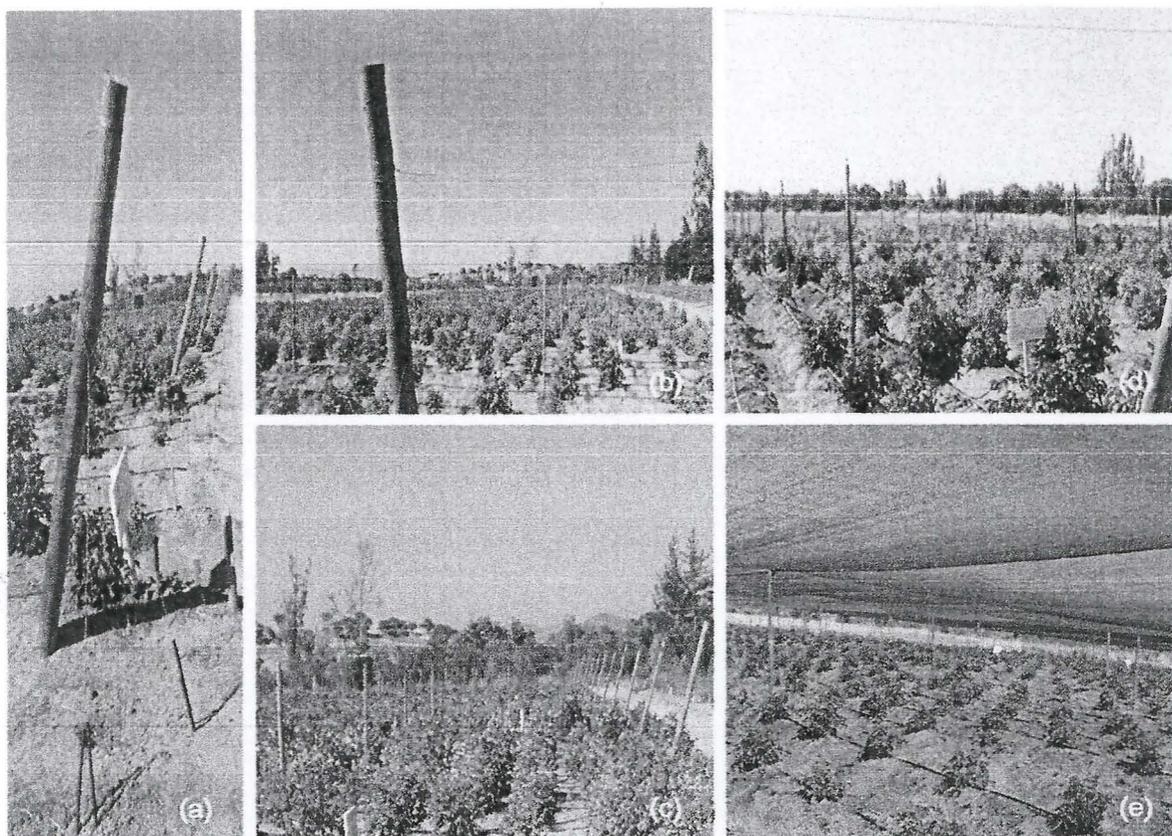


Figura 2.4.24. Malla de sombreo, (a): detalle del poste esquinero anclado al suelo, (b): distribución de los alambres desde el poste esquinero, (c): estructura tendida entre los polines y los postes interiores, (d): postes interiores cada 8 m en cuadrado, (e): malla tendida.

El sistema de sombreo consistió en malla raschel negra con una densidad al 30%, de acuerdo a lo indicado por Kamenetsky (2006). La malla raschel se tendió sobre una estructura alambre sostenido por postes a lo largo y ancho de la superficie de plantación a una altura de 2 m.

Para sostener el peso de la malla sobre la estructura de alambre, en las esquinas y a través del perímetro de la plantación se instalaron cada 8 metros postes de eucaliptos de 3.50 m de largo y 5 a 6" (12.5 a 15 cm) de diámetro (polines), que se enterraron y anclaron a 1.50 m de profundidad y con un ángulo de 45°, (Figura 2.4.22 a). Desde el poste esquinero se distribuye el alambre a los postes laterales e interiores, (Figura 2.4.22 b).

A su vez, en la superficie interior del rectángulo de plantación se distribuyeron cada 8 m en cuadrado, postes de 2.50 m de largo y 3 a 4" (7.5 a 10 cm) de diámetro que se enterraron 50 cm, (Figura 2.4.22 b, c y d). Luego, sobre la estructura de alambre de 14 mm tejida entre los postes, se desplegó la malla raschel. Para cubrir la separación entre los postes interiores, la malla raschel debió ser unida (cosida a mano con pita plástica), ya que su mayor ancho de venta es de 4 m. Posteriormente, una vez que la malla estaba desplegada, se cosía con cordel plástico a los alambres y entre sí. (Figura 2.4.22 e). Para realizar estas labores se requirieron 3 obreros diarios a tiempo completo durante 10 días.

La época de instalación de la malla depende del régimen de temperaturas de la zona. En el Secano Interior debe instalarse en noviembre cuando empiezan a elevarse las temperaturas antes del verano y retirase en marzo cuando las temperaturas comienzan a disminuir. Para hacer más eficiente la instalación y retiro de la malla, la estructura de alambre debe estar sostenida por postes a 4 m en cuadrado y la malla instalarse sin ser cosida pero unida a los alambres a través de

argollas, de forma de ser enrollada o desenrollada fácilmente cuando se estime necesario, en forma rápida y segura. En este caso, debido al mayor peso que deberá soportar la estructura, el alambre debe ser como mínimo de 16 mm.

Entonces, a la luz de los resultados se hace necesario una estructura más compacta con pollos de cemento, mayor número de postes y alambre de mayor grosor de manera que la malla quede tensada perfectamente. De esta forma se evitan los problemas con el viento que se produce en el Secano Interior especialmente en el mes de febrero, que en determinado momento arrasó con la malla generando su ruptura en varios sitios y caída de postes.

Para las temporadas siguientes a la plantación, la malla se instaló a principios de noviembre y se retiró la segunda semana de marzo. En primavera se debe tener toda la exposición posible, pero es mejor evitar los directos rayos del sol en el período de floración, (Mega y Somei, 2001). Sin embargo, se debe tener presente que las plantas bajo sombreado son más susceptibles a enfermedades comparadas con las que están a pleno sol, (Kowalski, 2003).

2.4.7. Mallas antiheladas

Dentro de la plantación se encuentra la variedad Zi Hong Zheng Yang (8), variedad muy temprana que está lista para ser cosechada la tercera semana de agosto. Esta variedad es muy sensible a las heladas o bajas bruscas de temperatura que se producen en forma normal, fundamentalmente, en julio. Por esta razón se instaló sobre ella malla antihelada, desde mayo después de la poda y se retiró la última semana de julio para permitir el desarrollo final de los botones antes de la cosecha. Así, se resguardo la producción de flores la temporada recién pasada, en que se cosechó por primera vez, (Figura 2.4.25).

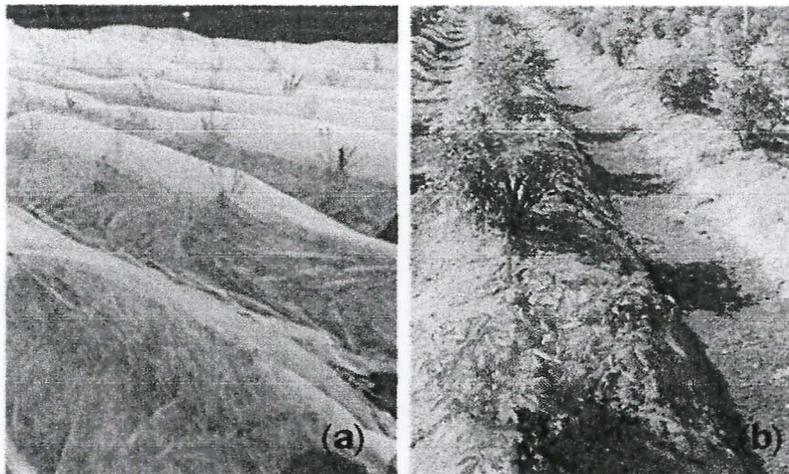


Figura 2.4.25. (a): malla antihelada sobrepuesta sobre la variedad Zi Hong Zheng Yan en mayo de 2013, (b): retiro de la malla antihelada la penúltima semana de agosto para dejar los botones libres para su crecimiento.

Sin embargo, durante septiembre de 2013 cayeron intensas heladas absolutamente inusuales para el ecosistema de Marchigüe (Secano Interior, VI Región), provocando una pérdida del 100% de la producción de las variedades Shou An Hong (una de las variedades más productivas durante la temporada anterior), Yao

Huang, Jin Gui Paio Xiang (Golden Smell), Jin Zhi (Chromatella), Wu jin Yiao Hui, Mo Su, Jin Xiu Qiu y Luo Yang Hong. Solo pudieron ser cosechadas las variedades Dan Feng, Hai Huang (High Noon), Zi Hong Zheng Yan y Bai Yuan Hong Zia.

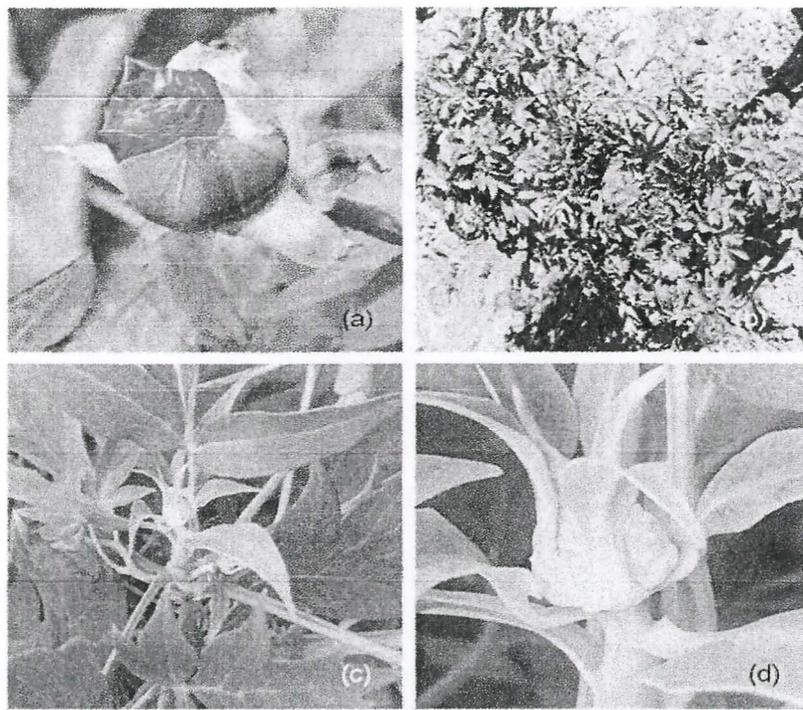


Figura 2.4.26. Daño provocado por las heladas tardías de septiembre de 2013 a distintos estados de desarrollo del botón floral, (a y b): daño en variedad Shou An Hong (9) de media estación, (c y d): daño en variedad Jin Zhi (5) de floración tardía.

Aún cuando la última helada en septiembre se había producido en la zona hace 100 años, durante la temporada 2013/2014 (mayo 2014), se implementará la instalación de malla antihelada a toda la plantación sobre arcos para no tener que retirarla por estar encima de los botones como se muestra en la Figura 2.4.23.

En la Figura 2.4.26, se presenta el daño provocado en los botones florales las heladas tardías de septiembre de 2013.

Desgraciadamente, las heladas tardías de septiembre dañaron la producción de la mayoría de las variedades pero la baja en la producción estuvo muy influenciada por la pérdida de las variedades más productivas de la temporada anterior como fueron las variedades Shou An Hong y Chromatella.

OBJETIVO ESPECIFICO 3

Evaluar el comportamiento de las variedades en las condiciones de la zona

ACTIVIDADES

3.1. Mediciones de crecimiento

Características generales de ciclo de crecimiento anual de las peonías arbustivas

El ciclo anual de las mudan (China), botan (Japón), tree peonies o peonías arbustivas, al igual que otros arbustos caducos, muestra una alternancia entre crecimiento y dormancia. Este ciclo se ve influenciado por varios factores: el área geográfica, las condiciones climáticas del año, el grupo de cultivares y el cultivar en particular, (Wang et al., 1998).

En el área de las terrazas del Río Amarillo, el crecimiento activo parte entre mediados de febrero y mediados de marzo (finales de invierno en el hemisferio norte). En adición, los cambios en el patrón de crecimiento varían de acuerdo a los cambios de las condiciones climáticas, particularmente con los cambios de temperatura y humedad relativa que ocurren año a año. En un año normal, la estación de crecimiento empieza cuando la temperatura se estabiliza entre 3.5 y 6 °C y las nuevas ramillas se desarrollan entre 6 y 8°C.

En Heze y en Marchigüe, la expansión de las hojas ocurre desde los últimos días de invierno a inicios de primavera y el período de floración se puede observar desde el inicio de la primavera hasta mediados de esa estación. Entre 10 y 16 °C las yemas florales crecen rápidamente, la floración parte entre 16 y 22 °C y las semillas caen entre 26 y 28 °C. Si se presenta una primavera calurosa, las fases de crecimiento se adelantan.

Después de la antesis, desde inicios de verano a inicios de otoño se desarrollan las yemas florales. Las hojas caen desde los primeros días de otoño y el período de dormancia empieza cuando bajan las temperaturas y llega el invierno. El quiebre de la dormancia indica un nuevo ciclo.

En la Figura 3.1.1, se presenta la equivalencia entre mes, estación del año y temperaturas medias mensuales (°C), entre el hemisferio norte (Heze) y el hemisferio sur (Marchigüe):

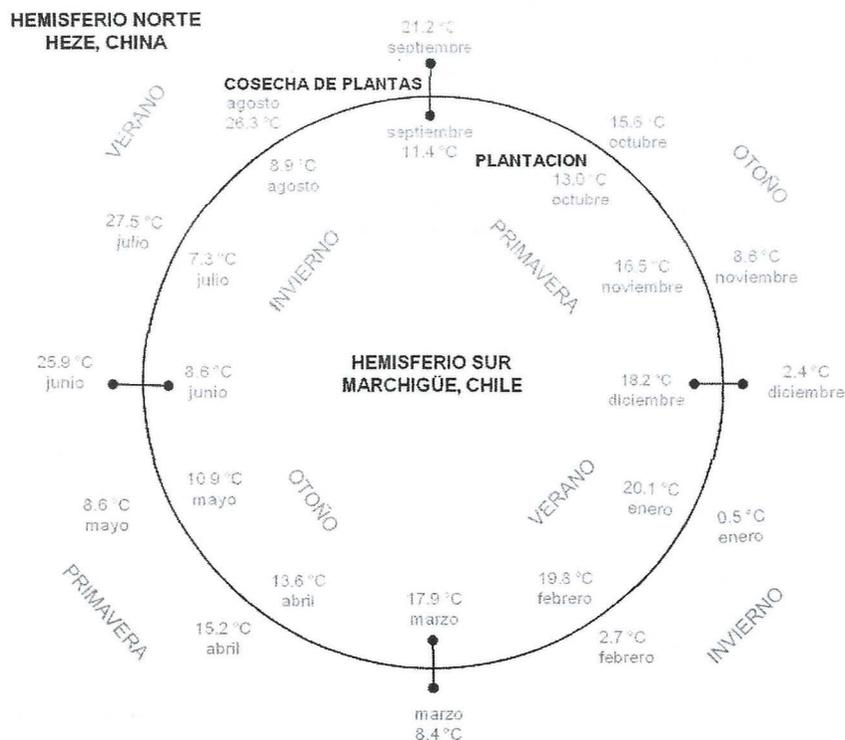


Figura 3.1.1. Equivalencia entre mes, estación y temperaturas medias mensuales (°C) y las condiciones de recolección del material genético en el hemisferio norte (Heze) y su establecimiento en el hemisferio sur (Marchigüe).

Debido al frío de las áreas del noroeste (Grupo Xibei), el período de crecimiento es comparativamente corto. Las variaciones fenológicas son más acentuadas con un período de crecimiento reducido y la caída de las hojas y el período de dormancia empiezan más temprano y es levemente más largo, (Wang et al., 1998).

Diferenciación

En las variedades de peonías arbustivas (mudan) con relativamente pocos pétalos, como en las formas, simple, loto y estambres dorados, el proceso de diferenciación es relativamente rápido, tomando aproximadamente entre 3 y 3.5 meses. Por otra parte, en variedades con un alto grado de desarrollo de pétalos, como en las formas rosa y corona, la diferenciación es mucho más lento, tomando entre 7 y 8 meses. Sin embargo, para todas las formas, la secuencia de la diferenciación de las yemas florales es la misma, (Wang et al., 1998):

primordio floral (PF) →
 → primordio sépalos (PS) → primordio pétalos (PPe) →
 → primordio estambres (PE) → primordio carpelos (PC) →
 → estambres petaloides o estaminoides (Es) →
 → carpelos petaloides o carpeloides (Ca)

En las flores de las formas proliferadas (dobladadas o al doble), la diferenciación de la flor aparentemente inferior, precede a la diferenciación de la flor aparentemente superior. La diferenciación y subsecuente desarrollo desde el primordio floral sigue la secuencia establecida. El grado de diferenciación y desarrollo y la estabilidad del desarrollo de cada uno de los órganos de la flor muestra dramáticas variaciones entre los diferentes cultivares, particularmente entre pétalos y estambres. Estas variaciones son menores entre sépalos y carpelos.

Las variaciones pueden generalmente ser de dos tipos, una es la adición de capas de pétalos y la reducción del número de estambres en el proceso de diferenciación. La otra variación está dada por la estabilidad de la cantidad de pétalos y el incremento de los estaminoides, (Wang et al., 1998, Li et al., 2005).

Liu et al. (2002), estudiaron la diferenciación de las yemas florales en nueve cultivares de peonías arbustivas chinas del Grupo Zhongyuan. La diferenciación de las yemas florales empezó a partir de los últimos días de junio (diciembre, inicios del verano en el hemisferio sur) y dependiendo de cuando el proceso de diferenciación partió y terminó, los cultivares fueron divididos en tres grupos:

- Cultivares en los cuales la diferenciación de las yemas florales progresa rápida y suavemente bajo las altas temperaturas de verano, con el gineceo completamente diferenciado temprano en otoño,
- Cultivares en los cuales la diferenciación de las yemas florales progresa a un *paso moderado, con el gineceo completamente diferenciado a mediados de otoño,*
- Cultivares en los cuales la diferenciación de las yemas florales fue lenta con el gineceo aún no diferenciado a fines de otoño.

Brotación

La brotación es el proceso de desarrollo de las yemas que empieza una vez que las yemas completan sus requerimientos de frío. En las peonías herbáceas, las horas necesarias para iniciar el proceso varían ligeramente entre variedades pero la suma está alrededor de 1000 horas-frío, (Fulton, Hall y Catley, 2001, Kamenetsky, 2006).

Las yemas en las ramas se dividen, se acuerdo a su ubicación, en yemas terminales, axilares y adventicias, (Figura 3.1.2).

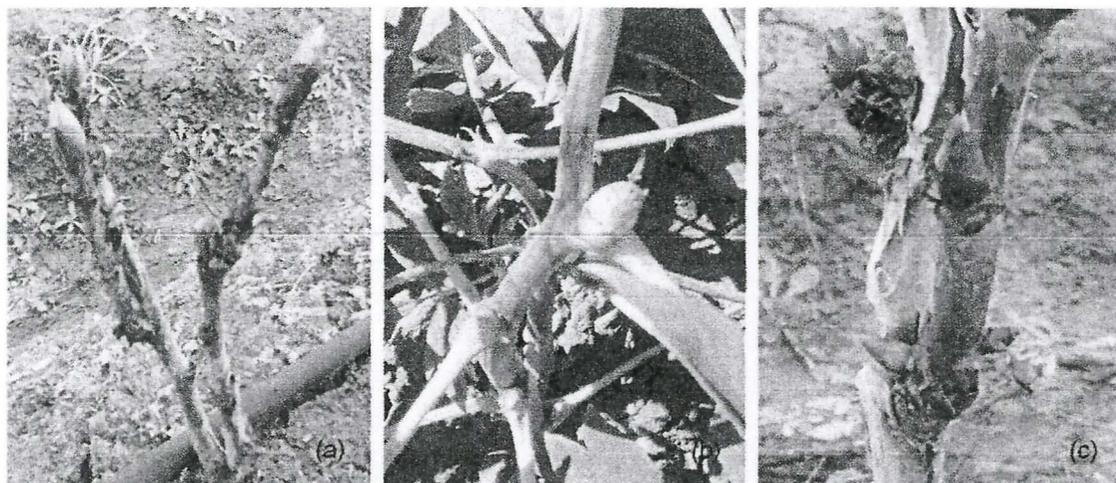


Figura 3.1.2. Tipos de yemas de acuerdo a su ubicación en la rama. (a): yemas terminales (abril 2010), (b): yemas axilares (enero 2010), (c): yemas adventicias (abril 2010).

Generalmente, las yemas terminales se forman sobre el crecimiento anual o en nuevos tallos que aparecen desde bajo el nivel del suelo, las yemas axilares se ubican en la inserción de las hojas correspondientes a la temporada. Las yemas adventicias, son aquellas que se desarrollan en ramas que tienen 2 o más años de edad, estas yemas también pueden diferenciarse y producir flores si el desarrollo es suficiente.

Las yemas que producen flores son siempre yemas con un tamaño igual o mayor a 0.5 cm de diámetro, yemas más pequeñas permanecen como yemas foliares. La fase de desarrollo de las yemas florales parte en verano y aunque los períodos fenológicos difieren entre varios grupos de cultivares, el proceso de diferenciación y los factores que regulan el subsecuente desarrollo de las yemas es, similar, (Wang et al., 1998).

Floración

Epoca de floración

De acuerdo a su época de floración, los cultivares de peonías arbustivas se han clasificado como de floración temprana, de media estación y tardía, teniendo como punto de partida al menos 4 semanas antes de la floración de las peonías herbáceas (Wang et al., 1998, Li et al., 2005). En Marchigüe (Secano Interior, VI Región), las peonías herbáceas florecen alrededor de mediados de octubre, sin embargo las primeras peonías arbustivas se cosecharon a partir del 25 de agosto, es decir, prácticamente 8 semanas antes que las herbáceas.

Las peonías arbustivas florecen en forma continua por muchos años desde los 4 o 5 años hasta la senescencia sobre los 100 años. En un año normal, desde el quiebre de la dormancia hasta la floración hay un

lapso de 50 a 60 días (Wang et al., 1998, Li et al., 2005) y en condiciones de forzado alrededor de 30 días. (Aoki, 1992a, Aoki, 1992b).

Este período varía entre los cultivares, ya que los más tempranos, que generalmente son simples florecen en un tiempo más corto. Los cultivares de mayor grado o de formas con mayor cantidad de pétalos necesitan mayor cantidad de tiempo para florecer. El período de floración de las diferentes variedades está entre 3 y 10 días por cada flor en forma individual. El total del período de floración para una planta madura toma entre 25 y 30 días. La fecha en que la floración empieza, el largo del período de floración y la calidad de las flores depende de la variedad, las condiciones climáticas y las condiciones de cultivo, (Wang et al., 1998).

Una primavera calurosa adelanta la floración, mientras que una primavera fría la atrasa. Un invierno caluroso afecta algunas variedades que se benefician con las bajas temperaturas, resultando una floración pobre. Un invierno excesivamente frío puede dañar las yemas afectando la floración de la primavera siguiente. Vientos secos y calientes durante el período de floración lo acortan y la lluvia excesiva puede dañar los botones antes de la cosecha, (Chen, 2003, Li et al., 2005).

Chen et al. (2003), entre 1999 y 2001 observaron el tiempo de floración en 68 variedades del Grupo Zhongyuan establecidos en el Beijing Botanical Garden y 16 variedades del Grupo de Cultivares Xibei cultivados en el Peace Peony Garden, ubicado al noroeste en Lanzhou, Provincia de Gansu que limita con Mongolia.

Los resultados muestran que el tiempo de floración en Beijing va desde el 18 y 20 de abril (octubre en el hemisferio sur) al 9 y 18 de mayo (noviembre en el hemisferio sur), durando entre 22 y 28 días con un rango promedio de temperaturas diarias de 16.5 a 26.1 °C.

En cambio, el inicio de la floración en Lanzhou (cultivares Rockii), fue entre el 3 y 6 de mayo (noviembre en el hemisferio sur) y finalizó entre el 23 de mayo y el 3 de junio (noviembre y diciembre hemisferio sur), durando entre 21 y 28 días con promedio diarios de temperaturas entre 11.3 y 15.3 °C.

Estos resultados indican que el período natural de brotación entre estos dos Grupos de Cultivares es de 35 a 45 días al año. Debido a las variaciones normales en las condiciones climáticas en las zonas de producción el período de floración se puede adelantar o atrasar en 3 a 5 días, sin que existan diferencias significativas en los patrones de producción, (Chen et al., 2003).

Con los cultivares elegidos, la floración en Marchigüe (Secano Interior, VI Región), parte a fines de agosto y termina la segunda semana de octubre con la variedad Jin Zhi (5) de color naranja que es la más tardía. Esta variedad, durante la temporada 2013/2014 pudo ser embarcada con las variedades de peonías herbáceas más tempranas producidas en el predio.

Concentración del período de floración

El Grupo Zhongyuan tiene más de 500 variedades, de las cuales las tempranas y tardías son solo un 20% del total. El 80% restante, son de media estación y florecen entre mediados de abril (octubre en el

hemisferio sur) y los primeros 10 días de mayo (noviembre en el hemisferio sur), (Wang, et al., 1998, Li et al., 2005).

De acuerdo a las estadísticas, el Grupo Xibei incluye 70 variedades, de las cuales 43 (60%) son de media estación, 13 variedades (20%) son tempranas y 14 variedades (20%) son tardías. Del total, entre 60 y 80% florece completamente en menos de un mes, (Wang et al., 1998, Li et al., 2005).

Dormancia y post-dormancia

Mega y Somei, (2001), indican que a fines de invierno, (agosto en el hemisferio sur), normalmente, las yemas de las peonías arbustivas están todavía en dormancia, a pesar de haber completado sus requerimientos de frío, fenómeno denominado post-dormición que se debería a que la temperatura se mantiene baja, pero basta que la temperatura se eleve unos pocos grados para que empiece la brotación.

En Japón, los comercializadores de plantas y flores de peonías arbustivas recientemente han focalizado su atención en la producción de flores de corte y plantas de maceta, postergando la producción de plantas para jardín, ya que la demanda por este producto no ha aumentado debido a los cambios en las condiciones de vivienda, (Hosoki, Hamada e Inaba, 1984).

Por esta razón, la investigación se ha centrado en el quiebre de la dormancia para obtener flores en diciembre (pleno invierno en el hemisferio norte) para las fiestas de Fin de Año. Para el hemisferio sur, el problema sería producir flores de peonías arbustivas entre junio y julio, es decir en pleno invierno a través del proceso de forzado. Este proceso significa el quiebre de la dormancia de las yemas florales en forma artificial, por la aplicación, fundamentalmente, de bajas temperaturas, aún cuando también se han utilizado hormonas.

De acuerdo a Hosoki, Hamada e Inaba (1984), si el frío no es suficiente para quebrar definitivamente la dormancia, frecuentemente se presenta brotación deficiente y aborto de los botones florales. Este aborto, puede ser inducido por insuficiente acumulación de nutrientes o porque todavía las yemas están en un estado de desarrollo muy inmaduro para ser puestos en frío.

Aoki y Yoshino, (1984) y Hosoki, Hamada e Inaba, (1984), indican que la brotación, el porcentaje de floración y la calidad de las flores cortadas fue mayor después de un pre-frío de 3 semanas a 15 °C y un período de 3 semanas a 4 °C, que puede ser asimilado a las condiciones del otoño en la VI Región de Chile.

El efecto de las diferencias de temperaturas entre día y noche en el quiebre de la dormancia, fue evaluado por Aoki (1992a), en tres tratamientos en condiciones controladas con un pre-frío de 15 °C por 10 días: 23 °C/17 °C (pre-frío y temperatura alta, PA), 20 °C/14 °C (pre-frío y temperatura media, PM) y 17 °C/11 °C (pre-frío y temperatura baja, PB) y en tres tratamientos a nivel de temperaturas de campo: 23 °C/17 °C (campo y temperatura alta, CA), 20 °C/14 °C (campo y temperatura media, CM) y 17 °C/11 °C (campo y temperatura baja, CB).

Los resultados obtenidos indican que los tres tratamientos en condiciones de campo, se comportaron en forma similar existiendo entre 30 a 32 días desde el quiebre de la dormancia a floración, con una temperatura acumulada desde brotación a floración de 550 °C y una temperatura promedio de 18 °C. Si la

temperatura cae a 4 °C la floración se atrasa pero la calidad de las flores cortadas aumenta, (Aoki, 1992a, Aoki, 1992b).

Aoki (1992b), evaluó la calidad de 9 cultivares de peonías arbustivas a la antesis, llegando a la conclusión que en los cultivares en que el porcentaje de floración es igual o mayor a 80%, no se encuentran características indeseables en las flores cortadas, es decir, la expansión de las hojas y el largo de tallos es satisfactorio. El 80 % es una base arbitraria para indicar la producción comercial, menos de un 80 % de varas comercializables indica una rentabilidad baja o nula.

Los resultados de Aoki (1992b), señalan por otra parte, que 7 semanas entre 3 y 4 °C, (aproximadamente 1200 horas-frío) es suficiente para quebrar la dormancia en la totalidad de los cultivares y en el caso que el período de bajas temperaturas fuera corto para cultivares de requerimientos mayores, el período de pre-frío es efectivo para compensar estos requerimientos promoviendo la expansión foliar y el alargamiento de los tallos.

En el estudio de Liu et al. (2002), después de haber sometido a un período de 4 semanas a 4 °C, (aproximadamente 670 horas-frío), el porcentaje de quiebre de la dormancia de las yemas florales en los cultivares japoneses fue más bajo que en el caso de los cultivares chinos, en los que brotó el 100 % de las yemas. De acuerdo a Wang et al., 1998, Li et al., 2005 y Aoki, 2013, las variedades japonesas siempre florecen más tardíamente que los otros grupos de cultivares.

Crecimiento y desarrollo en la plantación de peonías arbustivas en Marchigüe (Secano Interior, VI Región)

Como temporada de crecimiento se entiende el ciclo anual que parte cuando las plantas perennes quiebran su dormancia e inician su crecimiento una vez que las temperaturas han empezado a subir a fines de invierno o comienzos de primavera y termina una vez que nuevamente entran en receso en otoño y pasan el invierno sin actividad metabólica aparente. En Marchigüe (Secano Interior VI Región) el ciclo anual para las peonías arbustivas va desde fines de invierno/principios de primavera de un año hasta fines de otoño/inicios de invierno del año siguiente.

Para efectos del proyecto, se analizó el crecimiento y desarrollo de las plantas desde su establecimiento en octubre 2009 a julio de 2010, no alcanzando a ser una temporada debido a que al ser trasladadas de hemisferio las plantas no recibieron las horas-frío correspondientes a la temporada 2008/2009. Luego se analizan las temporadas 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013 y finalmente el crecimiento y desarrollo hasta la cosecha de 2013 (temporada 2013/2014).

Temporada octubre 2009/2010

Las plantas de peonías arbustivas adquiridas en China y que fueron establecidas en Chile en octubre de 2009, habían sido cosechadas a fines del verano en el hemisferio norte (Heze) y plantadas en la mitad de una primavera muy calurosa en el hemisferio sur (Marchigüe). Es decir las plantas no vivieron el otoño y el invierno de su temporada de crecimiento en el hemisferio norte y por lo tanto su acumulación de horas-frío fue muy baja para quebrar la dormancia e iniciar la brotación de las yemas, (Figura 3.1.1).

Aoki y Yoshino (1984) y Hososki, Hamada e Inaba (1984), indican que si el período de frío es insuficiente para quebrar la dormancia, frecuentemente se presenta brotación deficiente, la expansión de las hojas es inhibida, se presenta aborto de los botones florales y se afecta fuertemente la calidad de las flores cortadas.

Por otra parte, las altas temperaturas entre octubre de 2009 y marzo de 2010, fines de primavera y verano en el hemisferio sur, produjeron un estrés fisiológico en las yemas (Kamenetsky et al., 2003), lo que se manifestó en un bajo número de tallos con escasa longitud y entrenudos muy cortos si se compara con el crecimiento de un tallo anual durante la temporada 2010/2011, (Figura 3.1.3).



Figura 3.1.3. (a): yemas brotando (noviembre 2009), (b): crecimiento con entrenudos muy cortos y escasa presencia de yemas (enero 2010, temporada octubre 2009/2010), (c): crecimiento temporada 2010/2011 (octubre 2010), en círculo crecimiento desfasado.

Esta característica de los tallos determinó también un menor número de hojas, en cuya inserción se deberían originar las yemas axilares para la siguiente temporada de crecimiento de las peonías arbustivas que parte a fines de invierno, agosto en el hemisferio sur.

Desde que se plantaron hasta la emisión normal de raíces absorbentes (febrero 2010), no se visualizó realmente actividad homogénea en la parte aérea. Entre los meses de enero y abril (2010) se notó crecimiento de las yemas y aparición de hojas, lo que coincidió con la disminución de la temperatura. Durante mayo se

notó el principio de la senescencia porque el crecimiento se detuvo y desde fines de mayo e inicios de junio las hojas empezaron a caer.

En el Cuadro 3.1.1, se puede observar el desarrollo de la brotación y la emergencia para las distintas variedades establecidas. Para su caracterización se seleccionaron 120 plantas al azar (10 plantas/variedad) que se clasificaron en cuatro estados de desarrollo de las yemas (yemas secas, yemas hinchadas, tejidos foliares iniciales, hojas verdaderas).

Cuadro 3.1.1. Temporada octubre 2009/2010. Estado de la brotación y emergencia, (abril 2010, promedio de 10 plantas)

Variedad	Estado de las yemas (%)			
	yemas secas	yemas hinchadas	hojas iniciales	hojas verdaderas
Yao Huang (1)	4.9	8.5	9.8	76.8
Jin Gui Piao Xiang (2)	7.3	1.2	23.2	68.3
Dan Feng (3)	3.7	8.5	0.0	87.8
Hai Huang (4)	7.3	11.0	7.3	74.4
Jin Zhi (5)	8.5	7.3	12.2	72.0
Wu Jin Yiao Hui (6)	7.3	13.4	24.4	54.9
Mo Su (7)	4.9	15.9	6.1	73.2
Zi Hong Zheng Yan (8)	2.4	6.1	2.4	89.0
Shou An Hong (9)	1.2	21.0	7.4	70.4
Jin Xiu Qiu (10)	1.2	8.5	4.9	85.4
Bai Yuan Hong Zia (11)	2.4	4.9	1.2	91.5
Luo Yang Hong (12)	46.3	7.3	12.2	34.1
Promedio	8.1	9.5	9.3	73.1

En el promedio de las 12 variedades, un 73% mostraba hojas compuestas, considerado en esta temporada el mayor grado de desarrollo alcanzado. Por otra parte, si se exceptúa la variedad Luo Yang Hong que presentaba un alto porcentaje de yemas secas o muertas (46.3%), en promedio un 4.7% de las plantas presentaban yemas secas o muertas. Las yemas hinchadas alcanzaban a un 9.5% y las plantas con tejido foliar incipiente un valor similar.

Sin embargo, la característica más importante del crecimiento de las plantas entre la plantación (octubre 2009) y la entrada en senescencia (mayo 2010), es la presencia de entrenudos muy cortos. La reducida longitud de los tallos en esta etapa (octubre 2009/julio 2010), está mostrando los efectos del estrés fisiológico en la morfogénesis. No hubo un desarrollo normal y los tallos no elongaron al verse afectados, posiblemente los meristemas intercalares, (Figura 3.1.3 a).

Solo un 25% de las variedades muestran un porcentaje inferior al 70% de hojas compuestas. Destaca la baja presencia de hojas verdaderas de la variedad Luo Yang Hong (12) que solo alcanzó un 34%. Por otra

Cuadro 3.1.2. Temporada 2010/2011. Características del crecimiento de las peonías arbustivas en el ecosistema de Marchigüe, (enero, 2011, promedio 10 plantas/variedad).

Variedad	altura total (cm)	tallos/planta (N°)	largo tallos (cm)	diámetro (mm)	hojas/tallo (N°)
Yao Huang (1)	37	4.7	12	6.1	7.5
Jin Gui Piao Xiang (2)	38	4.0	9	6.4	8.5
Dan Feng (3)	52	2.7	33	7.4	7.5
Hai Huang/High Noon (4)	59	2.7	34	7.7	7.5
Jin Zhi/Chromatella (5)	52	3.0	24	6.7	5.5
Wu Jin Yiao Hui (6)	35	3.7	10	5.9	7.0
Mo Su (7)	37	4.0	11	6.0	8.0
Zi Hong Zheng Yan (8)	40	2.7	14	6.8	9.0
Shou An Hong (9)	44	2.7	14	7.5	6.5
Jin Xiu Qiu (10)	33	5.0	6	5.5	7.0
Bai Yuan Hong Zia (11)	35	3.7	13	5.7	7.5
Luo Yang Hong (12)	38	3.0	11	5.9	7.5
promedios	46	3.5	20	6.6	7.3

En el otoño de 2011, considerado el fin de la etapa de crecimiento 2010/2011, se registró como parámetro de crecimiento la altura total de las variedades (Cuadro 3.1.2). Las variedades que presentan un mayor crecimiento en altura son las variedades Hai Huang de color amarillo, Dan Feng, blanca y Jin Zhi de color naranja. Por otro lado las variedades que presentan un menor crecimiento en altura son las variedades de color rojo púrpura oscuro, con 30 a 35 cm de altura total, (Cuadro 3.1.2).

A partir de la temporada (2010/2011), la variedad amarilla Hai Huang es la que dentro de los resultados globales presenta el mejor comportamiento productivo con 7 tallos anuales de 33.5 cm de largo, 7.7 mm de diámetro y 7.5 hojas/tallo en promedio. La evaluación de los tallos anuales es fundamental para la caracterización de las variedades para su uso como flores de corte y en esta primera etapa, varió entre 33.5 cm para la variedad Hai Huang a 5.5 cm para la variedad Jin Xiu Qiu).

Sin embargo, los datos presentados en el Cuadro 3.1.2, presentan una alta Desviación Estándar con un promedio total de 20.5. Este es el resultado del estrés provocado en las plantas por el proceso de extracción de las coronas en el hemisferio norte (agosto) y su posterior plantación en el hemisferio sur (octubre), sin haber tenido tiempo de adaptarse al cambio. Además, se debe tomar en cuenta también, que el material genético original no era uniforme ni en tamaño ni en número de yemas. En esta primera etapa se presentan incluso crecimientos superpuestos como apertura de yemas que corresponderían a la temporada anterior junto a la brotación de yemas de la presente temporada, (Figura 3.1.3 c).

Como se observa en el Cuadro 3.1.1, en promedio, a fines de mayo de 2010 se presentaron hojas compuestas en el 70% de las plantas, existiendo variedades como la variedad Wu Jin Yiao Hui (6) que solo alcanzó un 54.9%. O sea, que en el crecimiento desde agosto de 2010 las variedades partieron con distintos

estados fenológicos, debido a que en su proceso de adaptación las plantas empezaron un nuevo ciclo sin terminar el anterior.

A continuación se presenta el estado de las plantas a finales de enero 2011, es decir a finales de la primera temporada de crecimiento anual, (agosto 2010/marzo 2011) que cumplieron las plantas en el ecosistema de Marchigüe, (Figura 3.1.5).

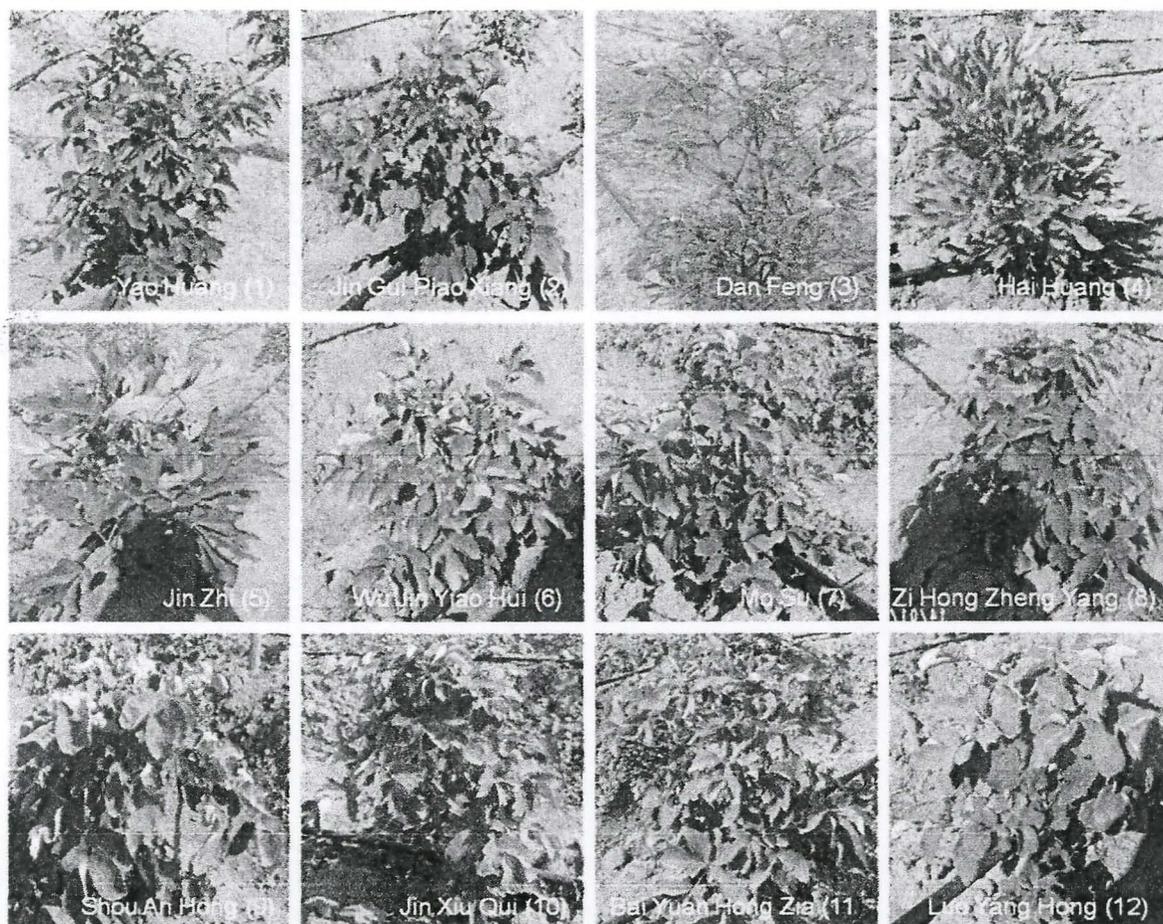


Figura 3.1.5. Crecimiento temporada 2010/2011. Primera temporada completa de crecimiento en el ecosistema de Marchigüe, (enero 2010).

Temporada 2011/2012

Todavía, con 928 horas-frío en su segunda temporada completa en el hemisferio sur, las plantas presentaron un crecimiento restringido y una floración errática y poco representativa, debido a la ocurrencia de un alto número de abortos producto de su proceso de adaptación al cambio de hemisferio. Por esta razón, en enero de 2012 solo se evaluó el número y las características del crecimiento vegetativo, sin evaluar las características de la floración ocurrida entre agosto y noviembre de 2011.

En el Cuadro 3.1.3, se pueden observar las características del crecimiento de la Temporada 2011/2012:

Cuadro 3.1.3. Temporada 2011/2012. Características del crecimiento de las peonías arbustivas en el ecosistema de Marchigüe, (enero 2012, promedio 10 plantas/variedad).

Variedad	altura total (cm)	tallos*/pta (N°)	largo tallos* (cm)	diámetro tallos* (mm)	hojas/tallo* (N°)	yemas** /pta (N°)	yemas** /tallo (N°)	diámetro yemas (mm)
Yao Huang (1)	57	3.5	29	7.5	6.5	9.3	3.7	6.8
Jin Gui Piao Xiang (2)	56	3.5	28	6.7	7.0	9.0	2.0	6.8
Dan Feng (3)	68	4.5	34	7.1	7.5	8.7	5.3	7.6
Hai Huang/High Noon (4)	64	7.0	29	7.2	8.0	9.3	4.0	7.4
Jin Zhi/Chromatella (5)	62	5.0	37	6.5	6.5	8.3	4.2	7.4
Wu Jin Yiao Hui (6)	44	6.0	17	4.9	7.5	12.3	2.5	6.5
Mo Su (7)	48	5.0	16	4.8	6.5	11.0	2.5	5.8
Zi Hong Zheng Yan (8)	46	4.0	21	5.6	8.0	11.0	4.0	6.5
Shou An Hong (9)	69	3.5	20	6.5	6.5	13.3	3.7	8.0
Jin Xiu Qiu (10)	45	6.0	13	5.2	6.5	12.3	2.2	6.8
Bai Yuan Hong Zia (11)	55	8.0	19	5.6	7.0	14.3	3.4	7.1
Luo Yang Hong (12)	47	4.5	19	5.5	6.0	10.0	2.6	7.0
promedios	55	5.8	24	6.1	7.0	10.8	3.3	7.0

* tallos: tallos florales, crecimiento anual

**yemas: número de yemas mayores de 5 mm

En enero de 2012 se evaluó la altura de plantas dada por el crecimiento anual y se pudo observar que a diferencia de la etapa anterior en que solo la variedad Hai Huang alcanzaba los 55 cm, en esta temporada solo las variedades Wu Jin Yiao Hui, Mo Su, Zi Hong Zheng Yan, Jin Xiu Qiu y Luo Yang Hong, no alcanzaban esa altura. En esta etapa las plantas presentaron en promedio 10 cm más de crecimiento que la temporada anterior.

El número de tallos por planta es un índice de la productividad y se encuentra, en promedio por variedad, entre 3 y 8, encontrándose diferencias significativas entre las variedades Hai Huang y Bai Yuan Hong Zia con 7 y 8 tallos/planta respectivamente. Estos tallos se habían originado en las yemas axilares de las hojas de la temporada anterior (2010/2011), que fueron en promedio para todas las variedades 7.3 hojas/planta, similar al promedio de 7.0 hojas/planta obtenido en la temporada (2011/2012), (Cuadros 3.1.2 y 3.1.3).

El largo de los tallos se presenta en el Cuadro 3.1.3, donde se puede observar que en esta temporada (2011/2012), solo las variedades Dan Feng y Jin Zhi superaron los 30 cm en promedio. Con respecto al diámetro de los tallos anuales (mm) y al número de hojas/tallo, los valores promedio son similares a los de la temporada anterior. En esta temporada (2011/2012), se evaluaron también el número de yemas por planta y por tallo y su diámetro. Las yemas evaluadas fueron aquellas mayores de 5 mm de diámetro consideradas yemas con el desarrollo adecuado para producir flores, (Wang et al., 1998).



Figura 3.1.6. Estado de desarrollo de las plantas alcanzado en la temporada 2011/2012, (septiembre 2011). En este ciclo con un crecimiento normal se notan las variedades más tempranas y las más tardías.

En la Figura 3.1.6, se presenta el estado de crecimiento de las plantas en septiembre de 2011 donde se puede observar el grado de diferencia que hay entre las variedades más tempranas y las más tardías. Por ejemplo, por un lado las variedades Zi Hong Zheng Zia y Luo Yang Hong presentan flores abiertas casi perdiendo sus características ornamentales y por el otro lado, las variedades Hai Huang y Jin Zhi aún no despliegan sus hojas.

En el otoño de la temporada 2011/2012 (mayo 2011), las plantas fueron deshojadas y podadas quedando preparadas para enfrentar la temporada 2012/2013 en que las flores fueron cosechadas por primera vez.

Temporada 2012/2013

Para esta temporada (2012/2013), la acumulación de frío durante los meses de abril, mayo, junio y julio de 2012 fue de 786 horas-frío, suficiente para quebrar la dormancia de las variedades más tempranas. El crecimiento en esta temporada fue absolutamente normal y el episodio más importante de la temporada fue la primera cosecha con la exportación al hemisferio norte (Estados Unidos) de 7.505 tallos.

Durante esta temporada la altura total y el número de yemas estuvo modificada por la poda (otoño 2012), de tal forma de permitir una mejor exposición de las hojas a los rayos solares y varas más largas. El número de tallos/planta fue fijado en la poda entre 4 y 6 y el número de yemas/tallo entre 3 y 5 de un diámetro mayor a 5 mm.



Figura 3.1.7. Estado de desarrollo de las plantas alcanzado en la temporada 2012/2013, (septiembre 2012).

Temporada 2013/2014

Entre abril y la última semana de julio de 2013, las plantas recibieron alrededor de 800 horas-frío, con lo que el ciclo de crecimiento empezó en forma normal. Incluso después de la poda se instaló sobre la variedad Zi Hong Zheng Yan malla antihelada, debido a que por ser tan temprana había presentado problemas de aborto de los botones por falta de madurez y por las caídas de temperaturas, normales, de julio y agosto.

Sin embargo, a mediados de septiembre se produjeron heladas tardías inusuales en la zona que trajeron como consecuencia el aborto de gran parte de la producción de la temporada. Esta situación se puede visualizar en la comparación de las temperaturas medias mínimas (°C) y las temperaturas mínimas absolutas (°C) registradas en la plantación, (Cuadro 3.1.4).

Cuadro 3.1.4. Comparación entre temperaturas medias mínimas (T_{mmín}°C) y temperaturas mínimas absolutas (T_{mína} °C) registradas en la plantación durante 4 años.

Temporada Mes	2010/2011		2011/2012		2012/2013		2013/2014	
	T _{mmín} (°C)	T _{mína} (°C)						
abril	3.4	1.0	4.5	0	4.1	-2.0	3.3	-2.5
mayo	2.5	-2.5	2.5	-3.0	4.0	-3.5	2.8	-3.0
junio	2.3	-3.0	1.9	-3.0	2.2	-3.5	1.1	-3.5
julio	0.6	-3.5	1.0	-4.0	-0.3	-4.0	1.9	-5.0
agosto	1.5	-3.0	2.4	-2.5	2.5	-4.0	1.2	-3.0
septiembre	2.6	-1.0	4.1	-1.0	4.4	1.0	2.5	-3.5

Como se puede observar en el Cuadro 3.1.4, aún cuando las temperaturas medias mínimas en otoño se mantienen entre 2.5 y 4.4 °C, durante septiembre de 2013, después que la temperatura había empezado a subir en agosto, se produjeron temperaturas mínimas absolutas de -3.5°C, lo que ocasionó la pérdida de la producción de variedades completas como fue en el caso de la variedad Shou An Hong, una de las más productivas de la temporada anterior, (Figura 3.1.8).

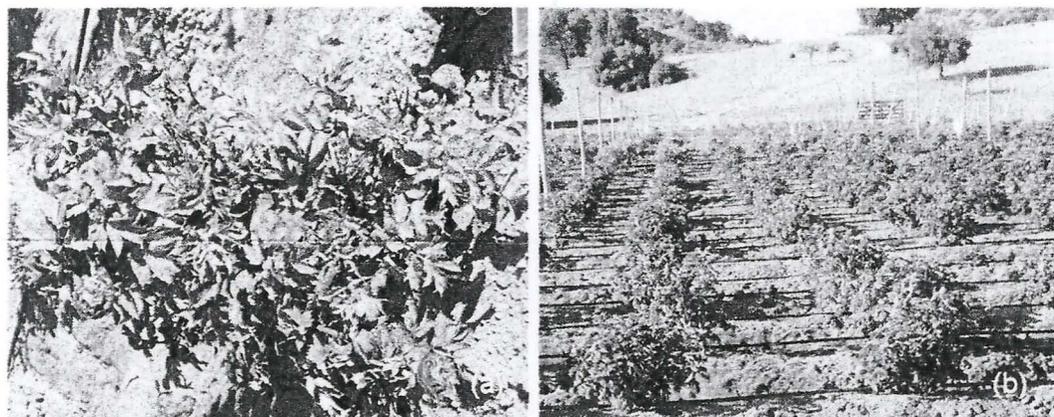


Figura 3.1.8. Variedad Shou An Hong, (a): botones abortados, (b): follaje de color rojo producto de la liberación de compuestos fenólicos como mecanismo de defensa al frío.

En la Figura 3.1.8, se presenta como quedaron los botones florales y las plantas de la variedad Shou An Hong, después de las heladas tardías de septiembre de 2013.

3.2. Mediciones de floración

Temporada 2011/2012

Aún cuando durante la Temporada 2011/2012 las flores no fueron cosechadas, se evaluó la fecha en que los botones alcanzaron el estado de cosecha asumiendo un punto de corte arbitrario y con esto se pudo evaluar también la época de floración, forma, color y el rango de largo de los tallos florales, (Cuadro 3.2.1).

Cuadro 3.2.1. Temporada 2011/2012. Época de floración, forma, color y el rango de largo de los tallos florales para las 12 variedades establecidas, (septiembre 2011).

Variedad	Botón cosecha (fecha)	Flor abierta (fecha)	Forma	Color	Largo tallo rango (cm)
Dan Feng (3)	28 ago	05 sep	simple	blanco	25 – 44
Zi Hong Zheng Yan (8)	28 ago	12 sep	doble	púrpura	13 - 27
Yao Huang (1)	05 sep	10 sep	doble	blanco	22 – 33
Luo Yang Hong (12)	05 sep	12 sep	doble	rojo	15 – 24
Jin Gui Piao Xiang (2)	20 sep	27 sep	doble	blanco	17 – 38
Wu Jin Yiao Hui (6)	20 sep	27 sep	doble	púrpura oscuro	10 – 23
Shou An Hong (9)	20 sep	27 sep	doble	púrpura	20 – 35
Jin Xiu Qiu (10)	20 sep	27 sep	doble	rojo púrpura	14 – 20
Bai Yuan Hong Zia (11)	20 sep	27 sep	doble	rojo magenta	20 – 32
Hai Huang/High Noon (4)	27 sep	04 oct	semidoble	amarillo	8 – 46
Mo Su (7)	26 sep	23 sep	doble	púrpura oscuro	15 – 29
Jin Zhi/Chromatella (5)	03 oct	10 oct	doble	naranja	30 – 47

En cuanto a época de floración, las variedades Dan Feng y Zi Hong Zheng Yan pueden ser consideradas muy tempranas (MTe), las variedades Yao Huang y Luo Yang Hong, tempranas (Te), las variedades Jin Gui Piao Xiang, Wu Jin Yiao Hui, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu y Bai Yuan Hong Zia de media estación (ME), las variedades Hai Huang y Mo Su tardías (Ta) y la variedad Jin Zhi muy tardía (MTa).

Como ya se ha indicado anteriormente, un parámetro importante en esta evaluación ha sido el largo de los tallos florales ya que para ser comercializadas como flor de corte, las peonías arbustivas deberían medir como mínimo 30 cm. Las variedades que en esta etapa cumplieron con este requisito fueron: Yao Huang, Jin Gui Piao Xiang, Dan Feng, Hai Huang, Jin Zhi, Shou An Hong y Bai Yuan Hong Zia.

Temporada 2012/2013

En el Cuadro 3.2.2, se presenta la fecha de botón al estado de cosecha, el rango del período de corte para la Temporada 2012/2013 y el largo promedio de las varas cortadas por variedad.

Cuadro 3.2.2. Temporada 2012/2013. Fecha de botón cosecha, rango del período de corte y largo promedio varas cortadas (cm) y su rango.

Variedad	Botón cosecha (fecha)	rango (fechas)	Largo promedio (cm)	rango (cm)
Dan Feng (3)	25 ago	25 ago – 20 sep	35	25 – 40
Zi Hong Zheng Yan (8)	25 ago	25 ago – 25 sep	15	10 – 20
Yao Huang (1)	25 sep	25 sep – 06 oct	30	25 – 35
Hai Huang/High Noon (4)	28 sep	28 sep – 25 oct	30	25 – 35
Bai Yuan Hong Zia (11)	29 sep	29 sep – 11 oct	25	20 – 35
Mo Su (7)	02 oct	02 oct – 06 oct	15	10 – 20
Shou An Hong (9)	02 oct	02 oct – 20 oct	30	25 – 35
Jin Xiu Qiu (10)	02 oct	02 oct – 11 oct	15	10 – 20
Luo Yang Hong (12)	02 oct	02 oct – 06 oct	25	15 – 30
Jin Gui Piao Xiang (2)	11 oct	11 oct – 20 oct	30	20 – 38
Wu Jin Yiao Hui (6)	11 oct	11 oct – 16 oct	20	15 – 25
Jin Zhi/Chromatella (5)	20 oct	20 oct – 25 oct	35	30 – 40

Como se puede observar en el Cuadro 3.2.2, las variedades muy tempranas (MTe) fueron las mismas que en la temporada anterior Dan Feng y Zi Hong Zheng Yan con largos promedio de varas de 30 y 15 cm respectivamente.

Debido a que estas variedades muy tempranas, presentaron pequeñas cantidades de flores no se cosecharon desde el 25 de agosto sino que a partir de cuando empezaron las otras variedades, el 25 de septiembre. Otra situación que atrasó la cosecha en esta primera temporada fue la evaluación de los puntos de corte para la exportación.

En forma tentativa se consideraron como tempranas (Te) las variedades Yao Huang, Hai Huang y Bai Yuan Hong Zia, como de media estación (ME) las variedades Mo Su, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu y Luo Yang Hong, como tardías (Ta) las variedades Jin Gui Piao Xiang y Wu Jin Yiao Hui y como muy tardía (MTa) la variedad Jin Zhi.

Debido a que la floración de cada temporada varía de acuerdo a las condiciones climáticas específicas de cada año, la época de floración de la temporada 2012/2013 no coincide exactamente con la temporada anterior (2011/2012), por lo que debiera haberse corroborado con el registro correspondiente de la temporada siguiente (2013/2014). Desgraciadamente durante la Temporada 2013/2014, las heladas tardías de septiembre provocaron el aborto del 100% de las flores de algunas variedades.

Temporada 2013/2014

Las variedades que pudieron ser cosechadas y comercializadas en la temporada 2013/2014 fueron Dan Feng, Hai Huang, Zi Hong Zheng Yang y Bai Yuan Hong Zia. En esta temporada la única variedad que alcanzó los 30 cm en forma homogénea fue la variedad Dan Feng. La producción de las variedades más tempranas como Dan Feng y Zi Hong Zheng Yan llegó a término debido a que sus botones ya estaban maduros antes de las bajas temperaturas de mediados de septiembre, época en que los botones de las variedades dañadas estaban en una etapa muy sensible.

Durante la cosecha entre agosto y octubre de 2013, hubo variedades que por su cantidad, largo de vara o calidad no pudieron ser comercializadas como Jin Zhi, Wu Jin Yiao Hui, Mo Su, Shou An Hong y Jin Xiu Qiu. Estas variedades en mayor o menor grado fueron dañadas por las heladas de septiembre de 2013.

La variedad Zi Hong Zheng Yang, a pesar de ser muy corta (15 a 20 cm), pudo ser comercializada debido a que fueron las primeras peonías ofrecidas en el hemisferio norte durante la temporada 2013/2014.

Épocas de floración

En el Cuadro 3.2.3, se presentan las épocas de floración de acuerdo a la aparición del estado de botón cosecha de las peonías arbustivas en el agroecosistema de Marchigüe, (Secano Interior, VI Región).

Cuadro 3.2.3. Grado de precocidad de las variedades y rango de aparición del botón al estado de corte en cada temporada

Grado de precocidad	Epoca de floración (botón al estado de punto de corte)		
	2011/2012	2012/2013	2013/2014
muy tempranas (MTe)	última/agosto	última/agosto	última/agosto
tempranas (Te)	primera/septiembre	última/septiembre	segunda/septiembre
media estación (ME)	tercera/septiembre	primera/octubre	última/septiembre
tardías (Ta)	última/septiembre	segunda/octubre	segunda/octubre
muy tardías (MTa)	primera/octubre	tercera/octubre	segunda/octubre

Los datos presentados en el Cuadro 3.2.3, indican que independiente de las condiciones climáticas en agosto, siempre las variedades muy tempranas van a poder ser cosechadas a fines de este mes. Sin embargo, las variedades tempranas (Te), pueden llegar al punto de corte entre la primera y la última semana de septiembre, las de media estación (ME), entre la tercera semana de septiembre y la primera semana de octubre, las tardías (Ta), entre la última semana de septiembre y la segunda semana de octubre y las variedades muy tardías (MTa), entre la primera y tercera semana de octubre.

Estos resultados indican que la época de floración depende de las condiciones climáticas imperantes entre fines de invierno e inicios de primavera, pero a pesar de la variabilidad climática entre año y año, la oferta de flores de peonías arbustivas desde Marchigüe (Secano Interior), va desde fines de agosto a mediados de octubre.

Estados Fenológicos

Cheng, Aoki y Liu (2001), observaron el desarrollo morfológico en 17 cultivares de peonías chinas y 3 cultivares de peonías japonesas y determinaron 8 estados fenológicos entre la brotación y la floración de las peonías arbustivas. Los estados descritos fueron los siguientes:

Estado I: Yemas hinchadas: Las yemas empiezan a hincharse y las escamas de la vaina pueden tomar colores púrpura, verde o desde verde a púrpura dependiendo del cultivar.

Estado II: Brotación: Emergencia de la hoja desde la vaina. En general, todas las hojas emergen y se extienden simultáneamente, pero algunas veces la hoja más baja crece predominantemente.

Estado III: Emergencia de la hoja: La hoja ha emergido completamente, pero la hojuela está todavía curvada y el pecíolo apegado alrededor del tallo. Un pecíolo visible es una característica importante para identificar este estado. Llegando a este estado, se pueden diferenciar tres tipos de cultivares dependiendo de las características de la emergencia del botón floral:

- Tipo encerrado, el botón floral está encerrado completamente por las hojas,
- Tipo expuesto, el botón aparece sobre las hojas y algunas veces visible en la brotación y
- Tipo exposición parcial, la yema floral está parcialmente cubierta por las hojas.

Estado IV: Hoja desdoblada: El pecíolo se ha desdoblado o abierto, pero las hojuelas están todavía curvadas.

Estado V: Hojuela extendida: Las hojuelas están desdobladas desde la base de los tallos a la parte superior.

Estado VI: Flor como campana: Este estado parte tan pronto como la hoja superior se ha desdoblado e incluye la mayoría del período de crecimiento de las hojas, tallos y flores. La yema floral aparece en el tope del pedúnculo o está inclinada como una campana colgando.

Estado VII: Aparición de color: El color de los pétalos aparece en la parte superior del botón floral cuando se va poniendo blando y suave, listo para la cosecha como flor de corte.

Estado VIII: Floración: Desde el principio de la apertura del botón a la marchitez y caída de los pétalos.

La fenología es el estudio de los eventos periódicos que ocurren en forma natural a través del ciclo vital de las plantas. La obtención de los estados fenológicos independiza el tiempo cronológico del tiempo fisiológico, con lo que se puede extrapolar resultados a condiciones distintas de donde se obtuvieron. Es así como, definir los estados fenológicos permite seleccionar un cierto número de fenómenos que ocurren en un cultivo y relacionarlos con cambios en el medio ambiente como condiciones climáticas, por ejemplo.

Un cultivo siempre presenta los mismos estados fenológicos, pero su aparición o duración difiere de acuerdo a las condiciones climáticas que imperan en cada agroecosistema en particular. Este hecho permite relacionar, independientemente del lugar donde se encuentre la plantación, el crecimiento con eventos importantes de manejo y así se puede planificar sistemáticamente el manejo agronómico a partir de las observaciones obtenidas por varios ciclos.

En el presente estudio los estados fenológicos han sido descritos en el ciclo de vida anual de las peonías arbustivas en el ecosistema de Marchigüe (Secano Interior) de acuerdo a lo planteado por Cheng, Aoki y Liu (2001). Se describe además un Estado 0, en el cual las yemas no muestran señales de crecimiento y que va desde su formación, después de la antesis o finales de verano, al inicio del estado de yemas hinchadas en la primavera siguiente, (Figura 3.1.9).

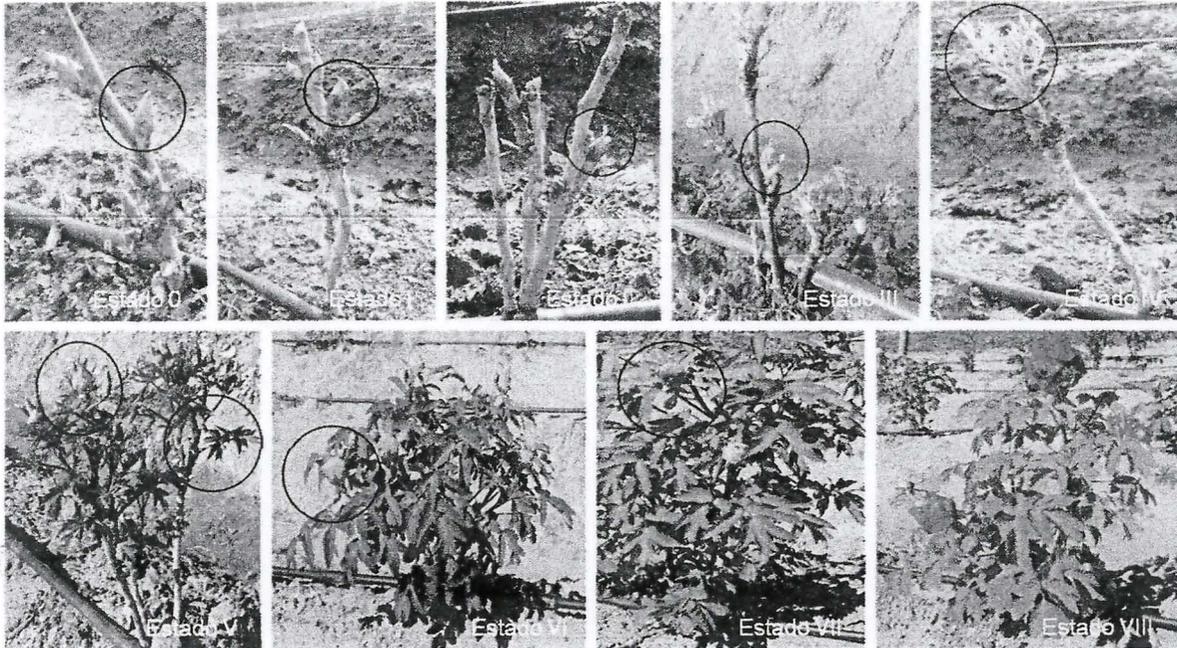


Figura 3.1.9. Estados fenológicos de las peonías arbustivas descritos en la plantación de Marchigüe (Secano Interior, VI Región), de acuerdo a Cheng, Aoki y Liu (2001).

Los estados fenológicos fueron descritos para las peonías arbustivas establecidas en el ecosistema del Marchigüe (Secano Interior, VI Región), una vez que el crecimiento se estabilizó después del proceso de adaptación. En otoño después de la poda (mayo 2012 y mayo 2013), se pudo observar que el 100% de las yemas se encontraban entre los Estados 0 y I, es decir desde cerradas a yemas hinchadas.

Sin embargo en el Cuadro 3.2.4, se puede ver que la actividad de las yemas se inicia en el mes de junio y el Estado II o estado de brotación, que da inicio al ciclo anual de las peonías arbustivas, parte en julio para las variedades más tempranas.

Cuadro 3.2.4. Estado de las yemas por variedad en los meses de junio, julio y agosto, (promedio de 4 años de registros).

Variedad	Estado 0 yemas cerradas (%)			Estado I yemas hinchadas (%)			Estado II brotación (%)		
	jun	jul	ago	jun	jul	ago	jun	jul	ago
Yao Huang (1)	30	18	15	51	58	63	19	24	35
Jin Gui Piao Xiang (2)	17	12	6	37	33	64	14	56	49
Dan Feng (3)	27	0	0	20	14	0	31	100	0
Hai Huang/High Noon (4)	66	57	56	19	29	43	9	13	25
Jin Zhi/Chromatefla (5)	79	79	71	17	20	44	5	1	8
Wu Jin Yao Hui (6)	33	22	19	47	44	55	15	51	31
Mo Su (7)	45	28	17	30	22	53	18	71	25
Zi Hong Zheng Yan (8)	27	0	0	20	0	0	20	100	0
Shou An Hong (9)	27	26	16	51	75	62	14	19	23
Jin Xiu Qiu (10)	35	32	14	43	57	58	11	42	22
Bai Yuan Hong Zia (11)	25	21	15	31	29	49	16	64	48
Luo Yang Hong (12)	34	30	15	24	0	53	13	58	46

En el Cuadro 3.2.1, se puede observar que las variedades más tempranas (Dan Feng y Zi Hong Zheng Yan) en julio tienen en promedio un 100% de sus yemas en estado de brotación, lo que indica que en junio han completado sus requerimientos de frío. Por otro lado, la variedad más tardía (Jin Zhi), en agosto recién tiene solo un 8% de las yemas brotadas, lo cual indica sus mayores requerimientos de frío.

Cuadro 3.2.5. Requerimientos de frío para el inicio de la brotación de acuerdo a la época de floración (punto de corte), (promedio de 4 años de registros de temperaturas < 6°C).

Necesidad de frío para alcanzar la brotación (horas-frío)					
mes brotación	muy tempranas Mte	tempranas Te	media estación ME	tardías Ta	muy tardías MTa
abril	145	145	145	145	145
mayo	205	205	205	205	205
junio	123	246	246	246	246
julio		316	316	316	316
agosto			111	222	222
septiembre					145
total	473	595	706	1134	1278

Por otro lado, para definir el estado de punto de corte, que corresponde al estado VII, es necesario contabilizar las horas de calor o grados-día (°C-día), acumulados entre la brotación y la cosecha.

Cuadro 3.2.6. Requerimientos de temperatura sobre los 5°C, (días-°C), para llegar al estado de cosecha de acuerdo a la época de floración.

semana floración	Temperatura acumulada para alcanzar la floración (días-°C)				
	muy tempranas Mte	tempranas Te	media estación ME	tardías Ta	muy tardías MTa
días-°C julio	252	252	252	252	252
última/agosto	322	322	322	322	322
primera/septiembre		107	107	107	107
segunda/septiembre			107	107	107
cuarta/septiembre				214	214
segunda/octubre					257
total	574	681	788	1002	1259

La cantidad de días-grado (días-°C), necesarios para que las variedades muy tempranas y tempranas lleguen a la cosecha concuerdan con los resultados de Cheng, Aoki y Liu (2001) y Liu et al. (2002), que para dos grupos de variedades entre tempranas y de media estación obtuvieron un promedio de 509 días-°C para las variedades del Grupo Japonés con un rango entre 463 y 572 días grado y de 606 días-°C para las variedades del Grupo Zhongyuan, con un rango de variación entre 565 y 644 días-°C.

Sobrevivencia

Las plantas fueron adquiridas en China a la empresa Beijing Yellow Peony Export Company en un estándar de dos ramas o tallos leñosos. También en algunas variedades venían plantas con tres tallos y en la mayoría de las variedades algunas plantas de dos tallos fueron reemplazados por dos plantas de un tallo cada una que fueron plantadas en forma separada, aumentando el número de plantas que fueron establecidas. Por otra parte, también, en algunas variedades hubo plantas que no pudieron ser plantadas. En el Cuadro 3.2.7, se presenta el número de plantas adquiridas y el número de plantas establecidas.

La mayor de plantas de la variedad Jin Zhi, se debió a que se compró igual cantidad de plantas de las variedades Jin Zhi y Jin Ge (450), ambas de color amarillo/naranja muy parecidas entre sí, sin embargo, por equivocación las plantas que llegaron eran todas de la variedad Jin Zhi (5). Como variedad 3, se incorporó la variedad Dan Feng, cuya especie es *Paeonia ostii* y que la empresa china envió sin costo para que su semilla fuera colectada y así obtener plantas que sirvan de portainjertos en injertos de base, en la propagación de las variedades de mejor comportamiento en el ecosistema de Marchigüe (Secano Interior).

Cuadro 3.2.7. Plantas adquiridas (N°) y plantas establecidas (N°) en octubre de 2009.

Variedad	Plantas adquiridas (N°)	Plantas establecidas (N°)	Diferencia (N°)
Yao Huang (1)	300	322	22
Jin Gui Piao Xiang (2)	300	309	9
Dan Feng (3)	100	100	0
Hai Huang/High Noon (4)	450	549	99
Jin Zhi/Chromatella (5)	900	1274	374
Wu Jin Yiao Hui (6)	100	96	-4
Mo Su (7)	100	95	-5
Zi Hong Zheng Yan (8)	400	403	3
Shou An Hong (9)	400	395	-5
Jin Xiu Qiu (10)	400	453	53
Bai Yuan Hong Zia (11)	400	388	-12
Luo Yang Hong (12)	100	91	-9
Totales	3950	4475	

Para establecer la pérdida o sobrevivencia de las plantas, al inicio de cada temporada de crecimiento, se contaron las plantas vivas por variedad y se comparó este registro con el número de plantas establecidas en octubre de 2009. En el Cuadro x, se presentan los porcentajes (%) de pérdidas de plantas por temporada.

Cuadro 3.2.8. Pérdida de plantas por variedad y temporada (%). Registro a inicios (agosto) de cada temporada de crecimiento a partir del establecimiento en octubre de 2009.

Variedad	Temporada (% de pérdida)			
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Yao Huang (1)	8	9	7	53
Jin Gui Piao Xiang (2)	33	0	3	3
Dan Feng (3)	5	0	0	0
Hai Huang/High Noon (4)	16	8	3	13
Jin Zhi/Chromatella (5)	18	9	9	0
Wu Jin Yiao Hui (6)	22	3	9	8
Mo Su (7)	16	5	4	8
Zi Hong Zheng Yan (8)	6	2	1	0
Shou An Hong (9)	15	0	0	1
Jin Xiu Qiu (10)	6	2	2	0
Bai Yuan Hong Zia (11)	9	2	1	6
Luo Yang Hong (12)	58	0	5	0

En el Cuadro 3.2.8, se puede observar claramente que la pérdida de plantas estuvo ligada directamente a la etapa de adaptación al cambio de hemisferio, fundamentalmente por no haber recibido el frío necesario antes de ser establecidas. En esta última temporada (2013/2014), se manifiesta la pérdida de plantas por el ataque combinado de *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp. En este caso la más afectada fue la variedad Yao Huang (1) con una pérdida del 53% de las plantas.

En el Cuadro 3.2.9, se presenta la sobrevivencia de las plantas entre el establecimiento (octubre 2009) y el inicio de la temporada siguiente (2011/2012) y luego, entre la temporada 2011/2012 y la temporada 2013/2014. Se debe indicar también, que gran parte de las plantas establecidas con un tallo no sobrevivieron a las condiciones de campo, en un proceso, que en algunas de las variedades, duró más de una temporada.

Cuadro 3.2.9. Sobrevivencia (%) de las plantas establecidas entre la plantación (octubre 2009) y agosto de 2013 (temporada 2010/2011 a temporada 2013/2014) y entre agosto de 2011 (temporada 2011/2012) a agosto 2013 (temporada 2013/2014).

Variedad	plantas establecidas (N°)	Sobrevivencia (%)	
		Temporada	
		2010/2011 a 2013/2014	2011/2012 a 2013/2014
Yao Huang (1)	322	47	55
Jin Gui Piao Xiang (2)	309	63	96
Dan Feng (3)	100	77	82
Hai Huang/High Noon (4)	549	67	83
Jin Zhi/Chromatella (5)	1274	68	86
Wu Jin Yiao Hui (6)	96	60	82
Mo Su (7)	95	71	87
Zi Hong Zheng Yan (8)	403	91	97
Shou An Hong (9)	395	84	99
Jin Xiu Qiu (10)	453	90	96
Bai Yuan Hong Zia (11)	388	83	92
Luo Yang Hong (12)	91	40	96

En este cuadro, también se observa que después del período de adaptación por el cambio de hemisferio entre octubre de 2009 y agosto de 2011, las plantas han respondido en forma óptima al manejo diseñado.

3.5. Evaluación de las características de cosecha y poscosecha

En general, la exportación de una nueva especie parte con la evaluación de sus características de cosecha y poscosecha para decidir si es una especie que soporta la manipulación y los tiempos de viaje al hemisferio norte, donde serán comercializadas.

La cosecha y la poscosecha, de las peonías arbustivas para flor de corte, son procesos intermedios entre el cultivo a partir del receso invernal (30 y 90 días dependiendo de la variedad) y la vida de las flores cortadas puestas en agua en el florero de los compradores en el hemisferio norte.

Para llegar a los consumidores en el mercado de exportación, las peonías deben ser cortadas con los botones apretados o firmes según la variedad, guardadas en cámaras de frío y luego, mantenidas durante el viaje a temperaturas que aseguren que los botones no se abrirán antes de llegar a destino, (Eason et al., 2002).

Estas condiciones requieren que los protocolos de precosecha, cosecha y poscosecha sean rigurosamente chequeados, ya que las flores cosechadas deben empezar su proceso de apertura cuando han sido puestas en agua al llegar a su destino en forma uniforme y estar totalmente abiertas, como máximo, al tercer día, cuando ya se encuentran frente al consumidor final. Al requerirse una vida en el florero del máximo de días, ellas deben ser cultivadas, cosechadas, embaladas y enviadas libres de insectos, enfermedades o daños fisiológicos, (Eason et al., 2002; Reid, 2006).

Es decir, para cumplir con los estándares de los mercados de exportación, se debe tener en consideración, que las peonías cultivadas para flor de corte deben ser un producto perfecto que debe ser mirado y admirado por su belleza durante el mayor número de días posible mientras está en el florero. Por lo tanto, no solo el cultivo deber ser óptimo sino también la totalidad del proceso posterior hasta llegar al comprador final, empezando por cosechar solo las varas que cumplan con los requisitos para ser comercializadas, (Sáez, 2012).

La vida de las flores cortadas incluye dos etapas: el paso de las flores desde el cultivo a su ubicación definitiva (florero) y el tiempo que dura en el florero frente al consumidor final. La primera etapa incluye las condiciones de precosecha y el manejo de poscosecha y la segunda etapa, corresponde a la transformación del botón cosechado en una flor completa y perfecta, (Kamenetsky, 2006). Esta transformación solo es posible si las varas florales han sido cortadas en un punto óptimo de madurez, específico para cada variedad que se ha denominado punto de corte.

Determinación del punto de corte

El estado de desarrollo de la flor al momento del corte, es conocidamente un factor importante de la duración en el florero (vase-life). Este estado varía enormemente entre las especies, híbridos y cultivares, existiendo un estado de desarrollo óptimo, antes del cual el botón no completa su desarrollo ni apertura y después del cual no es posible un tiempo de almacenamiento, (Heuser y Evensen, 1986; Armitage, 1995; Yagello y Sáez, 1999).

Zhou et al. (2008), indican que el corte se debe llevar a cabo con un índice de apertura 1, es decir a un estado de madurez del botón en que está firme y mostrando levemente color. En el Cuadro 3.3.1, se indica las descripciones de los índices de apertura y el grado de madurez correspondiente para las peonías arbustivas de acuerdo a Zhou et al. (2008):

Cuadro 3.3.1. Índice de apertura y descripción del grado de madurez para las peonías arbustivas (*Paeonia suffruticosa* Andr.) de acuerdo a Zhou et al., (2008).

Índice apertura	Descripción grado de madurez
0	botón firme
1	botón firme mostrando color
2	botón preabierto
3	apertura inicial
4	50% apertura
5	totalmente abierto
6	senescencia

De acuerdo a los registros de la vida de poscosecha de las flores, el punto de corte o índice de apertura 1 es aquel que en general funciona para la totalidad de las peonías cortadas y equivale al punto 2 descrito para las peonías herbáceas. Sin embargo, hay variedades que pueden ser cortadas en el punto 0 y otras en el punto 2, tal como se presenta en el Cuadro 3.3.1.

Evaluación de las flores cortadas

La calidad de las flores cortadas se expresa, en último término, como su duración en agua en el lugar de destino. Este parámetro, que se ha denominado vase-life, vida en florero o vida útil, es el tiempo transcurrido desde que las flores son puestas en agua en una habitación entre 20 y 22 °C hasta que pierden su valor ornamental. La pérdida de valor ornamental se expresa como marchitez, decoloración y abscisión de pétalos, (Heuser y Evensen, 1986; Gast, 2000; Eason et al., 2002; Kamenetsky, 2006 y Zhou et al., 2008).

Gast (2000), indica que existen tres parámetros para evaluar la calidad de las peonías en destino, el primer día de apertura, la vida útil total y vida útil de flor abierta. La vida útil total es el tiempo que transcurre desde que las flores han sido puestas en agua al llegar a destino donde el comprador mayorista, hasta la pérdida de su valor ornamental. La vida útil de flor abierta, es el tiempo transcurrido desde que los botones se abren hasta la marchitez o caída de los pétalos de la flor completamente abierta.

Para evaluar la calidad de las flores cortadas, cuando las flores llegaron a un estado de botón entre 3 y 3.5 cm de diámetro, por cada variedad se cosecharon botones en tres estados: firme (0), firme mostrando levemente color (2) y botón preabierto (3). Estos botones se llevaron al refrigerador a 4°C por 24 hrs y luego fueron puestas en agua en recipientes que tenían marcada las fechas, (Figura 3.3.1).

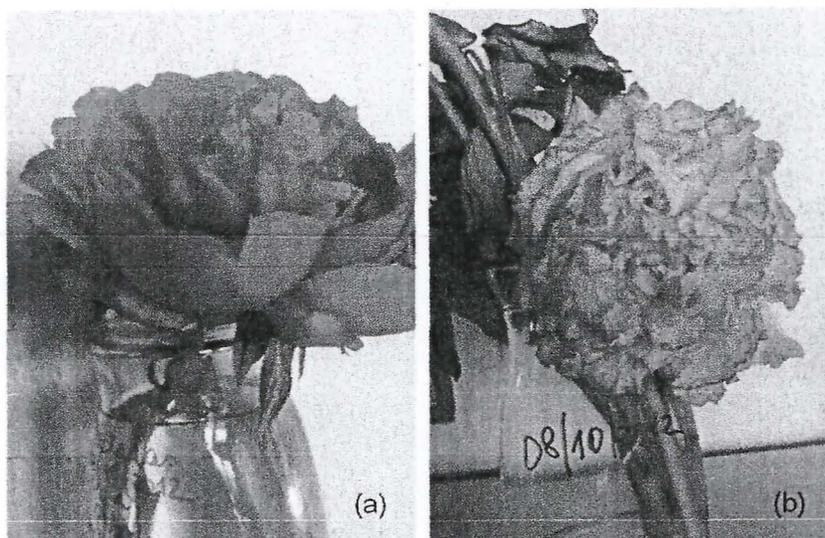


Figura 3.3.1. Evaluación de la vida en agua (vase-life) a flores cortadas. (a): Variedad Bai Yuan Hong Zia (11), cortada el 1.10, puesta en agua el 2.10 y fotografiada el 17.10 con una vida útil total de 15 días, (b): Variedad Jin Zhi (5), cortada el 8.10, puesta en agua el 9.10 y fotografiada el 25 de octubre, con una vida útil total de 18 días.

En el Cuadro 3.3.2 se presenta el punto de corte de acuerdo a Zhou et al. (2008) y la vida útil total por cada variedad establecida en Marchigüe (Secano Interior, VI Región). Como punto de corte óptimo se estimó que era aquel en que los botones abrieron en forma normal y las flores tenían la mayor duración en agua. Los resultados indicados corresponden a evaluaciones de dos temporadas.

Cuadro 3.3.2. Punto de corte y vida útil por variedad de acuerdo a su época de floración, (promedios de dos temporadas de evaluación).

Variedad	Punto de corte	Vida útil total	Epoca de floración
Dan Feng (3)	0	10	MTe
Zi Hong Zheng Yan (8)	2	18	MTe
Bai Yuan Hong Zia (11)	2	15	Te
Mo Su (7)	1	10	Te
Yao Huang (1)	1	15	ME
Shou An Hong (9)	2	16	ME
Jin Xiu Qiu (10)	1	15	ME
Luo Yang Hong (12)	1	10	ME
Wu Jin Yiao Hui (6)	1	10	Ta
Golden Smell (2)	1	15	Ta
Hai Huang/High Noon (4)	0	18	Ta
Jin Zhi/Chromatella (5)	1	18	MTa

En la Figura 3.3.2, se presenta el punto de corte en las variedades Dan Feng (3) de color blanco, Zi Hong Zheng Yan (8) de color rojo y la variedad Hai Huang (4) de color amarillo. La variedad Dan Feng es la que presenta la menor vida útil total debido a que es una variedad simple.

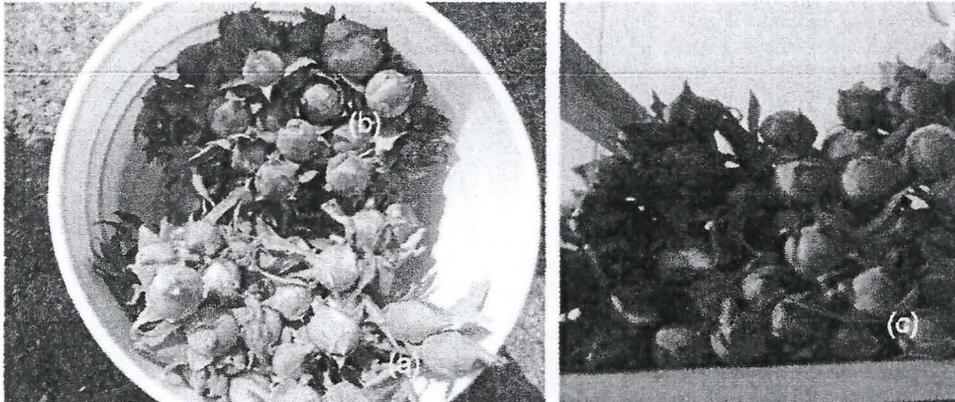


Figura 3.3.2. Puntos de corte. (a): variedad Dan Feng (3), (b): variedad Zi Hong Zheng Yan (8) y (c): Hai Huang (4).

Por otra parte, la evaluación de las flores cortadas se llevó a cabo mediante un registro fotográfico que implicó ciertos problemas metodológicos, fundamentalmente por la luz y la distancia a la cual fueron tomadas las fotos, (Figura 3.3.3)

En la Figura 3.3.3, se presentan todas las variedades y la secuencia de los estados definidos por Zhou et al. (2008), 0: botón firme, 1: botón firme mostrando levemente color, 2: botón pre-abierto, 3: apertura inicial, 4: 50% de apertura, 5: totalmente abierto y 6; senescencia.

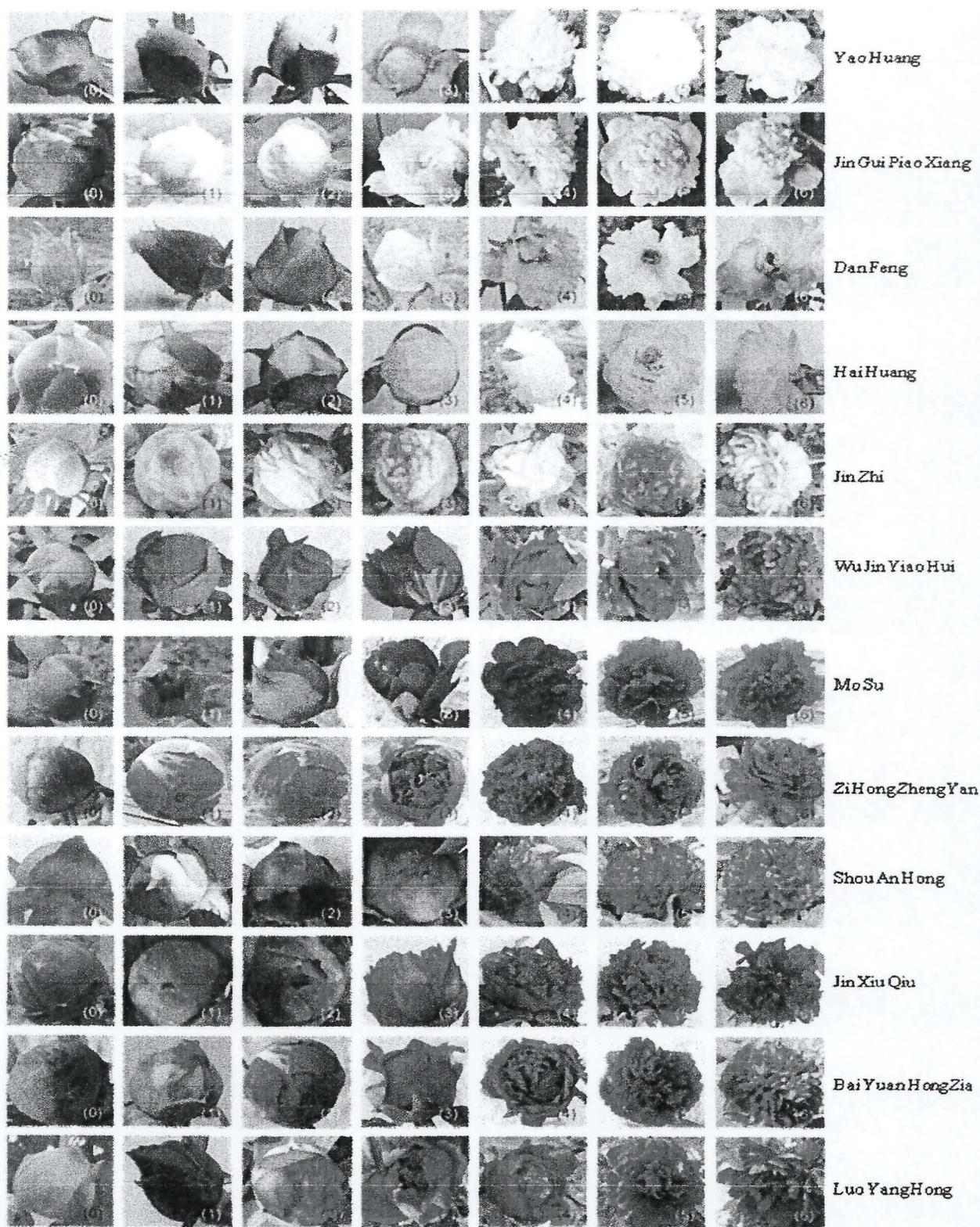


Figura 3.3.3. Indices de apertura 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 descritos por Zhou et al. (2008) para todas las variedades evaluadas.

Cosecha y poscosecha

Para la cosecha y poscosecha de las varas de peonías arbustivas para flor de corte, se siguió el protocolo descrito para las peonías herbáceas por Sáez (2012), para lo cual se arrendó la infraestructura de frío. Durante la temporada 2012/2013 se arrendó un container adaptado (reefer) que se utilizó como cámara de frío y durante la temporada 2013/2014 se arrendó una cámara de frío ubicada a 10 km de la plantación, que cumplía con todos los requisitos y que se mantuvo a una temperatura entre 2 y 3°C durante el período que duró la cosecha.

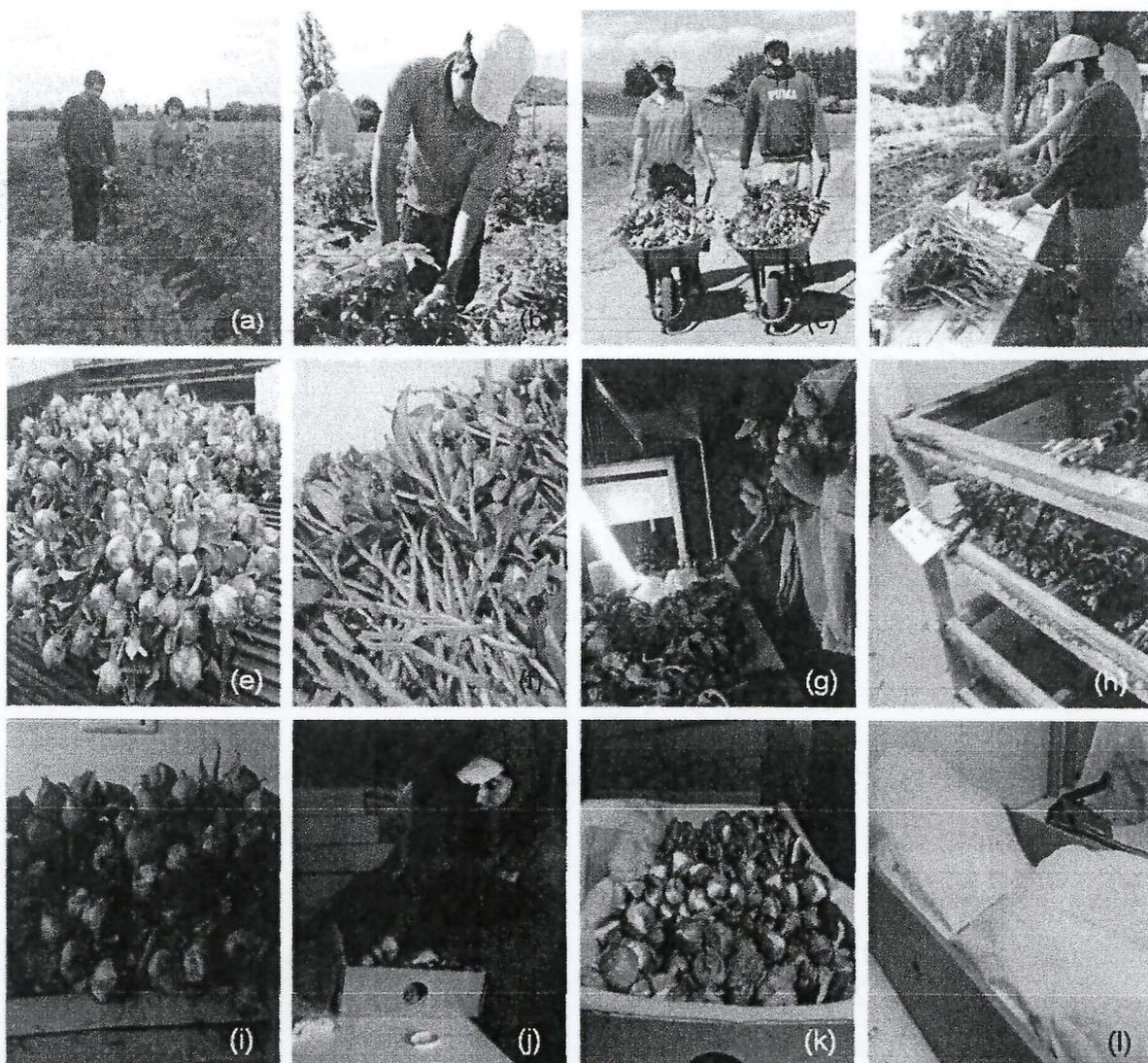


Figura 4. Secuencia del proceso de cosecha y poscosecha de las flores cortadas de peonías arbustivas. (a y b): corta, (c): traslado desde el potrero a la ramada de pre-packing, (d): deshoje y calibrado, (e) hidratado y traslado desde el pre-packing a la cámara de frío, (f): varas cortadas a granel en el mesón para hacer los ramos, (g): confección de ramos dentro de la cámara de frío, (h): ramos listos para ser embalados puestos en las repisas móviles, (i): ramos desinfectados para ser embalados, (j): embalaje, (k): caja con dos variedades, (l): caja lista para ser enzunchada y enviada.

El procedimiento parte con la corta en el punto de corte definido con anterioridad para cada variedad (Figura 3.3.4 a, b). En esta primera etapa, los cosechadores pasaban por las hileras en forma sistemática durante la mañana (10 a.m.) una vez que se secaba el rocío y en la tarde a las 4 p.m. Las varas cortadas eran acopiadas en la cabecera de cada hilera en carretillas, que una vez llenas eran llevadas al lugar de pre-packing (Figura 3.3.4, c).

La zona de pre-packing consistía en una ramada con malla raschel y mesones, donde se procedía al deshoje y calibrado de las varas en 20, 25 y 30 cm de largo (Figura 3.3.4, c). Una vez procesadas las varas, por variedad y calibre, eran depositadas en baldes de 20 cm de alto con 4 cm de agua para su hidratación (Figura 3.3.4, e). Luego, estos baldes eran llevados a la cámara de frío y la hidratación se completaba a las 24 horas.

Una vez cumplido el tiempo de hidratación, las varas eran secadas y dejadas a granel (por variedad) encima del mesón de la cámara (Figura 3.3.4, f), para hacer los ramos (Figura 3.3.4, g) que son contabilizados y depositados en los módulos de las repisas móviles. Cada módulo se completaba con 50 ramos, (Figura 3.3.4, h). Luego, antes de poner los ramos en las cajas, eran desinfectados con una solución insecticida/fungicida, (Figura 3.3.4, i, j, k, l).

OBJETIVO ESPECIFICO 4

Comercializar la producción de flores de las distintas variedades

ACTIVIDADES

4.1. Evaluación de mercados y fletes

Debido a que por ser la primera vez, la cantidad de tallos de peonías arbustivas exportadas fue relativamente baja (7.545 en 2012 y 8.135 en 2013), de común acuerdo con el exportador, Sr. Bram Delissen de Chilfresh, se decidió enviar la producción a Estados Unidos que es el mercado más cercano y con una alta demanda por peonías en la fecha de cosecha en Marchigüe (Secano Interior, VI Región). La modalidad de exportación es a consignación y las listas de packing y liquidaciones se presentan en el Anexo V.

En el Cuadro 4.1.1, se presentan los costos en que se incurre en cada embarque a Estados Unidos, en que el flete corresponde a un 17% del total de los gastos de exportación

Cuadro 4.1.1. Gastos asociados al proceso de exportación.

Item	% del total
comisión Chilfresh	20.00
custom bróker (aduana entrada, cargos por traslado de cajas, honorarios terminal)	0.69
<i>gastos asociados al comprador</i>	0.10
Asociación de Exportadores de Chile (derecho para exportar) US\$ 0.0015/vara	0.01
transferencia-giro US\$ 0.0356/caja	0.55
flete aéreo	5.08
Aduana-Chile	1.12
paletizaje en aeropuerto	0.27
SAG-USDA	0.03
cajas, handling, bodegaje	1.27
mantas térmicas	0.23
total	29.35

Del total de la venta, alrededor de un 29% corresponde a gastos que deben ser cancelados o descontados de la liquidación por embarque. Fuera de la comisión de Chilfresh que significa un 68% de los costos, el flete aéreo ocupa un lugar importante, representando un 17% del total. Los valores se dan en porcentajes debido a que la liquidación varía de acuerdo al precio del dólar.

4.2. Obtención de precios de comercialización

Temporada 2012/2013

Los precios de comercialización durante la temporada 2012/2013 fueron entregados por embarque, por lo cual no se puede diferenciar el precio por variedad. En el Cuadro 4.2.1, se presenta los precios promedio y mínimos, obtenidos por embarque con calibres de 20 y 25 cm de largo. Solo la variedad Dan Feng pudo ser cosechada con el largo mínimo requerido de 30 cm.

El total de varas exportadas durante la temporada fue de 7.545 (54 cajas) y el total de varas vendidas fue de 7.410, existiendo un diferencial de 135 tallos que llegaron con la flor abierta.

Cuadro 4.2.1. Variedades exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2012/2013).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías arbustivas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
1	25 sep	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan	1.3375	0.90
2	28 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.4829	1.02
3	02 oct	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Yao Huang, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu , Luo Yang Hong	1.5127	1.01
4	06 oct	Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Yao Huang	1.4546	1.00
5	11 oct	Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu, Wu Jin Yiao Hui, Golden Smell, High Noon	1.5236	1.02
6	16 oct	High Noon, Shou An Hong, Golden Smell	1.4589	1.02
7	20 oct	High Noon, Shou An Hong, Golden Smell, Chromatella	1.3111	0.86
8	25 oct	High Noon, Chromatella	1.3107	0.89
Precios promedio Temporada 2012/2013			1.4240	0.97

En esta primera exportación, el objetivo principal fue detectar la existencia de mercado para las peonías arbustivas, luego verificar el estado de llegada de las varas y posteriormente, confirmar los resultados de poscosecha obtenidos. De acuerdo al comprador y exportador de las flores (Sr. Bram Delissen), las conclusiones a que se llegaron después de la primera exportación son las siguientes:

- el largo debe ser como mínimo 30 cm
- los precios van a estar entre US\$ 1.25 y US\$ 2, siempre que los colores y los largos sean los que corresponden (35/40 cm)
- la mayor demanda la tiene el color blanco, se debería aumentar la población de esas variedades
- los colores naranja y amarillo también son excelentes para la fecha de producción
- el potencial llega a 100.000 tallos,

Temporada 2013/2014

Durante la Temporada 2013/2014, las variedades exportadas fueron solo cuatro (Dan Feng, Hai Huang, Zi Hong Zheng Yan y Bai Yuan Hong Zia), debido a que las heladas tardías de septiembre quemaron el resto de la producción. Durante esta temporada también se exportaron peonías herbáceas para comparar los precios, especialmente con las variedades más tempranas. En el Cuadro 4.2.2, se presentan los valores promedios y mínimos obtenidos durante la exportación de la temporada 2013/2014.

Cuadro 4.2.2. Variedades de peonías arbustivas exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2013/2014).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías arbustivas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
1	30 ago	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan	1.45000	1.02
2	04 sep	Dan Feng, Zi Hong Xheng Yan,	1.45000	1.02
3	11 sep	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan, Bai Yuan Hong Zia	1.38380	1.00
4	17 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.45000	1.03
5	24 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.31330	0.94
6	01 oct	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.40590	1.00
7	04 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.31972	0.93
8	08 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.38860	1.00
9	11 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.32300	0.91
10	15 oct	Hai Huang	1.46770	1.04
11	18 oct	Hai Huan, Jin Zhi	1.43970	1.02
12	24 oct	Hai Huang	1.45000	1.00
precios promedio Temporada 2013/2014			1.40348	0.99

Como se puede observar en el Cuadro 4.2.2, los precios promedio por vara fluctuaron entre US\$ 1.31330 el 24 de septiembre para las variedades Dan Feng (blanca) y Bai Yuan Hong Zia (rojo) y el mayor precio promedio por vara (US\$ 1.46770), fue obtenido cuando se logró consolidar una caja con la variedad Hai Huang de color amarillo. Con respecto a las variedades de peonía herbáceas exportadas durante la temporada 2013/2014, los precios obtenidos se presentan en el Cuadro 4.2.3:

Cuadro 4.2.3. Variedades de peonías herbáceas exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2012/2013).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías herbáceas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
12	24 oct	Peicher, Amabilis	1.25000	0.85
13	30 oct	Amabilis	0.99520	0.61
		Peicher	1.09520	0.69
14	02 nov	Amabilis	0.99930	0.61
		Peicher	1.23080	0.70
15	07 nov	Duchesse de Nemours	1.55000	1.02
		Festiva Maxima	1.15000	0.69
		Florence Nicholls	1.17910	0.70
16	13 nov	Sarah Bernhardt	1.06380	0.60
17	16 nov	Sarah Bernhardt	1.19190	0.70
precios promedio Temporada 2012/2013			1.17651	0.72

En el caso de las peonías herbáceas, es claro que su precio es menor, pero dentro de las tempranas la variedad Paicher alcanza un precio sobre US\$ 1 y viene a complementar la producción de la variedad muy tardía como es la variedad Jin Zhi de color naranja. La única variedad que superó en precio a las peonías arbustivas fue la variedad Duchesse de Nemours con un precio promedio/vara de US\$ 1.55, durante la primera semana de noviembre.

En el Cuadro 4.2.4, se presenta un resumen con el total de varas enviadas y vendidas, número de cajas, US\$, tasa de cambio y liquidación final en pesos chilenos.

Cuadro 4.2.4. Cuadro resumen con el total de varas enviadas, vendidas, número de cajas, US\$ recibidos, tasa de cambio y liquidación final.

Temporada	varas enviadas	varas vendidas	número cajas	total venta US\$	*total venta US\$ final	tasa/cambio promedio	liquidación CH\$
2012/2013	7.545	7.410	54	10.535.08	8.517.73	477.41	4.068.326
2013/2014	13.655	13.655	95	17.602.10	6.619.62	525.30	7.409.056

*total venta final, corresponde a la venta total menos los gastos de exportación y mas el IVA que es devuelto al productor.

Como se puede observar en el Cuadro 4.2.4, a medida que aumenta el número de varas exportadas disminuyen los gastos de exportación. Otro factor que influye en forma notoria en la liquidación final, es el precio del dólar.

OBJETIVO ESPECIFICO 5

Análisis económico de la producción de peonías arbustivas.

ACTIVIDADES

5.1. Registro de costos

El registro de costos se presenta en el Anexo VI.

5.2. Determinación del costo de producción/vara

Los costos de producción de las varas de exportación corresponden al manejo de la plantación desde la poda (entrada en dormancia) hasta la fecha de cosecha (mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre), aunque en rigor debiera incluir también los meses de noviembre a abril para completar el ciclo.

En el Cuadro 5.2.1, se presentan los costos de producción y preparación de las varas para su exportación, de acuerdo a lo registrado en la Ficha Técnica del Cultivo para los meses indicados.

Cuadro 5.2.1. Gastos por mes para la producción, cosecha y comercialización de varas de exportación de peonías arbustivas, (mayo a octubre 2012)

mes	gastos/mes (\$)
mayo	392.200
junio	652.670
julio	416.886
agosto	549.703
septiembre (cosecha)	1.466.066
octubre (cosecha)	1.357.196
total	4.834.721

De acuerdo al Cuadro 5.2.1, se puede observar que los costos de producción, cosecha y post-cosecha que forman parte del proceso de exportación presentan un total de \$4.834.721.

Durante la primera exportación en la temporada 2012/2013 se comercializaron 7.505 varas, lo que da un costo, de producción, cosecha y post-cosecha hasta el embarque en el aeropuerto, por vara exportada de CH\$644. Si se considera una tasa de cambio promedio de CH\$477/USD, entonces el costo/vara vendida fue de USD 1.35.

En el caso de la temporada 2013/2014 con 13.655 varas comercializadas en el mercado estadounidense, el costo/vara vendida fue de \$ 354. La tasa de cambio promedio fue de CH\$ 525/USD, lo que da un costo final por vara vendida de USD 0.67.

5.3. Selección de las mejores variedades

A pesar de que todas las variedades son de una espectacular belleza, en el Cuadro 5.3.1, se puede observar el grado de productividad de cada una de ellas durante la Temporada 2012/2013. Este índice está basado en el número de varas comerciales/planta. Este análisis no pudo ser hecho para la Temporada 2013/2014 debido a la pérdida de la producción de la mayoría de las variedades por la heladas tardías del año 2013.

Cuadro 5.3.1. Productividad (número de varas comerciales/planta) por variedad a la cosecha durante la temporada 2012/2013.

Variedad	Productividad (número varas comerciales/planta)
Dan Feng (blanca)	8.3
Bai Yuan Hong Zia (rojo magenta)	7.8
High Noon (amarilla)	5.9
Shou An Hong (púrpura)	1.3
Mo Su (púrpura oscuro)	0.7
Luo Yang Hong (rojo)	0.7
Jin Zhi/Chromatella (naranja)	0.7
Zi Hong Zheng Yan (púrpura)	0.5
Yao Huang (blanca)	0.5
Jin Gui Piao Xiang/Golden Smell (blanca)	0.5
Wu Jin Yiao Hui (púrpura oscuro)	0.2
Jin Xiu Qiu (rojo púrpura)	0.1

Aún cuando es real que hay algunas variedades de una baja productividad, fundamentalmente porque no se obtienen varas comerciales por su largo, también hay otras que presentan una baja productividad debido a la cantidad de varas abortadas, durante la primera temporada de exportación.

Dentro de las variedades que presentaron una baja productividad pero que tienen un gran potencial, son las variedades blancas Yao Huang y Golden Smell por el largo de vara y porque son muy requeridas por las novias. También presenta una gran demanda la variedad Chromatella por su color naranja y por la oportunidad de cosecha, ya que llega a Estados Unidos para la fiesta de Halloween. Finalmente, como se comprobó en la Temporada 2013/2014, la variedad Zi Hong Zheng Yan, a pesar de tener una vara de 15 cm en promedio, alcanza un alto valor debido a la inexistencia de peonías en el mercado.

OBJETIVO ESPECIFICO 6

Establecer el protocolo de propagación vegetativa para peonías arbustivas

ACTIVIDADES

En un principio, en la formulación del proyecto se había propuesto establecer un protocolo de propagación a partir de estacas, lo que estaría a cargo del Laboratorio de Ciencias Vegetales de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sin embargo, tomando en consideración la literatura, la visita a productores chinos y posteriormente la visita del Profesor Aoki a la plantación (noviembre 2013), se decidió utilizar la división de coronas e injerto, que son los métodos masivos de propagación de esta especie.

Cuadro 5.3.1. Productividad (número de varas comerciales/planta) por variedad a la cosecha durante la temporada 2012/2013.

Variedad	Productividad (número varas comerciales/planta)
Dan Feng (blanca)	8.3
Bai Yuan Hong Zia (rojo magenta)	7.8
High Noon (amarilla)	5.9
Shou An Hong (púrpura)	1.3
Mo Su (púrpura oscuro)	0.7
Luo Yang Hong (rojo)	0.7
Jin Zhi/Chromatella (naranja)	0.7
Zi Hong Zheng Yan (púrpura)	0.5
Yao Huang (blanca)	0.5
Jin Gui Piao Xiang/Golden Smell (blanca)	0.5
Wu Jin Yao Hui (púrpura oscuro)	0.2
Jin Xiu Qiu (rojo púrpura)	0.1

Aún cuando es real que hay algunas variedades de una baja productividad, fundamentalmente porque no se obtienen varas comerciales por su largo, también hay otras que presentan una baja productividad debido a la cantidad de varas abortadas, durante la primera temporada de exportación.

Dentro de las variedades que presentaron una baja productividad pero que tienen un gran potencial, son las variedades blancas Yao Huang y Golden Smell por el largo de vara y porque son muy requeridas por las novias. También presenta una gran demanda la variedad Chromatella por su color naranja y por la oportunidad de cosecha, ya que llega a Estados Unidos para la fiesta de Halloween. Finalmente, como se comprobó en la Temporada 2013/2014, la variedad Zi Hong Zheng Yan, a pesar de tener una vara de 15 cm en promedio, alcanza un alto valor debido a la inexistencia de peonías en el mercado.

OBJETIVO ESPECIFICO 6

Establecer el protocolo de propagación vegetativa para peonías arbustivas

ACTIVIDADES

En un principio, en la formulación del proyecto se había propuesto establecer un protocolo de propagación a partir de estacas, lo que estaría a cargo del Laboratorio de Ciencias Vegetales de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sin embargo, tomando en consideración la literatura, la visita a productores chinos y posteriormente la visita del Profesor Aoki a la plantación (noviembre 2013), se decidió utilizar la división de coronas e injerto, que son los métodos masivos de propagación de esta especie.

Por esta razón se reformularon las actividades en:

- división de coronas,
- injerto de yemas en raíces tuberosas de peonías arbustivas,
- injerto de yemas en raíces tuberosas de peonías herbáceas (Método japonés) y
- peonías arbustivas injertadas en el cuello de plantas de *Paeonia ostii* propagadas por semillas (Método chino).

6.1. División de coronas

La división de coronas de las peonías arbustivas es una actividad común entre productores y los horticultores que se dedican a la propagación de plantas ornamentales, sin embargo, su principal inconveniente es su baja tasa de propagación, obteniéndose entre 2 y 3 plantas hijas, (Figura 6.1.1).

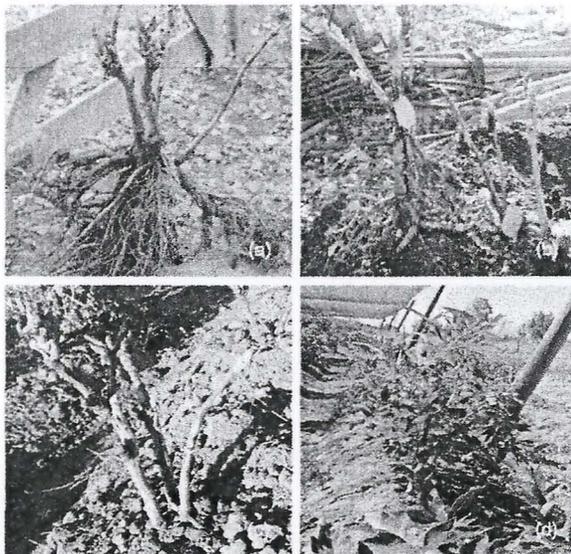


Figura 6.1.1. Secuencia de la división de corona de una peonía arbustiva de dos años en tres plantas hijas, (14 de mayo de 2012), (a): planta recién levantada, (b): división y desinfección, (c): planta hija establecida, (d): plantas establecidas en primavera (2012).

La Figura 6.1.1, muestra la secuencia que seguida en la división de plantas. Se desenterraron 5 plantas de la variedad Jin Zhi (5) y se dividieron en 3 plantas hijas cada una obteniéndose 15 plantas hijas en total, que fueron establecidas al aire libre (Figura 6.1.1, a, b, c). Las heridas ocasionadas deben ser tratadas con una solución desinfectante antes de que las coronas hijas sean establecidas. La división se evaluó en la primavera siguiente (septiembre de 2012) observándose un 100% de prendimiento, (Figura 6.1.1, d).

6.2. Injerto

Injerto se define como el arte de unir dos piezas de tejido vegetal vivo de tal manera que ellas puedan crecer y desarrollarse como una sola planta compuesta por dos partes: el injerto que llega a ser el nuevo sistema aéreo y el portainjerto que pasa a constituir el nuevo sistema de raíces.

El injerto está compuesto de una pieza de tamaño reducido obtenida de la planta madre que contiene una o más yemas en dormancia, esta pieza cuando se une al portainjerto constituye la parte superior de la nueva planta y dará origen a los nuevos tallos o ramas. El injerto constituye la variedad que se quiere propagar y debe estar libre de enfermedades y pestes. El portainjerto, es la parte inferior de la nueva planta y pasa a formar el nuevo sistema de raíces. El portainjerto puede ser una plántula, una estaca enraizada o cualquier otro órgano capaz de enraizar rápidamente como es el caso de las raíces tuberosas de las peonías herbáceas.

6.2.1. Injerto sobre raíces tuberosas de peonías arbustivas

El tipo de injerto más adecuado para las peonías arbustivas y herbáceas es el injerto de raíz, utilizando como portainjerto raíces tuberosas de peonías herbáceas y de peonías arbustivas (Hartmann et al., 2002. Li et al., (2005), indica que se pueden utilizar indistintamente raíces de peonías herbáceas o arbustivas como portainjerto. Si se usan raíces de peonías herbáceas, la tasa de sobrevivencia es más alta y las plantas hijas crecen rápidamente, pero tienen la desventaja de ser muy frágiles y quebradizas y las plántulas necesitan un mayor tiempo de recuperación después del trasplante. Por otro lado, si se usan raíces de peonías arbustivas como portainjerto la tasa de sobrevivencia es baja y las plantas hijas crecen lentamente, pero su sistema radicular es muy grande lo que hace que las plantas se recuperen rápidamente después del trasplante.

A su vez, el Profesor Aoki en su visita a Marchigüe (2013), indicó que las características de este método de propagación, especialmente utilizando raíces de peonías herbáceas del tipo simple porque enraízan más rápido, son una alta sobrevivencia y un rápido crecimiento. Durante la temporada 2011/2012 se ensayó utilizando los dos tipos de raíces.

Preparación injerto o púa

Las yemas a injertar corresponden a la variedad Shou An Hong (9), variedad productiva y las características de las púas fueron las siguientes:

- provenir de un tallo anual fuerte
- largo 10 cm
- una yema terminal o 1 a 2 yemas laterales
- corte basal en bisel (3 a 4 cm)

Preparación portainjerto

Como portainjertos se utilizaron 15 raíces de peonía arbustiva cv. Chromatella (5) y 15 raíces de peonía herbácea cv. Seraphim. El procedimiento fue el siguiente:

- se eligieron raíces tuberosas de 1.5 a 2 cm de diámetro
- las raíces óptimas son aquellas de no más de 2 años (no viejas)
- cortar parte superior en forma plana
- en la parte plana hacer un corte vertical un poco más largo que el injerto con forma de cuña
- aplicar pasta desinfectante y cicatrizante a los cortes efectuados tanto en el injerto como en el portainjerto
- insertar el injerto (en forma de cuña) en el corte del portainjerto
- asegurar el contacto entre los tejidos y “vendar” con cinta de amarre plástica.

En la Figura 6.2.1, se muestra el procedimiento seguido en el proceso de injertar peonías arbustivas cv. Shou An Hong (9):

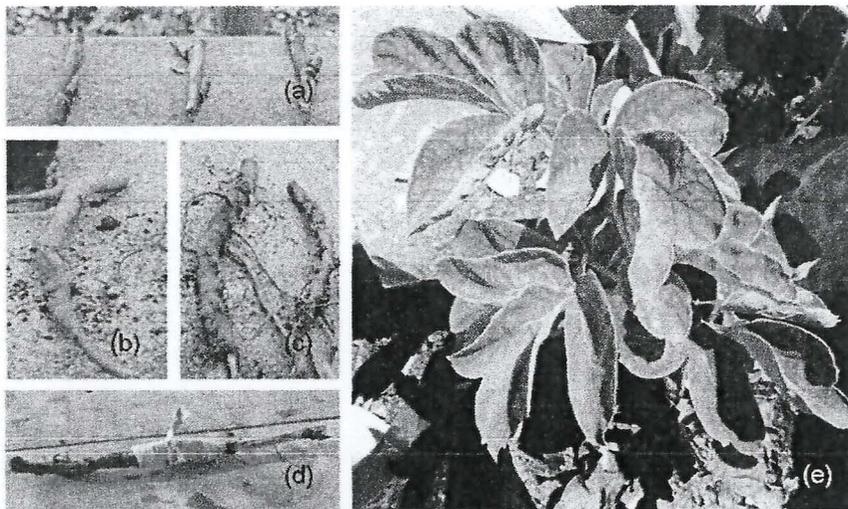


Figura 6.2.1. (a): vástagos o púas listas para ser injertadas (cv. Shou An Hong), (b): raíz de peonías herbácea cv. Seraphim (c): raíces de peonía arbustiva (cv. Jin Zhi) de 2 años, (d): injerto terminado, (e): planta injertada de un año.

De acuerdo al Profesor Aoki (2013), en este procedimiento hay tres errores que pueden explicar la escasa sobrevivencia obtenida, de los 30 injertos solo sobrevivió una planta injertada sobre raíz de peonía herbácea (cv. Seraphim). Uno, fue tratar con pasta desinfectante pero también cicatrizante los tejidos que se pusieron en contacto para que se unieran, otro, fue utilizar para fijar el injerto cinta plástica, que se usa en los injertos aéreos, es decir el plástico no es degradable y por lo mismo impidió el normal desarrollo de la formación de nuevos tejidos bajo el injerto y finalmente, las yemas injertadas quedaron al aire.

6.2.2. Injerto sobre raíces tuberosas de peonías herbáceas

En la temporada correspondiente a mayo 2013, se colectaron para portainjerto raíces de la peonía herbácea tipo simple cv. Krinkled White. Luego, se colectaron púas o vástagos de todas las variedades de peonías arbustivas y los injertos terminados fueron establecidos en una cajonera de 40 cm de alto y 150 cm de largo y 60 cm de ancho y tapados con malla antihelada. Esta permitió un mejor manejo de la humedad del suelo, a diferencia de la temporada anterior (mayo 2012) en que cada injerto se estableció en una bolsa individual y protegidos bajo plástico en un pequeño invernadero construido para estos fines, (Figura 6.2.2).

La cajonera y las bolsas fueron llenadas con una mezcla de tierra de hoja y suelo en proporción 1:1. A partir de la temporada 2012/2013 el objetivo fue insistir en los injertos de peonías arbustivas en raíces de variedades simples de peonías herbáceas, dejando de lado el injerto de *Paeonia suffruticosa* And. en raíces de su misma especie.

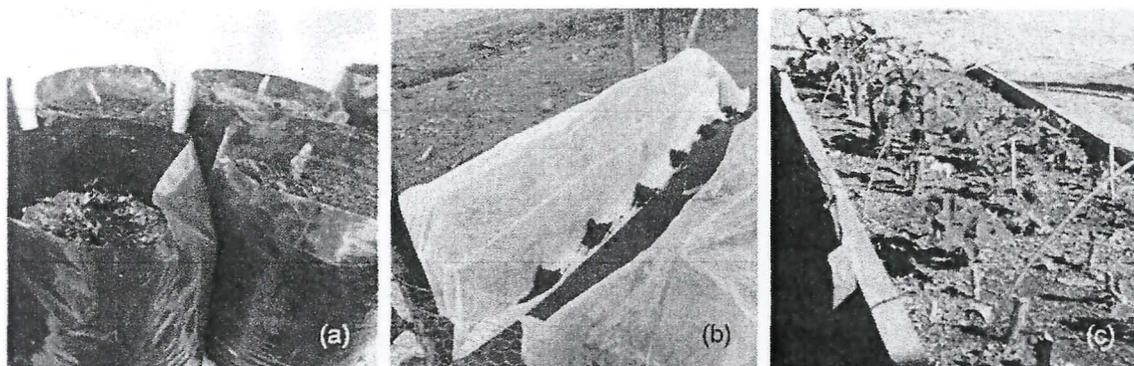


Figura 6.2.2. (a): establecimiento de los injertos en bolsas (mayo 2012), (b) en cajonera (mayo 2013), (c): resultados observados en abril 2014.

Durante el establecimiento de los injertos en cajonera en mayo de 2013 no se aplicó cicatrizante a los tejidos en contacto y los resultados obtenidos a noviembre de 2013, se presentan en el Cuadro 6.2.1.

Cuadro 6.2.1. Porcentaje de prendimiento (%) de los injertos de yema de las variedades de peonías arbustivas establecidas utilizando como portainjerto raíz de peonía herbácea cv. Krinkled White.

Variedad/cultivar	Prendimiento (%)
Yao Huang (1)	71.4
Jin Gui Piao Xiang (2)	57.1
Dan Feng (3)	28.6
Hai Huang (4)	71.4
Jin Zhi (5)	42.9
Wu Jin Yiao Hui (6)	28.6
Mo Su (7)	57.1
Zi Hong Zhen Yang (8)	28.6
Shou An Hong (9)	14.3
Jin Xiu Qiu (10)	71.4
Bai Yuan Hong Zia (11)	0
Luoyang Hong (12)	14.3

Aún cuando existe un buen pronóstico por los resultados obtenidos en las variedades Yao Huang (1), Hai Huang (4) y Jin Xiu Qiu (10) con un 71.4% de prendimiento, hay que esperar los resultados reales durante la primavera de 2014.

Las condiciones para obtener una alta sobrevivencia al injertar peonías arbustivas sobre raíces herbáceas han sido señaladas por Egawa, Shibasawa y Aoki (2013), partiendo por indicar los útiles y materiales necesarios, (Figura 6.2.3)

Los útiles para llevar a cabo los injertos son los que se muestran en la Figura 6.2.3:

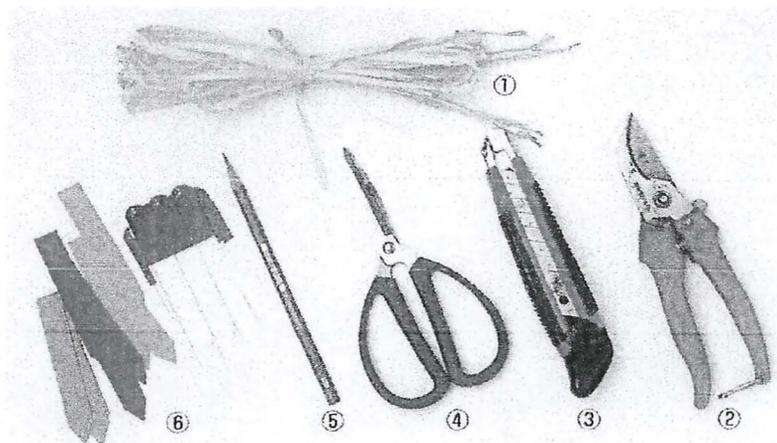


Figura 6.2.3. Materiales necesarios en el momento de injertar. (1): rafia, cáñamo, yute u otro material biodegradable para amarrar el injerto, (2): tijeras de podar, (3): cuchillo cartonero muy afilado, (4): tijeras para corte, (5): lápices, (6): marcadores, (Egawa, Shibasawa y Aoki, 2013).

Por otra parte, las características de las púas de peonías arbustivas y las raíces de peonías herbáceas, para ser injertadas, se pueden observar en la Figura 6.2.4.

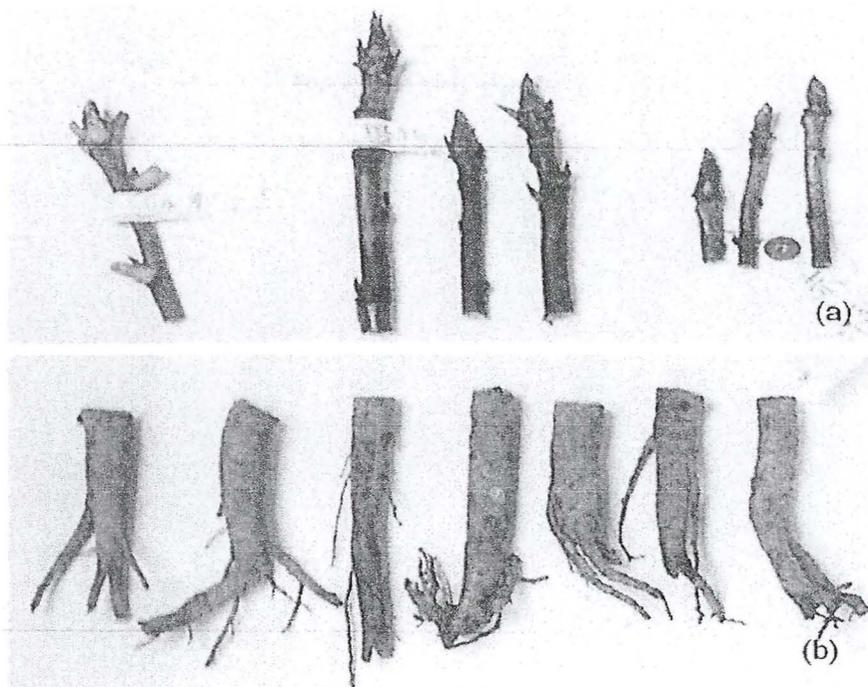


Figura 6.2.4. Elección de púas y portainjerto, (a): vástagos o púas de peonías arbustivas, se recomienda usar yemas terminales tomadas de las ramas podadas en el otoño, (b): raíces de peonías herbáceas utilizadas como portainjertos, el tamaño debe ser el de un dedo, (Egawa, Shibasawa y Aoki, 2013).

Dentro de las condiciones más importantes están, que los vástagos o púas tengan yemas terminales obtenidos de la poda de otoño y que el portainjerto sea una raíz joven de peonía herbácea del grosor de un dedo y con un largo de 10 a 15 cm.

El procedimiento que debe seguirse para preparar el portainjerto (raíz de peonía herbácea simple) y las yemas (púas) de las peonías arbustivas que van a ser injertadas (Figura 6.2.5), es el siguiente:

Preparación del portainjerto

- la raíz debe ser limpiada en su borde apical con un corte horizontal
- luego hacer una hendidura en forma de cuña que pueda contener al injerto

Preparación injerto

- con el cuchillo cartonero hacer un corte en bisel que deje al descubierto los tejidos
- también se debe cortar el borde superior

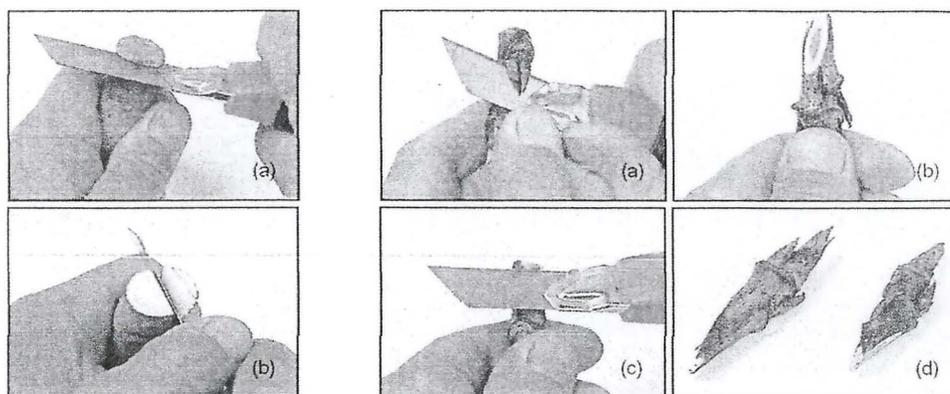


Figura 6.2.5. Izquierda: Preparación del portainjerto, (a): tome la raíz de peonía herbácea elegida (tamaño de un dedo) y haga un corte horizontal, (b): con el cuchillo cartonero haga una hendidura en forma de cuña donde será insertado el injerto. Derecha: Preparación del injerto, (a y b): en la púa donde se encuentra la yema haga un corte limpio en bisel que deje al descubierto los tejidos interiores, (c): en el caso de una yema lateral, de vuelta la púa y corte el borde superior, (d): púas o injertos terminados, (Egawa, Shibasawa y Aoki, 2013).

En la Figura 6.2.6, se presenta la secuencia a seguir para que el injerto presente una alta sobrevivencia:

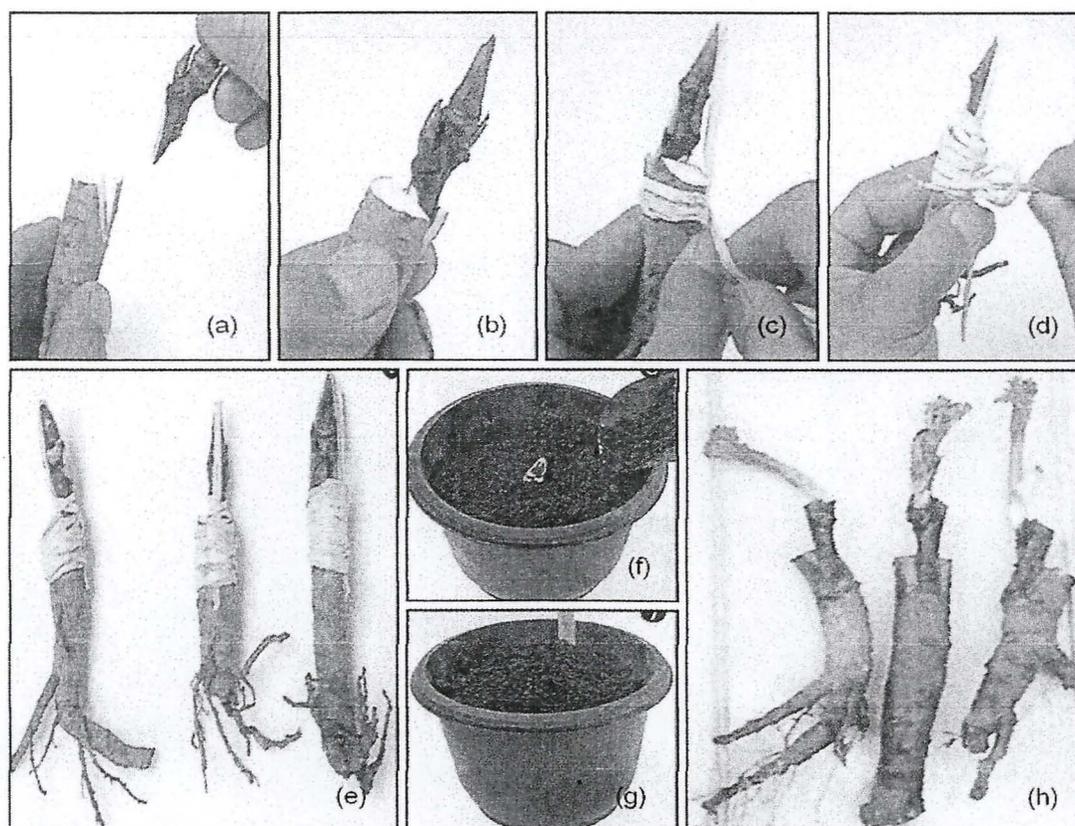


Figura 6.2.6. Procedimiento. (a): inserte la púa en la hendidura de la raíz, (b): calce los tejidos de la púa y del portainjerto correctamente, (c y d): una el injerto con el portainjerto con un material biodegradable amarrando firmemente, (e): injertos terminados, (f y g): entierre el injerto y cúbralo totalmente con la tierra o sustrato húmedo, (h): injertos de un año, (Egawa, Shibasawa y Aoki, 2004).

La secuencia descrita en la Figura 6.2.6, es la siguiente:

- inserte la púa en la hendidura de la raíz
- calce los tejidos de la púa con los de la raíz
- una los tejidos con un material biodegradable amarrando fuertemente
- entierre el injerto y cúbralos completamente con tierra o sustrato húmedo

6.2.3. Injerto de base en plantas de *Paeonia ostii* (portainjertos) obtenidas a partir de semillas

Para iniciar esta actividad, se cosechó la semilla de las plantas de 2 años de la variedad Dan Feng (*Paeonia ostii*) en febrero de 2013 para ser sembradas de inmediato y evitar su dormancia y luego se siguió la metodología propuesta por Li et al. (2005).

Se preparó una cama de semillas en una cajonera de 40 cm de alto y 150 cm de largo y 60 cm de ancho llena con una mezcla de suelo y tierra de hojas en una proporción 1:1 con una humedad a capacidad de campo. Antes de ser sembradas, las semillas fueron remojadas en una solución de 500 mg GA₃/litro de agua por 12 horas para luego ser sembradas en hileras separadas a 5 cm, a una profundidad entre 5 y 6 cm.

Una vez efectuada la siembra, la cama de semilla fue cubierta con plástico y 2 a 3 cm de tierra suelta encima de la cubierta para conservar la humedad del suelo.

A fines de invierno (2013), cuando la temperatura comienza a subir y se observan las primeras semillas germinada, la cubierta fue levantada (agosto 2013) y reemplazada por malla antihelada hasta fines de septiembre. Una vez que empezaron las altas temperaturas, el lugar se sombreó con malla raschel al 30%.

En la Figura 6.2.7, se presenta la secuencia de crecimiento y desarrollo de las plántulas desde la siembra hasta cumplir un año, (febrero 2014).

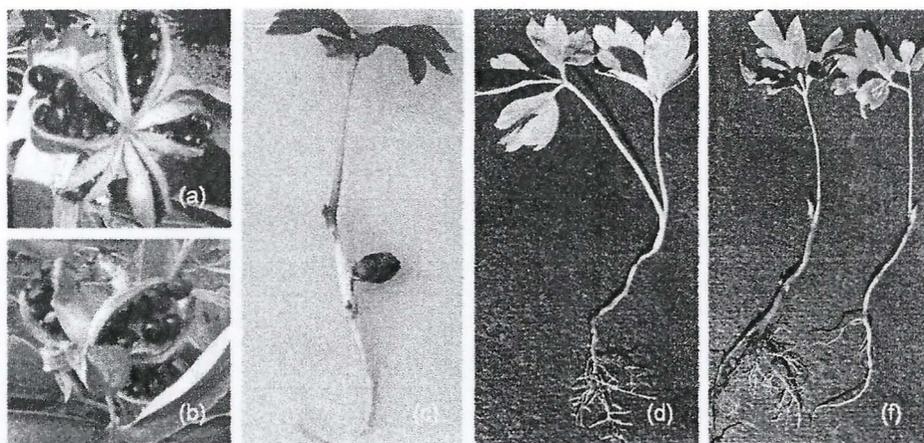


Figura 6.2.7. (a): semillas maduras de *Paeonia ostii* producidas en Marchigüe, (b): semillas a punto de caer, las vainas abiertas se curvan hacia atrás y la cabeza apunta hacia el suelo, (c): plántula recién germinada, plántula de 6 meses, (d) plántula de 10 meses, (f) plántula de un año, (Li et al., 2005).

Al cabo de un año después de ser sembradas en las condiciones de Marchigüe (Secano Interior), se observa una población correspondiente a un 95% de germinación (Figura 6.2.8 a) y las plántulas presentan 3 hojas y una raíz de 10 cm, (Figura 6.2.8 b).



Figura 6.2.8. (a): germinación de las semillas establecidas, (b): plántula de un año con tres hojas y una raíz de 10 cm.

Li et al. (2005), indican que las plántulas provenientes de semillas utilizadas como portainjertos pueden producir un alto número de injertos de forma simple y económica en la medida de que se tenga cuidado en utilizar material homogéneo. El sistema radicular de las plántulas tiende a ser más profundo y queda fuertemente anclado, a diferencia de los portainjertos provenientes de estacas de raíz.

Para que las plántulas lleguen a ser utilizadas como portainjerto deben tener al menos dos años, cuando su cuello tenga el diámetro suficiente para contener el injerto.

OBJETIVO ESPECIFICO 7

Transferir y divulgar los resultados obtenidos

ACTIVIDADES

Para transferir y divulgar los resultados obtenidos y también para adquirir nuevos conocimientos que permitieran un mejor manejo del cultivo, durante el desarrollo del Proyecto se planificaron tres Días de Campo y además se recibió la visita de la Dra. Rina Kamenetsky y la visita del Dr. Noriaki Aoki, experto en el cultivo de peonías arbustivas como flores de corte.

7.1. Días de campo

Primer día de campo, 4 de octubre de 2011

De acuerdo a lo indicado en el Plan Operativo, durante la Temporada 2011/2012 el día 4 de octubre de 2011 se realizó el primer Día de Campo en el Fundo La Encierra en Marchigüe. La invitación se presenta en la Figura 7.1.1.

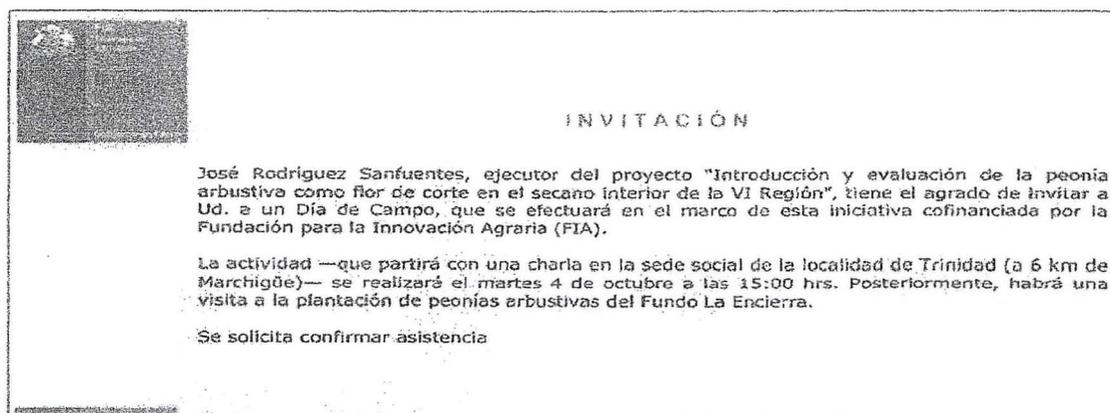


Figura 7.1.1. Invitación primer Día de Campo en Marchigüe, (Secano Interior, VI Región), 4 de octubre de 2011.

La actividad consistió, en primer lugar, en una presentación audiovisual por parte de la Coordinadora Alterna en la Sede Vecinal de Trinidad. En esta presentación, se analizaron los fundamentos y los resultados obtenidos a la fecha del Proyecto FIA "Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región" y se aclararon las dudas de los participantes en el manejo del cultivo.

Luego, los asistentes se trasladaron a la plantación de peonías arbustivas para discutir en terreno las características de las variedades establecidas y el desarrollo de la plantación. Finalmente, una vez terminada la

actividad se invitó a los presentes a una colación junto a la plantación, en la que se pudieron intercambiar experiencias y conversar animadamente. En la Figura 7.1.2, se presentan algunas imágenes de dicha actividad.



Figura 7.1.2. Actividades realizadas por los participantes en el primer Día de Campo del 4 de octubre de 2012.

Los asistentes a esta actividad fueron 25 y entre ellos había académicos, comercializadores, viveristas y productores de peonías herbáceas.

Segundo Día de Campo, 25 de octubre de 2012

Durante la Temporada 2012/2013 se realizó el segundo Día de Campo que tuvo como objetivo dar a conocer los resultados de la primera exportación de peonías arbustivas al hemisferio norte.

La actividad consistió, en primer lugar, en una presentación audiovisual por parte de la Coordinadora Alterna en la Sede Vecinal de Trinidad. En esta presentación, se analizaron los fundamentos y los resultados obtenidos a la fecha del Proyecto FIA “Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región” y se aclararon las dudas de los participantes en el manejo del cultivo.

Luego, los asistentes se trasladaron a la plantación de peonías arbustivas para discutir en terreno las características de las variedades establecidas y el desarrollo de la plantación. Finalmente, una vez terminada la actividad se invitó a los presentes a una colación junto a la plantación.

Debido a que durante la temporada 2012/2013 se realizó la primera exportación, el Día de Campo se realizó muy tarde en la temporada, coincidiendo con la entrada en cosecha de las peonías herbáceas lo que imposibilitó la asistencia de productores.

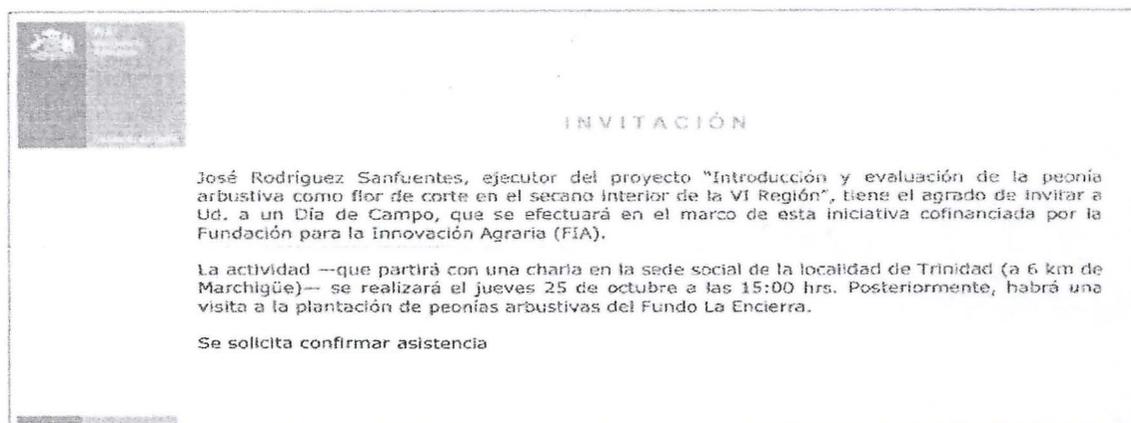


Figura 7.1.3. Invitación segundo Día de Campo en Marchigüe, (Secano Interior, VI Región), 25 de octubre de 2012.

En esta temporada los resultados presentados en el Día de Campo fueron los correspondientes a la actividad de cosecha y exportación, junto a los de productividad por variedad.

En la Figura 7.1.4, se presentan los colores obtenidos en las peonías arbustivas y el estado de la plantación después de la cosecha cuando fue visitado por los asistentes al tercer Día de Campo.

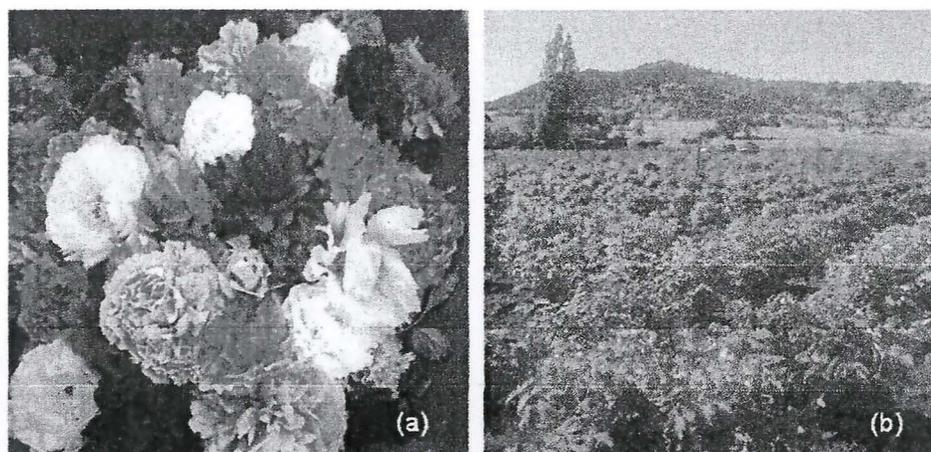


Figura 7.1.4. (a): colores obtenidos a la cosecha de las peonías arbustivas durante la temporada 2012/2013 y el estado de la plantación después de la cosecha

Tercer Día de Campo, 26 de septiembre de 2013

Durante la Temporada 2013/2014 se realizó el último Día de Campo establecido en el Plan Operativo del Proyecto FIA "Introducción y evaluación de la peonía arbustiva como flor de corte en el Secano Interior de la VI Región", que tuvo como objetivo dar a conocer los resultados finales obtenidos entre abril de 2009, con la preparación de suelos hasta septiembre de 2013 con la segunda exportación.

En la Figura 7.1.5, se presenta la invitación a la actividad:

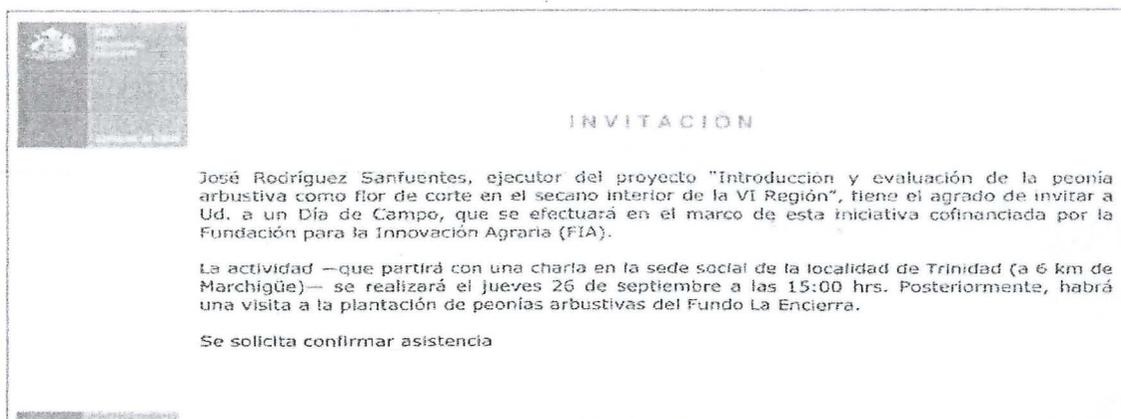


Figura 7.1.5. Invitación Día de Campo en Marchigüe, (Secano Interior, VI Región), 26 de septiembre de 2013.

La actividad consistió, como en las temporadas anteriores, en una presentación audiovisual por parte de la Coordinadora Alterna en la Sede Vecinal de Trinidad, en la que se intercambiaron ideas y se aclararon las dudas de los participantes en el manejo del cultivo. Luego, debido a que se estaba cosechando, los asistentes se trasladaron a la plantación de peonías arbustivas para discutir en terreno las características de las variedades establecidas y el desarrollo de los procesos de cosecha, post-cosecha y exportación a Estados Unidos.

Finalmente, una vez terminada la actividad se invitó a los presentes a una colación junto a la plantación. En este último día de campo del Proyecto, la asistencia fue muy numerosa con un total de 70 personas. Participaron, además del equipo perteneciente al Fundo "La Encierra", académicos, comercializadores, viveristas, productores de peonías herbáceas y un gran número de pequeños productores, de los cuales 30 pertenecían al Prodesal de Hijuelas a cargo de la Jefe Técnico Yasna Meneses y 18 pertenecían al Prodesal de Quintero a cargo del Jefe Técnico Ing. Agr. Abel Vargas Fuentes.

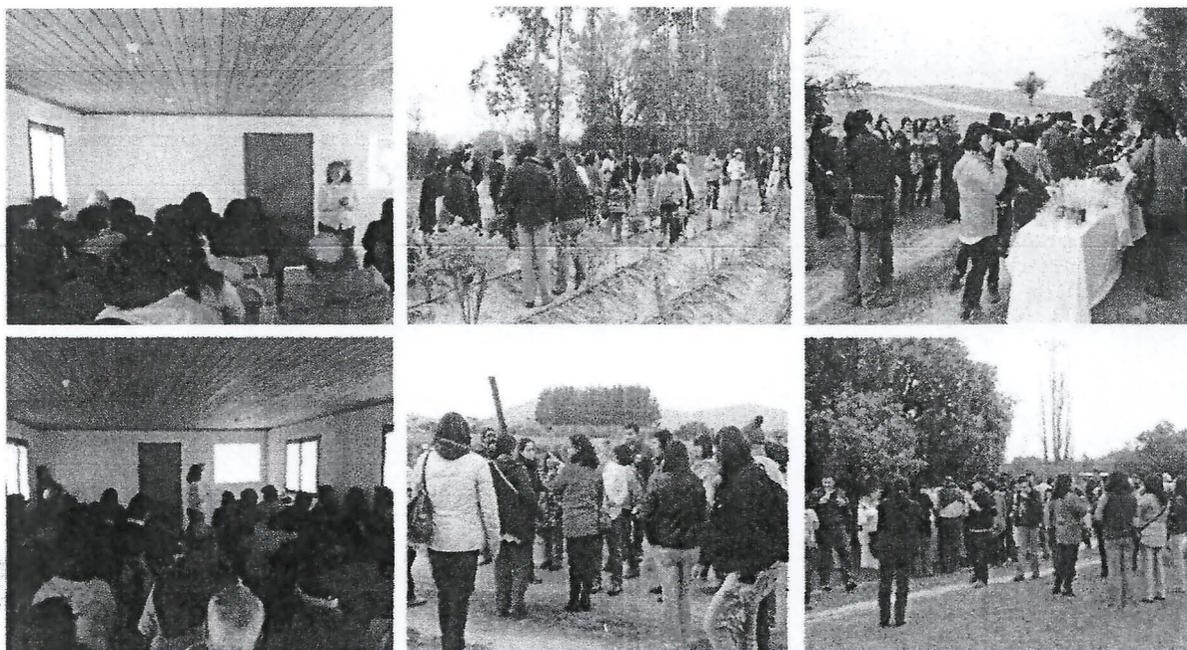


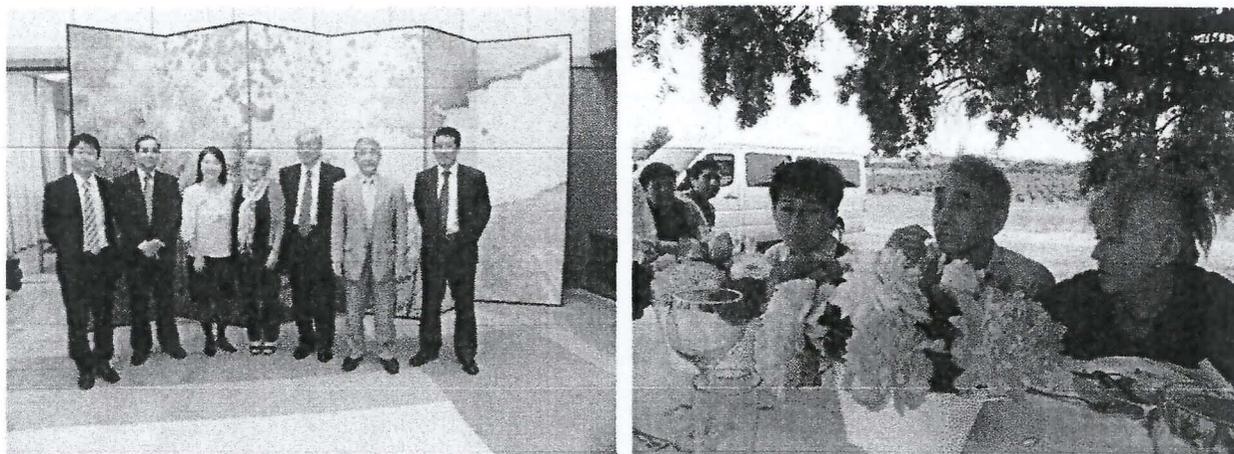
Figura 7.1.6. Actividades realizadas por los participantes en el último Día de Campo (26 de septiembre de 2013)..

Otras actividades de divulgación

Visita Dra. Rina Kamenetsky



Visita Dr. Noriaki Aoki



7.2 BOLETIN TECNICO

LAS PEONIAS ARBUSTIVAS COMO FLORES DE CORTE

Actualmente, el cultivo de las peonías herbáceas en el país presenta una oferta de flores en contraestación con el hemisferio norte desde fines de octubre a enero. Con la introducción del cultivo de la peonía arbustiva como flor de corte sería posible ampliar esta oferta desde agosto a enero dado los menores requerimientos de frío de esta especie.

Dado los mayores requerimientos de frío de las peonías herbáceas, el mercado en el hemisferio norte queda desabastecido de peonías entre agosto y principios de octubre, produciéndose una ventana de comercialización entre agosto y octubre en la que las peonías tendrían un alto valor debido a la escasez de peonías en el mercado internacional, (Figura 1).

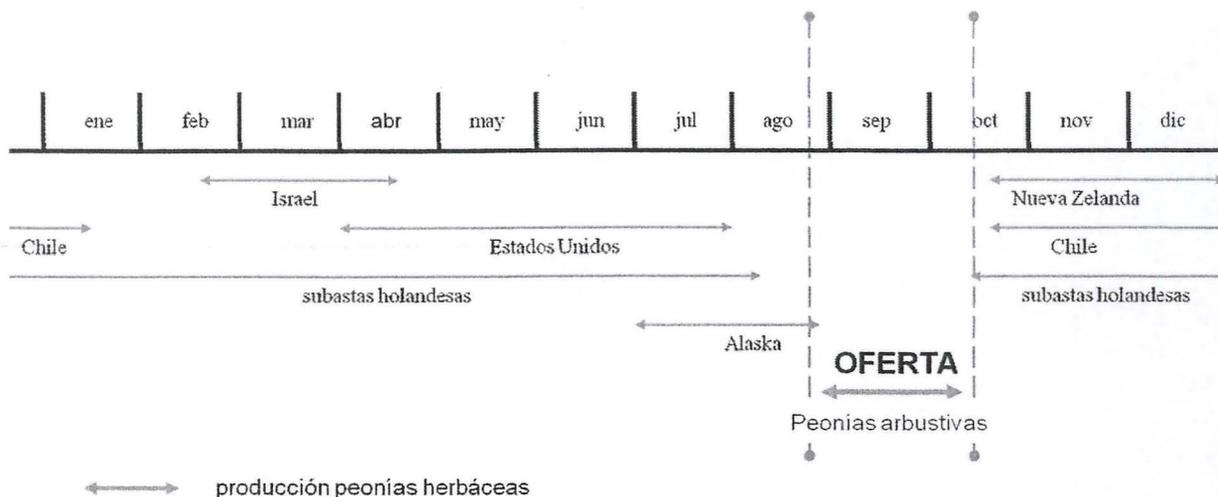


Figura 1. Ventana de comercialización para las peonías arbustivas.

Las peonías arbustivas son originarias exclusivamente de China a diferencia de las especies de peonías herbáceas, cuyo origen puede encontrarse en América del Norte, Europa, Asia y África. Fundamentalmente, las dos especies se diferencian morfológicamente, en que las estructuras aéreas de las peonías herbáceas mueren cada año en otoño y luego brotan nuevamente cada primavera desde su corona o tallo subterráneos. Las peonías arbustivas por su parte, desarrollan tallos leñosos y se comportan como un arbusto que puede alcanzar una altura de 2 metros con una copa de 3 metros de diámetro. Otra diferencia, es que las peonías arbustivas no secretan la goma azucarada que secretan las peonías herbáceas cuando el botón se acerca a la cosecha.

En la Figura 2, se presenta una comparación general entre yemas, hojas, botones, flores y semillas de las peonías herbáceas (línea superior) con las peonías arbustivas (línea inferior). Hay que recordar que ambos tipos de peonías presentan raíces tuberosas.

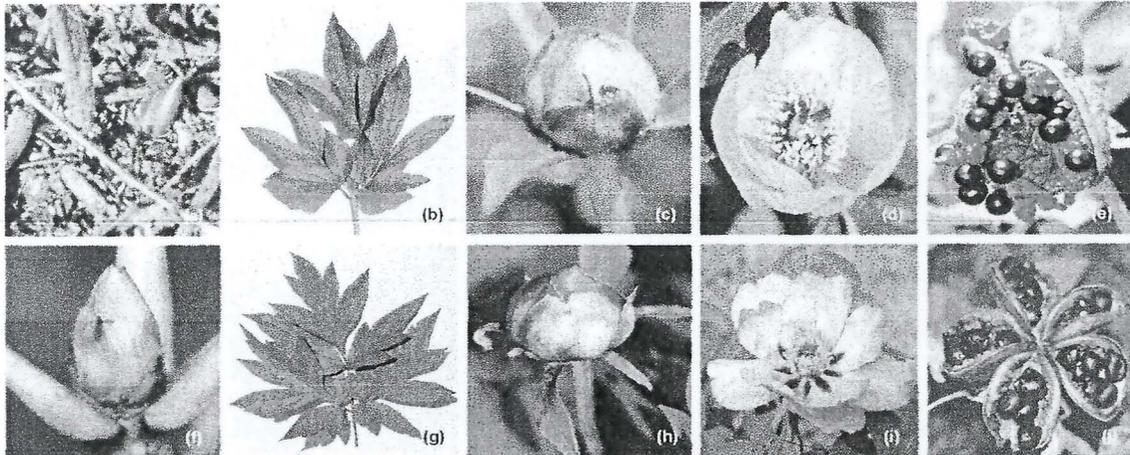


Figura 2. Comparación entre yema, hoja, botón, antesis y semillas en peonías herbáceas, (a), (b), (c), (d), (e) y peonías arbustivas, (f), (g), (h), (i), (j), (Good, 1998).

La diferencia más importante entre ambas especies se encuentra en la ubicación y luego aparición de las yemas. En las peonías herbáceas las yemas provienen de su tallo subterráneo o corona, que emite sus yemas en la base de los tallos anuales bajo la superficie del suelo y en las peonías arbustivas, las yemas también nacen en la inserción de los tallos anuales, pero éstos se encuentran ubicados en forma aérea a largo de los tallos leñosos, (Figura 2).

En todo caso, a pesar que en las peonías herbáceas las yemas no se observan hasta su aparición sobre la superficie a finales de invierno, se forman al igual que en las peonías arbustivas después de la antesis.

Otra diferencia es que las peonías arbustivas presentan menores requerimientos de frío para quebrar su dormancia y por lo tanto florecen antes que las peonías herbáceas en un mismo ecosistema.

LOCALIZACION DE LAS PLANTACIONES

CONDICIONES DE CLIMA

Las condiciones de clima determinan, entre otros procesos, la época de floración de las peonías arbustivas por lo tanto contar con los datos climáticos es muy importante para el manejo del cultivo. La información climática se puede obtener de una Estación Meteorológica muy elemental (Figura 3), instalada en el lugar de la plantación o de la Estación Meteorológica más cercana.

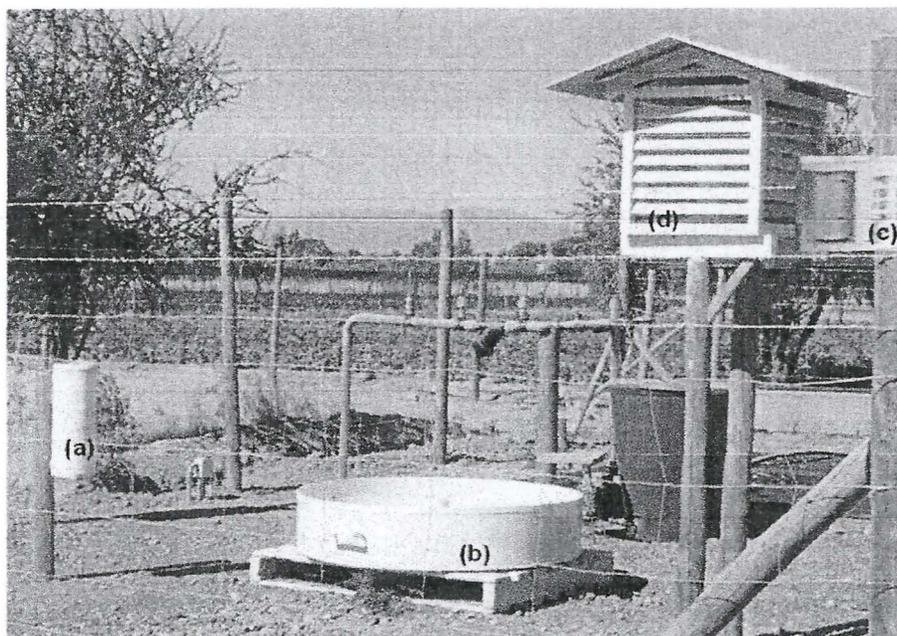


Figura 3. Instrumentos necesarios para llevar un registro de las condiciones ambientales en una plantación. (a): pluviómetro, (b): bandeja de evaporación Tipo A, (c): higrómetro ubicado dentro de (d): abrigo meteorológico definido como una estructura de medidas estandarizadas que sirve de protección al instrumento.

Las temperaturas (máxima, mínima y media), diarias a través del ciclo anual proporcionadas por el higrómetro son esenciales para estimar la época de floración de las distintas variedades de peonías arbustivas ya que el punto de cosecha está determinado por la cantidad de horas frío (temperaturas menores a 6°C) necesarias para romper la dormancia y luego, por la suma térmica o días-grado (temperaturas superiores a 5°C) entre la brotación y la floración.

Las horas-frío ($< 6^{\circ}\text{C}$), corresponden a la suma de las horas que el cultivo pasa con temperaturas menores a 6°C hasta la brotación, es decir entre abril y julio para las variedades muy tempranas (MTe) con alrededor de 500 horas-frío y con 600 hrs-frío para las variedades tempranas (Te). Cabe señalar que para las peonías herbáceas se requieren 1000 horas-frío para que rompan su dormancia y empiecen su brotación.

Sin embargo, también es necesario conocer los grados día (días- $^{\circ}\text{C}$) o sea, la suma térmica sobre los 5°C de temperatura que se estima como límite para iniciar el crecimiento en las especies de climas templados. Las variedades muy tempranas (MTe), necesitan alrededor de 550 días- $^{\circ}\text{C}$ para llegar al punto de corte o cosecha.

En el Cuadro 1, se presentan las horas-frío (número de horas con temperaturas $< 6^{\circ}\text{C}$) y días- $^{\circ}\text{C}$ (número de horas con temperaturas $> 5^{\circ}\text{C}$), mensuales de un promedio de 4 años en la localidad de Marchigüe, Secano Interior, VI Región).

Cuadro 1. Horas-frío (< 6°C) y días-grado (> 5°C) para un año en el sector de la plantación (promedio 4 años), Marchigüe, Secano Interior, VI Región.

Mes	Horas-frío (< 6°C)	Días-grado (> 5°C)
enero	1	782
febrero	3	730
marzo	35	754
abril	145	551
mayo	205	422
junio	246	287
julio	316	252
agosto	222	322
septiembre	145	428
octubre	98	515
noviembre	33	652
diciembre	9	720

En las variedades de peonías arbustivas evaluadas en el Secano Interior, las épocas de floración oscilaron desde fines de agosto hasta principios de octubre, lo que indica que sus requerimientos de horas-frío y días-°C son diferentes. Así, las fechas de cosecha pueden variar dependiendo de las condiciones climáticas o del tiempo en que el cultivo demore en completar sus requerimientos de frío o de calor.

Un aspecto importante es que debido a los bajos requerimientos de frío, sobre todo de las variedades muy tempranas, el cultivo de las peonías arbustivas podría extenderse hasta la IV Región por el norte.

CONDICIONES DE SUELO

Como las peonías arbustivas presentan raíces largas y flexibles, se desarrollan muy bien en suelos profundos y con buen drenaje. Sin embargo, con las técnicas adecuadas se adaptan a un amplio rango de tipos de suelos. Por ejemplo, al establecer las peonías arbustivas en camellones se puede evitar las limitaciones de profundidad o de un drenaje imperfecto. En estos casos, el manejo del agua de riego y las redes de drenaje pasan a jugar un rol esencial. También se pueden desarrollar en un amplio rango de pH.

Es importante señalar que no se puede establecer peonías sobre peonías sin antes haber tenido un cultivo intermedio como avena por uno o dos años.

PREPARACION DEL SUELO

Como la plantación conviene realizarla en otoño, el suelo debe empezar a prepararse durante el otoño anterior. La primera actividad se debe realizar en abril levantando la pradera natural o el rastroyo que cubre el suelo. Para cumplir con este objetivo, el suelo se rompe con un arado de discos y luego se rastrea y cruza con una rastra de discos para que quede en barbecho, (Figura 4, a).

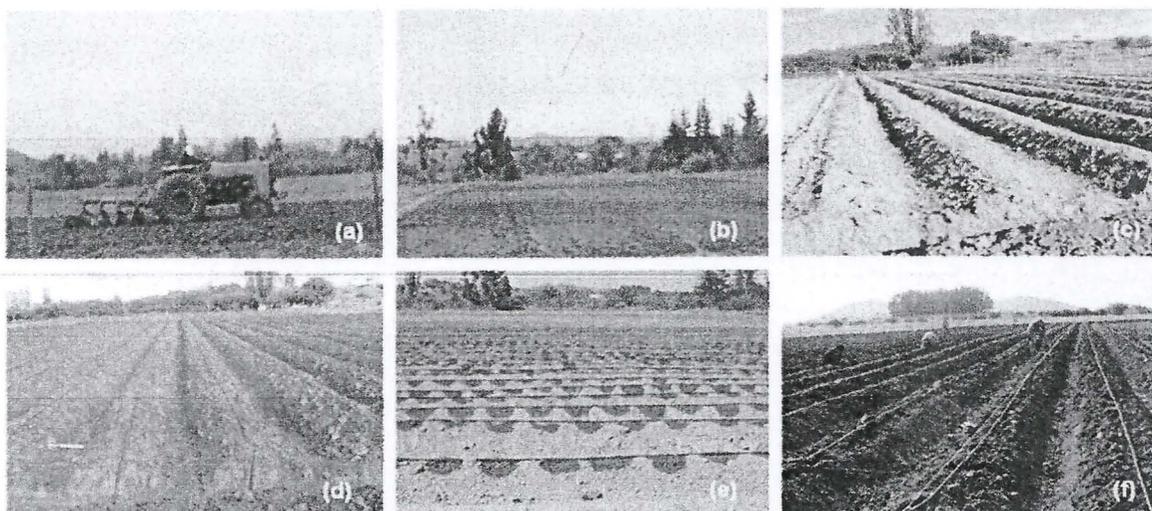


Figura 4. (a): levantamiento pradera natural, (b): barbecho, (c) camellones, (d): instalación sistema de riego, (e): riego a capacidad de campo, (f): instalación lienzas de marcado de lugar de plantación.

A principios de primavera, una vez terminado el período de lluvias intensas se debe implementar un barbecho químico aplicando glifosato en dosis de 4 l/ha, cada 30 días para eliminar la vegetación natural y las malezas emergidas. Una vez en otoño, se prepara el suelo definitivamente rompiendo el barbecho con un arado cincel y luego rastreando y cruzando las veces que sean necesarias para dejar el suelo mullido, (Figura 4, b).

En el último rastraje se debe incorporar un insecticida en la forma de clorpirifos (Lorsban, 10 kg/ha), trifluralina como herbicida de pre-plantación (Treflan, 2 l/ha) y la fertilización de fondo de acuerdo al análisis del suelo. Finalmente, se pasa una niveladora y sobre la superficie húmeda del suelo se aplica linurón (Afalón, 3 kg/ha).

Luego, con un arado cincel adaptado se forman los camellones, luego se procede a “soltar” y aporcar con pala para de levantar el suelo. Los camellones deben alcanzar una altura mínima de 45 cm y estar separados a una distancia entre hileras de 1.2 m, (Figura 4, c).

Es recomendable plantar en camellones cuando el suelo es arcilloso ya que en la época de las lluvias intensas se puede acumular un exceso de agua que afecte a las raíces de las plantas. Una vez establecidos los camellones en forma definitiva, se colocan sobre ellos las mangueras del sistema de riego por goteo con goteros incorporados autocompensados a una distancia de 40 cm (Figura 4, d) y se riega con un tiempo de riego calculado para llevar el suelo a capacidad de campo, hasta una profundidad de 40 cm, (Figura 4, e).

Días después se inicia la plantación, los hoyos de plantación se indican con una lienza marcada cada 120 cm correspondiente a un marco de plantación de 120 x 120 cm (Figura 4, f).

PLANTACION

Las plantas de las 12 variedades importadas desde China, llegan muy bien embaladas con turba húmeda en cajas de cartón recubiertas por dentro con plástico (Figura 5, a). Antes de plantar, las cajas se ordenan de acuerdo a los colores de las flores y a cada variedad se le asignó un número, blancas: Yao Huang (1), Jin Gui Piao Xiang (2) y Dan Feng (3), amarilla: Hai Huang (4), naranja: Jin Zhi (5), púrpura oscuro: Wu Jin Yiao Hui (6) y Mo Su (7), púrpura: Zi Hong Zheng Yan (8) y Shou An Hong (9), rojo púrpura: Jin Xiu Qiu (10), rojo magenta: Bai Yuan Hong Zia (11) y rojo: Luo Yang Hong (12), tal como se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Variedades, color y número asignado a la plantación.

Nombre variedad (China)	Nombre variedad (Occidente)	Color	Número asignado
Yao Huang	Yao's yellow	blanco	1
Jin Gui Piao Xiang	Golden Smell	blanco	2
Dan Feng	Dan Feng	blanco	3
Hai Huang	High Noon	amarillo	4
Jin Zhi	Chromatella	naranja	5
Wu Jin Yiao Hui	Glossy Black	púrpura oscuro	6
Mo Su	Quiet Inky Black	púrpura oscuro	7
Zi Hong Zheng Yan	Fascinating Purplish Red	púrpura	8
Shou An Hong	Garnet Red Light	púrpura	9
Jin Xiu Qiu	Brocade Ball	rojo púrpura	10
Bai Yuan Hong Zia	Rosy Sunshine	rojo magenta	11
Luo Yang Hong	Luo Yang Red	rojo	12

Para que no se produzcan errores, solo una vez que se termina de plantar una variedad se debe empezar con la siguiente. Debido al tipo de plantas, a diferencia de las peonías herbáceas, las peonías arbustivas traen los tallos y las raíces amarradas con elásticos (Figura 5, b).

Una vez que se retiran los elásticos, un trabajador debe ir desinfectando las plantas con una solución fungicida e insecticida compuesta por Benlate (100 g), Captan (200 g), Furadan (166 ml) y Nu Film (100 ml) por 100 litros de agua. Una vez desinfectadas, las plantas se deben llevar a las hileras para ser depositadas ordenadamente en la marca de plantación. Tres trabajadores deben hacer los hoyos donde se entierra cada planta de forma que el injerto quede como mínimo a 5 cm bajo la superficie del suelo, es decir el hoyo de plantación debe tener entre 30 y 40 cm, (Figura 5, c), como mínimo.

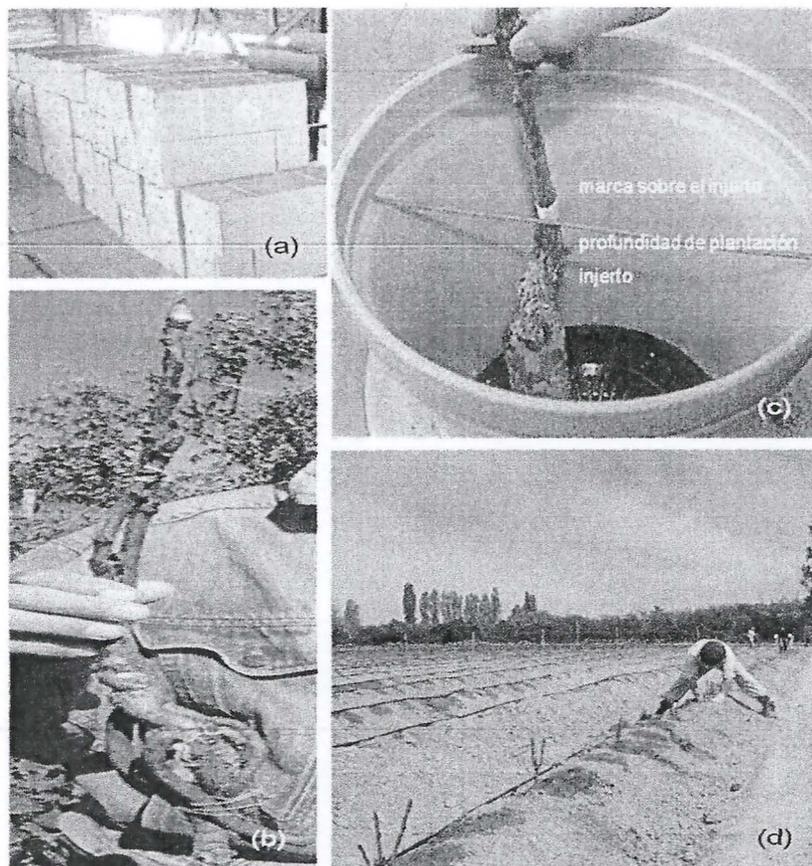


Figura 4. (a): cajas de embalaje de las plantas, (b): plantas con tallos y raíces fijas con elásticos, (c): esquema ilustrativo de la profundidad de plantación (d): plantación.

Después del término de la plantación, si no se producen pronto eventos de lluvia de otoño, las plantas deben regarse con los tiempos e intervalos de riego establecidos según el diseño del sistema de riego por goteo, (Figura 5, d).

El otoño es la mejor estación para plantar peonías, porque la temperatura del suelo ayuda al desarrollo de nuevas raíces que son las responsables del normal crecimiento de las plantas en la primavera siguiente. Si una peonía es dividida y plantada en primavera, su sistema radicular no puede recuperarse antes del rápido desarrollo de la parte aérea y por lo tanto no puede suministrar los nutrientes y el agua necesarios..

La plantación debe realizarse desde mediados de marzo a fines de abril, ya que las temperaturas del suelo son todavía relativamente altas. Esta situación beneficia el desarrollo de raíces con lo que se asegura la sobrevivencia invernal y el desarrollo de la siguiente temporada.

Plantar excesivamente temprano, puede resultar en “yemas quemadas de otoño” que son las yemas que se abren antes que las temperaturas de otoño bajen lo suficiente y cuando esto sucede, se queman con las bajas temperaturas de invierno. Plantar muy tarde trae como consecuencia baja tasa de desarrollo radicular, lo que a su vez provoca, que en primavera las plantas presenten una menor recuperación y baja sobrevivencia.

MANEJO PRODUCTIVO

MANEJO DE LA FERTILIZACION

FERTILIZACION DE FONDO (PRE-PLANTACION)

Durante la preparación del suelo para la plantación, antes del último rastraje se debe tomar una muestra de suelo para su análisis químico, en base al cual, se debe establecer la fertilización de fondo. El objetivo de la fertilización de fondo es corregir los niveles de los nutrientes deficientes, o sea, el manejo de la fertilización se inicia antes de la plantación.

Cuadro 3. Estándares suficientes de disponibilidad de nutrientes en el suelo.

Nutriente	Estándar suficiente (ppm)
P	30
K	180
Mg	30
S	16
B	1
Mn	1
Fe	2.5
Zn	1
Cu	0.5

Las dosis de corrección en el caso de los distintos nutrientes a excepción del N tienen un efecto residual que permite durante 2 a 3 años mantener un nivel suficiente de estos nutrientes en el sitio de la plantación. No se debe aplicar N a la fertilización de fondo ya que el N está sujeto a lixiviación por efecto de las lluvias invernales.

En el Cuadro 4, se presentan las dosis de corrección y las fuentes fertilizantes para corregir niveles insuficientes de nutrientes, determinados por el análisis del suelo.

EVALUACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA PLANTACION

La fertilización de las peonías arbustivas, debe fundamentarse en la evaluación del estado nutricional de las plantaciones. El diagnóstico foliar es un método objetivo, utilizado ampliamente en las especies perennes como los frutales o berries.

No se ha desarrollado una metodología específica para las peonías arbustivas, ya que se requiere una base experimental para establecer distintos aspectos del diagnóstico foliar como son: elección del tejido a muestrear, época de muestreo, número de muestras o estándares nutricionales. Sin embargo, es posible adoptar la información existente en el país para peonías herbáceas.

TEJIDO MUESTREADO Y NUMERO DE MUESTRAS

El tejido muestreado corresponde a hojas recientemente maduras (hojas ubicadas en el centro del tallo). Para el muestreo se consideran solo las tres hojuelas terminales de la hoja elegida, tal como se indica en la Figura 6.

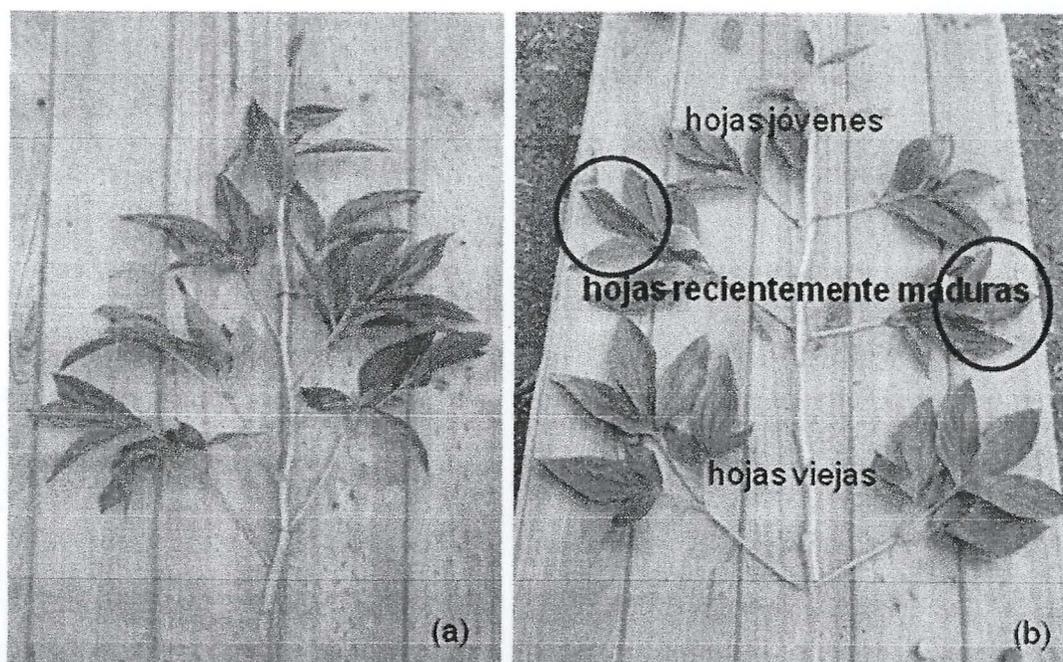


Figura 6. (a): tallo con sus respectivas hojas y hojuelas, (b): edad de las hojas de acuerdo a su ubicación en el tallo y en círculo las hojuelas terminales de las hojas recientemente maduras que se deben muestrear.

El número de plantas muestreadas por variedad ese de 20, elegidas al azar. En cada planta se seleccionan 2 hojas, lo que da un total de 60 hojuelas terminales por muestra.

EPOCA DE MUESTREO

La época de muestreo corresponde a un mes después de la cosecha cuando las plantas están metabólicamente activas y por lo tanto, sensibles a las variaciones del estado nutricional antes de entrar definitivamente en su período de senescencia.

Como no es eficiente establecer una fecha de muestreo por cada variedad de acuerdo al inicio de la cosecha, la fecha de muestreo debe ser durante la primera quincena de noviembre, época en la cual todas las variedades muestran sensibilidad a las deficiencias y concentraciones nutricionales relativamente estables.

ESTANDARES NUTRICIONALES

Los estándares nutricionales corresponden a aquellos valores observados en el mes de noviembre en plantaciones de alta producción. Las diferencias entre variedades en las concentraciones de nutrientes, son poco significativas en un mismo período de muestreo y no permiten fijar distintos estándares para cada variedad. Para asegurar una nutrición adecuada para todas las variedades se debe considerar las concentraciones más altas en ese período de muestreo.

Así, en el caso del N, en el muestreo del 15 de noviembre las concentraciones entre variedades varían entre 1.78% y 2.07%. Las diferencias no son altamente significativas y es posible fijar un valor de 2% como estándar nutricional de N para las peonías arbustivas. Este mismo valor fue obtenido experimentalmente en una plantación de peonías herbáceas. De la misma forma se puede establecer un estándar de 0.25% para P y de 0.94% para el K.

Siguiendo el mismo procedimiento, se determinaron los estándares nutricionales para los distintos nutrientes, los que se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Estándares nutricionales para distintos nutrientes en peonías arbustivas

Nutriente	Estándar nutricional
N	2.0 – 2.5 %
P	0.25 %
K	0.94 %
Ca	2.0 %
Mg	0.45 %
S	0.12 %
Fe	50 ppm
Mn	25 ppm
Zn	20 ppm
Cu	8 ppm
B	50 – 100 ppm

En el caso del N y el B cabe establecer un rango nutricional, ya que sobre 2.5% de N se puede afectar la calidad de la plantación y sobre 100 ppm de B se presenta toxicidad.

Si en la evaluación del estado nutricional, en las temporadas siguientes a la fertilización de fondo, las concentraciones de nutrientes en el análisis foliar son inferiores a los estándares nutricionales, los contenidos de nutrientes se deben aumentar a través de la fertilización. La dosis dependerá de diversos factores y debe ser recomendada por un especialista o por la experiencia adquirida. El monitoreo del estado nutricional debe ser anual lo que permitirá ir ajustando las dosis.

CORRECCION DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LA PLANTACION

FERTILIZANTES

Debido a que toda plantación de peonías, tanto arbustivas como herbáceas, tiene un sistema de riego por goteo, se recomienda usar fertirrigación, para lo cual se debe implementar el cabezal de control con una unidad de inyección de agroquímicos, (Figura 7).

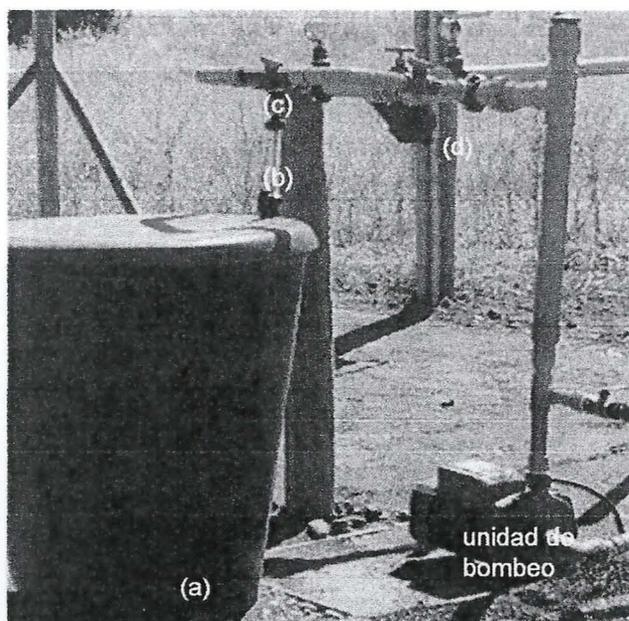


Figura 7. Equipo de inyección de fertilizantes (agroquímicos en general) compuesto por (a): tambor donde se encuentra la solución fertilizante, (b): caudalímetro, (c): venturi y (d): filtro.

Para utilizar la técnica de fertirrigación, se hace necesario utilizar fuentes fertilizantes muy solubles y de baja salinidad, algunos de los cuales se presentan a continuación en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Fertilizantes solubles utilizados en fertirrigación.

Fuente fertilizante	% nutriente
nitrate de amonio	26 % N
nitrate de potasio	15% N – 45% K ₂ O
ácido fosfórico	60 % P ₂ O ₅
sulfato magnésico	13% S – 10% Mg
quelato Fe EDTA	8% Fe
quelato Zn EDTA	14% Zn
quelato Cu EDTA	9% Cu
quelato Mn EDTA	9% Mn
ácido bórico	17% B

La urea es una fuente fertilizante de N muy soluble, pero tiene el problema que tiende a acidificar el suelo. Por otra parte, el superfosfato triple es poco soluble para ser utilizado en fertirrigación. En el caso del P, el ácido fosfórico es una buena alternativa ya que es una fuente líquida y en el caso del N, el nitrato de potasio o nitrato de amonio.

EPOCA DE APLICACION DE LA DOSIS DE CORRECCION

En el caso de la deficiencia de N, la dosis estimada debe ser aplicada en la fertirrigación en dos parcialidades durante el ciclo anual del crecimiento de la plantación. Cada parcialidad corresponderá a un 50% de la dosis estimada,

La primera parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse después de la brotación cuando las hojas hayan alcanzado el 60% de su madurez (estado hoja extendida) y su objetivo es aportar N para el crecimiento exponencial de los tallos y hojas y el desarrollo de los botones más o menos 20 días después de la brotación. Con anterioridad, las plantas se abastecen de N a través del flujo de retranslocación de N desde las coronas.

Por otra parte, no es conveniente atrasar la aplicación de N ya que en ese caso la concentración de N próximo a la cosecha será muy alta, lo que puede afectar el desarrollo de los botones, el grosor del tallo, el color de las flores, el tiempo de florero y finalmente el rendimiento, favoreciéndose el crecimiento vegetativo en desmedro de la producción de flores.

La segunda parcialidad (50% de la dosis anual), debe aplicarse al inicio de la senescencia de las hojas, temprano en otoño. Su objetivo es incrementar el flujo de retranslocación de N hacia las coronas y por otra parte, mantener una concentración de N satisfactoria para la diferenciación foliar y la iniciación floral.

Si el aporte de N es cercano a la cosecha o a la apertura de las flores (antesis), se generará un crecimiento exagerado de los brotes, lo que retrasará el inicio de la dormancia con un gasto de las reservas para la próxima temporada y por otra parte, si se atrasa la aplicación hasta la parte final de la senescencia, existirá una menor absorción de N por las plantas y por consiguiente un menor flujo de N hacia las coronas.

En el caso de aparecer en el análisis foliar otros nutrientes deficientes según los estándares, se deben aplicar en las mismas oportunidades que el N.

DOSIS DE FERTILIZACION

A través del monitoreo anual con el análisis foliar, las dosis se pueden ajustar comparando los niveles nutricionales analizados con los estándares nutricionales, manteniendo o incrementando la dosis anteriormente aplicada.

La dosis inicial de de N post-plantación por fertirrigación, dada la baja biomasa de las plantas, debe ser no superior a 25 kg N/ha. Posteriormente, la dosis de N dependerá del estado nutricional del N evaluado por el análisis foliar.

CONTROL DE MALEZAS

El control de malezas debe iniciarse en la etapa de pre-plantación o preparación del suelo, en lo posible una temporada antes de la plantación. En el otoño anterior después de ser arado, cruzado y rastreado, el suelo se debe dejar en barbecho. A finales de invierno o inicios de primavera después de las lluvias intensas, se inicia el barbecho químico que consiste en aplicaciones de glifosato (4 kg/ha) cada 30 días, generalmente se alcanzan a dar dos o tres aplicaciones. El objetivo del barbecho químico es eliminar la vegetación natural y las malezas emergidas y así bajar la población de malezas en el suelo.

Antes de la plantación, en el otoño siguiente, se vuelve a arar, cruzar y rastrear el terreno previo a nivelar el suelo. En el último rastraje se debe incorporar trifluralina (2 l/ha) que es un herbicida suelo-activo de pre-emergencia. Finalmente, antes de la plantación, sobre la superficie húmeda se aplica linurón en dosis de 4 l/ha.

Con el cultivo establecido, el control de malezas se realiza mediante la aplicación de glifosato (Roundup, 4 kg/ha) entre las hileras con una bomba de espalda de capacidad de 15 litros, utilizando campana de protección. La campana se usa sobre la boquilla para dirigir la aspersion y evitar que la deriva afecte al cultivo, (Figura 8).



Figura 8. (a): aplicación de Roundup entre hileras con campana de protección, (b): detalle de la campana utilizada.

El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo y por lo tanto, controla la mayoría de las especies consideradas malezas y por sus características sistémicas está especialmente indicado para controlar las malezas perennes, además de las anuales. El momento de aplicación, en general, será cuando mayor sea la relación hojas/parte subterránea, muchas veces en aplicaciones al rebrote de las malezas perennes el control no es adecuado y se puede deber a una baja relación hojas/parte subterránea.

Funciona mejor con una humedad relativa alta, esto se debería a una cutícula mas hidratada y a una disminución de la evaporación de las gotas depositadas en las hojas de las malezas, permitiendo que una mayor cantidad del herbicida sea absorbida y translocada. También la humedad del suelo influye en la eficiencia de la aplicación, limitaciones hídricas alteran la turgencia de las hojas de las malezas y por consiguiente su absorción.

A su vez, el estrés hídrico reduce la capacidad fotosintética y la translocación de los asimilados y una lluvia que ocurra dentro de las 6 horas después de la aplicación puede reducir la efectividad de la aplicación. Sin embargo, el período libre de precipitación (PLP) dependerá de la sensibilidad de la maleza al glifosato y en algunos casos puede extenderse entre 12 y 24 horas.

Una vez que el glifosato es absorbido no es fácilmente degradado, así puede mantener su acción fitotóxica mientras se transloca a través de las plantas tratadas. Esto favorece el control de las malezas difíciles que presentan arraigamiento profundo o que producen propágulos vegetativos a partir de rizomas, tubérculos y en algunos casos, de raíces. La vida del glifosato en el suelo es corta, ya que es rápidamente degradado por los microorganismos del suelo y también fuertemente adsorbido por los coloides del suelo, es decir, prácticamente no tiene efecto residual. La presión de vapor y la fotodescomposición son negligibles.

Los síntomas de toxicidad en las malezas, son un marchitamiento y clorosis gradual de las plantas, para terminar con una desecación de la parte aérea y deterioro de los órganos subterráneos. Estos síntomas

aparecen entre 2 y 4 días en malezas anuales, en las malezas perennes aparecen a los 7 días o más y son más evidentes después de la segunda y cuarta semanas desde su aplicación.

Para prevenir el desarrollo de resistencia y aumentar la eficiencia para el control de algunas malezas se puede usar el glifosato con clethodim (Centurion Super) y metamitrón (Goltix).

En el Secano Interior (VI Región), el barbecho químico junto a una aplicación mensual de glifosato entre hileras, seguido de un control manual sobre la hilera, permite controlar y disminuir la población de malezas en el período de dos años, (Figura 9).



Figura 9. Plantación de peonías arbustivas sin malezas en dos épocas del cultivo, (a): mayo, en senescencia, (b): noviembre, después de la cosecha.

La dosis de glifosato a aplicar (4 kg/ha), debe determinarse a través de la calibración del equipo a utilizar, es decir, el operario debe aplicar un volumen de agua conocido, marcar la superficie de mojado y luego extrapolar con el producto a una hectárea, (kg/ha).

CONTROL FITOSANITARIO

El control fitosanitario se inicia en dos oportunidades antes de la plantación. Por una parte, con el lavado y desinfección de las plantas en una solución fungicida e insecticida compuesta por Benlate (100 g), Captan (200 g), Furadan (166 ml) y Nu Film (100 cc) por 100 litros de agua y luego, durante las labores de preparación del suelo con la incorporación en el último rastraje de clorpirifos (Lorsban, 10 kg/ha), que es un insecticida de amplio espectro utilizado para el control de insectos en el suelo, como gusanos cortadores, alambre y blanco entre otros.

En el cultivo de las peonías arbustivas, el control de las enfermedades debe centrarse principalmente en el control de la botritis (*Botrytis* spp.), (Figura 10) y en las enfermedades a las raíces como *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp., (Figura 11).



Figura 10. Presencia de botritis (*Botrytis* spp.) bajo la malla de sombreo durante la temporada 2012/2013

En las condiciones del Secano Interior (2009-2013), es posible controlar el ataque de plagas y enfermedades con una aplicación preventiva mensual de fungicidas e insecticidas. Antes de la cosecha y en condiciones favorables para el desarrollo de hongos e insectos, se recomiendan aplicaciones quincenales. Cuando aparece una enfermedad o una plaga, las aplicaciones se deben efectuar cada 7 a 10 días.

Para el control preventivo de la botritis se utilizan productos comerciales con distintos ingredientes activos para evitar la resistencia de los patógenos a los fungicidas. Un producto no puede aplicarse más de dos veces en la temporada.

También deben combinarse productos de contacto con productos sistémicos. Se debe contar con un set mínimo de siete productos para la temporada. Las dosis corresponden a las señaladas por las empresas comerciales.

En el Cuadro 8, se presenta un set de siete fungicidas utilizadas en el control de la botritis y de otras enfermedades foliares en las peonías.

Cuadro 8. Fungicidas utilizados en el Secano Interior para el control de la botritis (ingredientes activos, productos comerciales y modo de acción)

Ingrediente Activo	Producto Comercial	Modo de acción
iprodione	Rovral	contacto
boscalid	Cantus	sistémico
piremetanil	Scala	contacto
ciprodonil+fluxiodonil	Switch	sistémico
kresosim metil	Stroby	contacto
boscalid+estrobilurina	Bellis	contacto
fenhexamid	Teldor	contacto

Para el control y prevención de hongos oomicetes como *Phytophthora* sp., (Figura 11), se recomienda el uso de Alliete (fosetil-aluminio) aplicado con el sistema de riego por goteo.

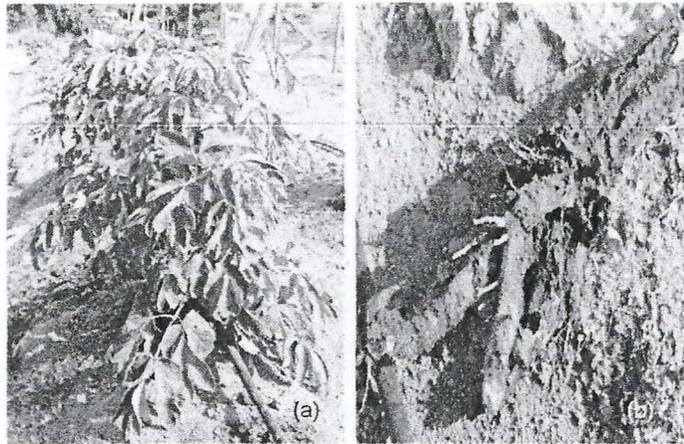


Figura 11. Ataque de *Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp. en la variedad Yao Huang (1), (a): parte aérea dañada, (b): daño al cuello y raíces.

Debido a que uno de los grandes focos de infección para plagas y enfermedades es la proximidad de tejidos enfermos a los tejidos sanos y la presencia de organismos de resistencia de los patógenos en el suelo, una medida muy importante es el retiro de todos los residuos que quedan en la plantación una vez que se ha podado, descabezado, deshojado o desbotonado, (Figura 12). También es importante eliminar las malezas existentes próximas a la plantación.

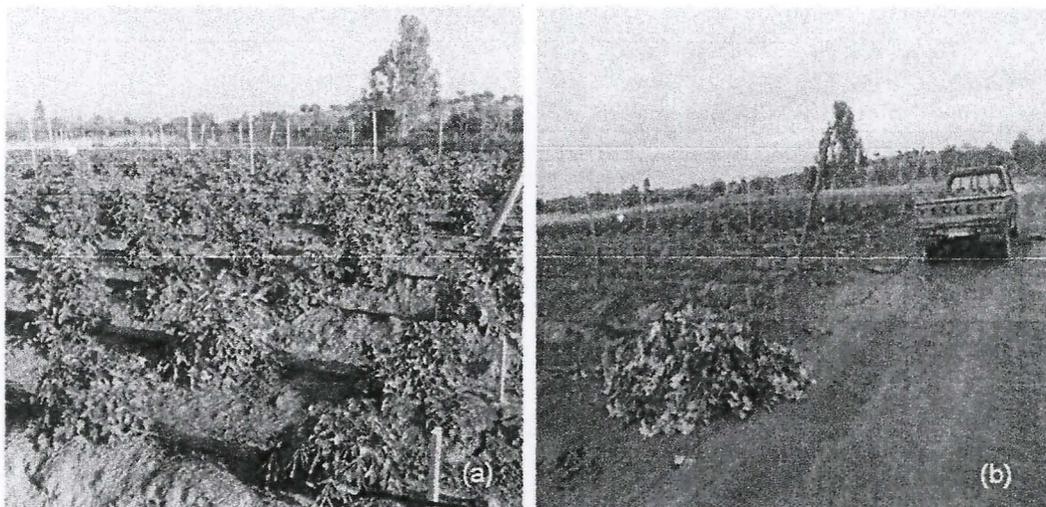


Figura 12. (a): plantación en senescencia, estado en que las yemas que ya están completamente formadas son muy susceptibles de ser atacadas por botritis, (b): retiro desde la plantación de los residuos de poda y deshojado.

En la etapa de senescencia las yemas ya están completamente diferenciadas y maduras para entrar en la etapa de acumulación de horas-frío. Por esta razón es importante sacar desde la plantación todos los tejidos que pudieran ser portadores de patógenos y también es recomendable aplicar oxiclóruo de cobre (Oxi-cup) o bien óxido de cobre (Cuprudul), después de la poda y antes de la apertura de las yemas para “limpiar” el suelo y los tejidos adyacentes a los nuevos brotes de hongos y bacterias que pudieran atacar a la plantación en determinadas condiciones.

En cuanto a los insecticidas utilizados preventivamente junto a los fungicidas se pueden utilizar los indicados en el Cuadro 9, en las dosis indicadas por el fabricante.

Cuadro 9. Insecticidas utilizados en el Secano Interior para el control de la botritis (grupo químico, ingredientes activos y productos comerciales)

Grupo químico	Ingrediente activo	Producto comercial
neonicotinoide+piretroide piretroide	imidacloprid+deltametrin lambacihalotrina	Muralla Karate

Estos insecticidas actúan tanto de contacto como por ingestión.

APLICACION DE FUNGICIDAS E INSECTICIDAS

Para la aplicación de los fungicidas e insecticidas puede ser utilizado un pulverizador Modelo Basic 400L Taral adquirido con fondos FIA, que aparece en la Figura 13.



Figura 13. Pulverizador Modelo Básic 400L Taral.

El pulverizador constaba de un estanque de 400 litros va acoplado al toma de fuerza del tractor y consta de 2 mangueras de 50 m de largo cada una con su correspondiente pitón de 3/8 para una presión de 40 bares. El tractor con el pulverizador se desplaza a lo largo del camino de la cabecera de la plantación y el operario asperja dos hileras de 50 m, una a la ida y otra a la vuelta.

Se requiere otro operario para llevar la manguera durante la pulverización de las dos hileras de vuelta y para desplazar el tractor a una nueva posición, (Figura 14).

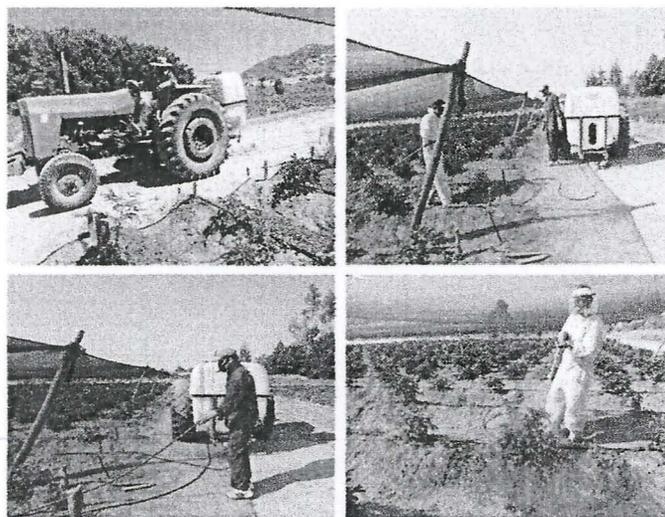


Figura 14. Secuencia de aplicación de insecticidas y fungicidas con el pulverizador Modelo Basic 400L Taral.

El pulverizador presenta una serie de ventajas en relación al uso de bombas de espalda de bombeo manual:

- mojamiento óptimo debido a la gota más pequeña producto de la mayor presión
- rapidez en la aplicación
- menor esfuerzo para el operario

A pesar de requerir otro operario y del gasto de petróleo del tractor, este costo se compensa dado que el tiempo de aplicación de fungicidas e insecticidas a la totalidad de la plantación se reduce de 4 días (32 H.H.) a 4 H.H. con la ventaja muy importante de un mojamiento uniforme.

MANEJO DEL RIEGO

RIEGO POR GOTEO

El riego por goteo es el sistema más adecuado para las plantaciones de peonías arbustivas. Las ventajas de este sistema de riego son que fundamentalmente ahorra agua, mano de obra, fertilizantes y productos fitosanitarios. Por otra parte, permite la posibilidad de regar cualquier tipo de terrenos, por accidentados y pobres que sean. La única desventaja es que es un sistema relativamente caro de instalar.

Un sistema de riego por goteo debe ser diseñado por un especialista y sus características variarán según la fuente y disponibilidad de agua y las condiciones del suelo y la topografía imperante.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Los elementos básicos que constituyen un sistema de riego por goteo son:

- cabezal de control
 - unidad de bombeo
 - unidad inyectora de fertilizantes
 - unidad de filtrado
 - unidad de programación y control
 - control de flujo
 - reguladores de presión
 - programador electrónico
 - válvulas solenoides
- red de tuberías
 - tuberías primarias
 - tuberías secundarias
 - tuberías terciarias
 - laterales de riego
 - goteros

En la Figura 15, se presenta se presenta la unidad de bombeo, el cabezal de control y la caja del programador eléctrico con la llegada de la corriente eléctrica.

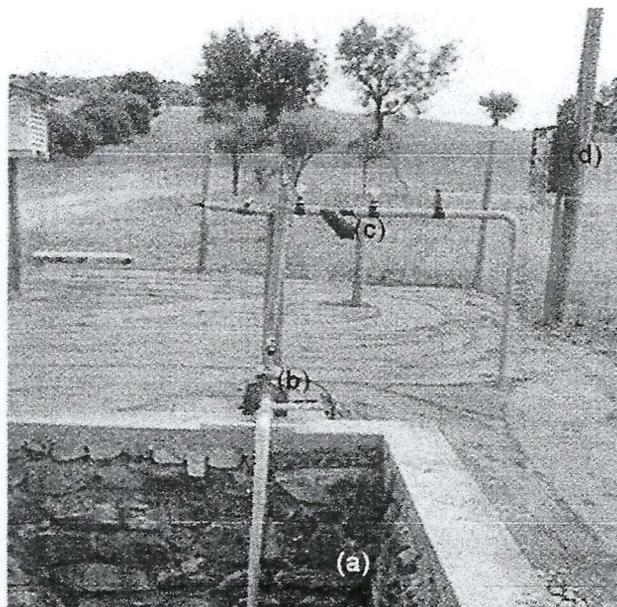


Figura 15. (a): fuente de agua, (b): unidad de bombeo, (c): cabezal de control y (d): caja del programador eléctrico (llegada corriente eléctrica).

En la Figura 16, se muestra la unidad de control electrónico que está compuesta por el tablero de control con la fuente de energía y el programador, las válvulas solenoides y su relación con las tuberías secundarias y las líneas de goteo a través de cables eléctricos que van enterrados dentro de un tubo conduit hasta su conexión con el tablero de control.

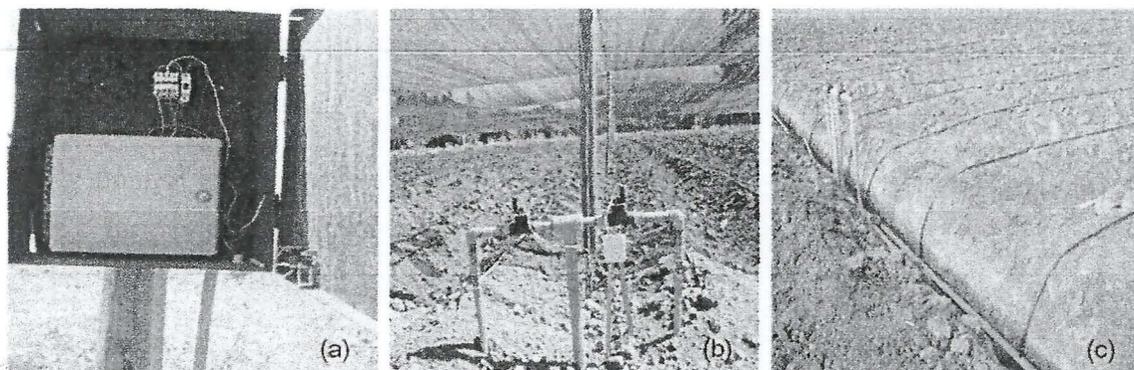


Figura 16. (a): tablero de control con la fuente de energía y el programador, (b): válvulas solenoides conectadas a los cables eléctricos que van enterrados (tubo conduit color naranja) hasta la conexión con el tablero de control, (c): relación entre las válvulas solenoides, las tuberías secundarias y las líneas de goteo.

Cada electroválvula o solenoide controla un sector de riego con las correspondientes tuberías laterales con sus goteros autocompensados o emisores de 2 LPH. Mediante el programador se establece una programación automática del tiempo de riego en cada uno de los sectores controlado por una válvula solenoide, es decir se programa el momento en que la tubería principal le entrega agua a la tubería secundaria del sector.

La distancia entre los goteros va a depender de su caudal nominal (2 LPH o 4 LPH), el tipo de suelo y el marco de plantación. En el caso de la plantación de peonías arbustivas en el Secano Interior, es de un gotero cada 40 cm. Por otro lado, el número de emisores/planta está dado por la distancia entre plantas sobre la hilera y la separación entre emisores. Así, la dosis de goteo, es igual a la descarga nominal del emisor en la superficie ocupada por una planta de acuerdo a su marco de plantación, 120 cm x 120 cm.

$$N^{\circ} \text{ emisores/planta} = \frac{\text{distancia entre plantas}}{\text{separación entre emisores}} = \frac{1.2 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 3$$

$$Q \text{ nominal} = Q \text{ gotero (LPH)} \times N^{\circ} \text{ emisores} = 2 \text{ LPH} \times 3 = 6 \text{ LPH}$$

$$\text{Dosis de goteo} = \frac{Q \text{ nominal}}{\text{área por planta}} = \frac{6}{1.1 \text{ m}^2} = 5.5 \text{ LPH/planta}$$

En la Figura 17, se muestra las tuberías secundarias conectadas a las mangueras laterales con sus goteros:

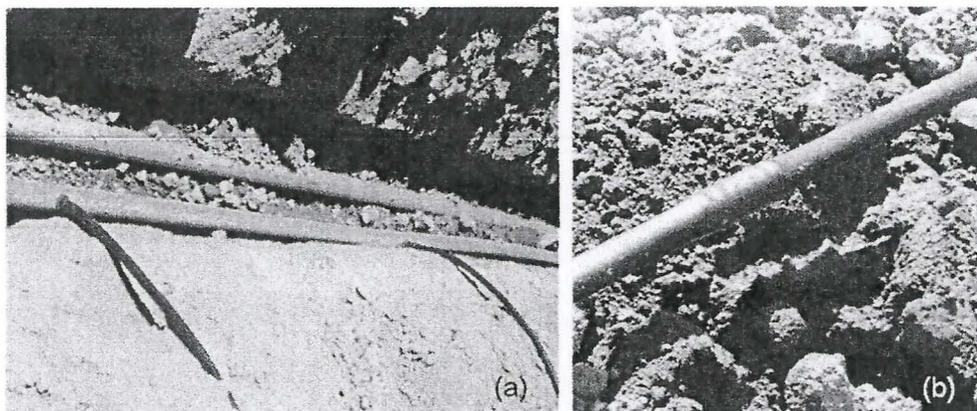


Figura 17. (a): tuberías secundarias conectadas a las mangueras laterales con los goteros, (b): gotero autocompensado integrado a la manguera de polietileno.

PROGRAMACION DEL RIEGO

DEMANDA NETA DE RIEGO: EVAPOTRANSPIRACION

Al conjunto de los procesos de evaporación de agua desde el suelo (E) y transpiración (T) o evaporación del agua desde la superficie de las hojas en respuesta a la demanda evaporativa atmosférica, se le conoce como evapotranspiración (ET) y equivale al consumo neto de agua por las plantas.

Cuando no se cubren las necesidades de ET, el cultivo puede sufrir estrés hídrico que debe ser evitado mediante el riego programado. El modelo más utilizado para medir la evapotranspiración es el evaporímetro Tipo A o bandeja Clase A que es un recipiente de características estandarizadas, (Figura 18).

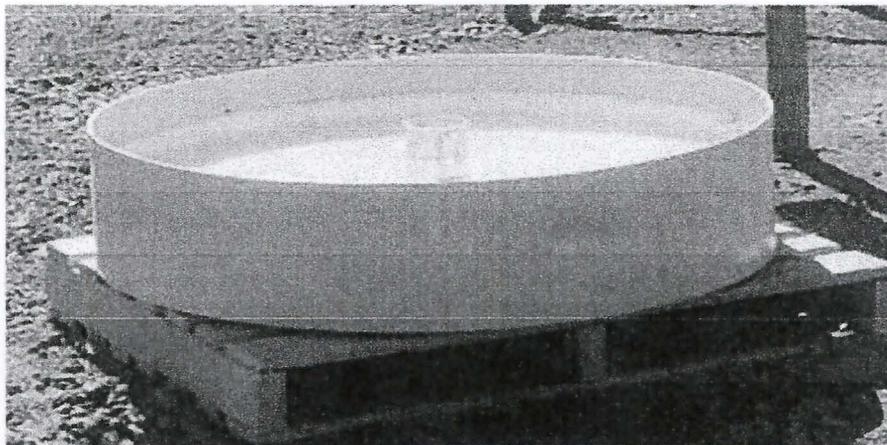


Figura 18. Evaporímetro Tipo A o bandeja Clase A, recipiente cilíndrico enchapado en hierro galvanizado de 121 cm de diámetro y 25.5 cm de alto apoyado en una plataforma de madera que lo eleva a 15 cm del nivel del suelo,

La evaporación a partir de una superficie libre (bandeja), se debe al efecto conjunto de la radiación, el viento, la temperatura y la humedad, análogamente a lo que ocurre con la evapotranspiración de un cultivo. La diferencia estriba en que la superficie libre cederá más fácilmente el agua a la atmósfera que una planta, ya que ésta última tiene que trasladar el agua desde el suelo hasta los estomas a través de una compleja red de tuberías.

OPORTUNIDAD DEL RIEGO

La programación debe permitir establecer el momento del riego y la cantidad de agua a aplicar para controlar que el agua existente a nivel radicular se mantenga constante sin descender por debajo del límite definido para las raíces. Se pueden utilizar dos criterios de programación, (Anexo IV).

- frecuencia o intervalo de riego
- tiempo de riego

FRECUENCIA DEL RIEGO

El espaciamiento de los riegos es un factor que depende fundamentalmente del cultivo, el suelo y el clima. No existe un intervalo fijo óptimo y dado que el objetivo del riego es satisfacer las necesidades del cultivo en forma diaria habrá que mantener la humedad del suelo en un punto tal que permita a la planta, una alta transpiración. Esto significa que habrá que ver la variación del intervalo según la época del año.

Hay dos tendencias en cuanto a la fijación de la frecuencia de riego. La primera, consiste en regar cuando se alcanza un déficit de agua predeterminado, en este caso, los intervalos serán más cortos en los períodos de alta transpiración y se alargarán en los de baja transpiración.

La otra tendencia es regar a intervalos fijos que naturalmente habrá que cambiar según la época del año. Las cantidades de agua a aplicar no serán las mismas y la eficiencia en el aprovechamiento del agua por el cultivo es ligeramente inferior. Este sistema es que generalmente se utiliza.

La frecuencia de riego (F_r), a tener en cuenta en un programa de riego por goteo, es la que corresponde a los días de mayores necesidades hídricas del cultivo:

$$F_r = \frac{\text{dosis máxima riego}}{\text{transpiración máxima}} = \frac{D_{\text{máx}} \text{ (mm)}}{T_{\text{máx}} \text{ (mm/día)}}$$

El intervalo de riego, es el número de días entre dos riegos consecutivos para aplicar la lámina de reposición (Dosis máxima de riego).

$$\frac{\text{Dosis máxima riego} = 17.6 \text{ (mm)}}{\text{Demanda neta de riego} = 4.26 \text{ (mm/día)}}$$

De acuerdo a esta última relación, la frecuencia de riego en noviembre será de 4 días.

TIEMPO DE RIEGO

La dosis de goteo o tasa de aplicación bruta que entrega el equipo (T_r), simplemente se decide con el caudal del sistema, por la superficie que ocupa un sector de riego:

$$T_r = \frac{\text{caudal sistema (Q)}}{\text{área sector}}$$

El área del sector de riego depende del marco de plantación, de la disposición de los goteros y del caudal del emisor.

Ejemplo:

- para un marco de plantación de 1.20 x 1.20 la disposición mas indicada es una línea de goteros con emisores de 2 LPH, separados 40 cm
- el sector de riego tiene 20 líneas (hileras con 40 plantas cada una. Por lo tanto, son 3 goteros/planta (120 cm/40 cm = 3)
- las 20 hileras tienen un total de 800 plantas lo que significa (800 plantas x 3 goteros) 2.400 goteros x 2 LPH = 4.800 LPH
- por otra parte, la superficie que ocupa el sector de riego está dado por el largo y ancho del sector:

$$\begin{aligned} \text{largo} &= 48 \text{ m (40 plantas/hilera x 1.2 m)} \\ \text{ancho} &= 24 \text{ m (20 hileras/sector x 1.2 m)} \\ \text{área regada} &= 48 \times 24 = 1.152 \text{ m}^2/\text{sector} \end{aligned}$$

$$\text{Dosis riego (D}_r\text{)} = \frac{\text{Q sistema}}{\text{área regada}} = \frac{4.800 \text{ LPH}}{1.152 \text{ m}^2} = 4.16 \text{ LPH/m}^2 = 4.16 \text{ mm/h}$$

Con una evapotranspiración máxima es de 6 mm/día el tiempo de riego es igual:

$$T_r = \frac{\text{ETc}}{\text{Dr}} = \frac{6 \text{ mm/día}}{4.16 \text{ mm/h}} = 1.5 \text{ horas}$$

SECTORIZACION

En la práctica el número de sectores se ajusta a un total de 18 horas/día de funcionamiento continuo, por razones de mantenimiento, fallas en el sistema y operación de fines de semana y al tiempo de riego.

$$\text{N}^{\circ} \text{ sectores posibles} = \frac{18 \text{ horas/día}}{1.5 \text{ horas}} = 12 \text{ sectores de riego}$$

MANTENCION DEL SISTEMA DE RIEGO

El riego por goteo, para ser eficiente necesita una permanente vigilancia. Por lo tanto a través del período de crecimiento se debe revisar constantemente el funcionamiento de sus componentes, como por ejemplo, válvulas solenoides, caudal de goteros, estado de codos y mangueras, etc.

La mantención del sistema de riego por goteo es una actividad permanente durante la estación de crecimiento. Una actividad importante es el control de la disponibilidad de la fuente de agua, en especial si se trata de norias.

El manejo del riego además del ajuste del tiempo de riego, considera una serie de actividades en la mantención del sistema de riego por goteo:

- limpieza con ácido fosfórico de la red
- monitoreo de la eficiencia del riego
- sustitución de electroválvulas
- arreglo del programador (batería)
- limpieza de la noria
- revisión del tendido eléctrico

TRATAMIENTO DE LAS OBSTRUCCIONES DE LAS TUBERIAS

Aún con un filtrado adecuado a las características del agua y de los goteros, hay un riesgo de obstrucción de origen químico y físico debido a precipitaciones y desarrollo de colonias bacterianas. Se debe considerar que el filtrado nunca es perfecto y por lo mismo cada cierto tiempo, dos veces en la temporada se deben tratar las tuberías con ácido fosfórico al 85%.

Las obstrucciones se combaten con tratamientos preventivos (filtros) y curativos. El tratamiento curativo consiste en mantener llenas las tuberías durante una hora con agua a pH 2 mediante la inyección de ácido fosfórico a una concentración del 85%. Transcurrido este tiempo se somete la red a la mayor presión posible y se abren los extremos de las tuberías primarias hasta que el agua salga limpia. Cerrándolas, se sigue con el mismo procedimiento con el resto de las tuberías hasta llegar a las de último orden, (laterales).

Para evitar este problema, es conveniente aplicar los nutrientes a mediados del tiempo de riego, de modo de lavar las tuberías y movilizar los nutrientes dentro del bulbo de humedecimiento en el suelo.

MONITOREO DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO

A pesar de la inversión que significa la instalación de riego por goteo que asegura una eficiencia teórica del 90 a 95%, en la práctica un mal manejo puede ocasionar una merma relevante en el desempeño del sistema, con pérdidas de agua de diversa naturaleza y ocasionando además, un mal aprovechamiento de la energía eléctrica debido a bajas eficiencias de bombeo o del motor de la bomba, por lo que se hace necesario monitorear rigurosamente la eficiencia con que se está regando.

En un sistema de riego por goteo eficiente, se espera que cada una de las plantas reciba aproximadamente la misma cantidad de agua y fertilizantes. Si el riego no es uniforme, algunas zonas recibirán más agua que la necesaria y se perderá por percolación profunda, mientras que otras plantas recibirán menos y la productividad se verá afectada negativamente.

Para determinar la eficiencia de uniformidad del riego se sigue la metodología propuesta por Antúnez, Mora y Felmer (2010), para lo cual se eligen los laterales de los extremos y dos de la parte media ubicados en el primer y segundo tercio del sector. Posteriormente, se seleccionan los emisores (goteros) a evaluar en cada lateral (cada hilera), siguiendo el procedimiento que muestra las Figuras 19 y 20.

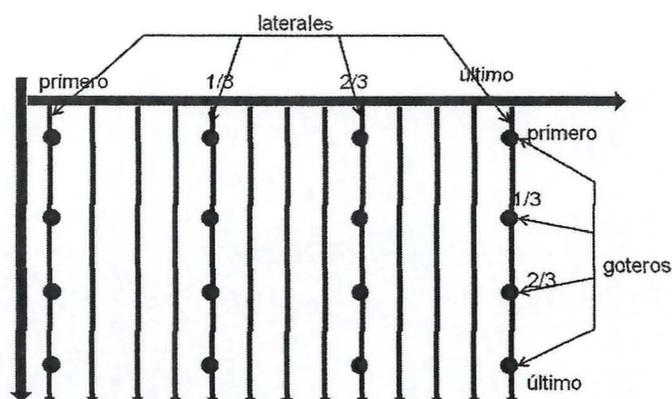


Figura 19. Selección de laterales y goteros a evaluar, (Antúnez, Mora y Felmer, 2010).

Luego, como se muestra en la Figura 20, se instala un receptáculo bajo los goteros elegidos y con una probeta u otro instrumento graduado (Figura 20, a), se mide el volumen que entregan los emisores en un tiempo de entre uno y cinco minutos (Figura 20, b, c), obteniéndose un valor en ml/min que posteriormente se lleva a litros/hora.

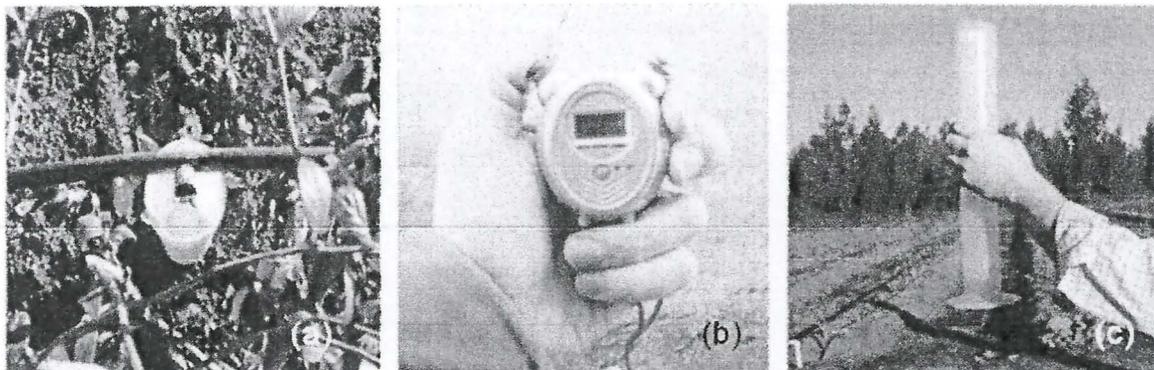


Figura 20. Medición de caudal por gotero, (a): vaso de plumavit bajo el gotero, (b): cronómetro para medir el tiempo de goteo, (c): probeta para medir el volumen caído en el tiempo de goteo establecido, (Antúnez, Mora y Felmer, 2010).

Una vez obtenidos los resultados, hay que comparar el caudal nominal de los emisores utilizados (2 l/h o 4 l/h), con el promedio obtenido de las evaluaciones. El registro de presiones en las laterales de riego será un parámetro que podrá explicar las posibles diferencias entre el caudal real y el caudal nominal de los emisores. Además, la magnitud en la diferencia de caudal teórico y real, estará determinada por la clase de emisores utilizados, sean estos de tipo turbulento o autocompensados y por la presión de trabajo requerida por emisor.

En condiciones hidráulicas desfavorables, donde la presión varía considerablemente entre un punto y otro, producto del microrelieve del terreno, el uso de emisores convencionales deja en evidencia las diferencias entre los caudales descargados.

En el caso de la plantación en camellones una actividad importante complementaria al sistema de riego es la mantención de la red de drenaje del sector de la plantación. Cada temporada, los drenes naturales deben limpiarse y profundizarse.

MEDICION INDIRECTA DEL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO

Conocer indirectamente o a nivel de campo el agua disponible para las plantas es sumamente útil para el seguimiento y la readecuación de la programación del riego por goteo.

TENSIOMETROS

El tensiómetro es un instrumento que se utiliza para comprobar si el volumen de agua aplicada en el riego es el adecuado. Consiste en una cápsula porosa de cerámica unida mediante un tubo de plástico duro transparente a un manómetro de presión, que en este caso es un vacuómetro porque mide el vacío que se produce cuando el agua sale del tensiómetro a través de la cápsula porosa en respuesta a la pérdida de agua del suelo.

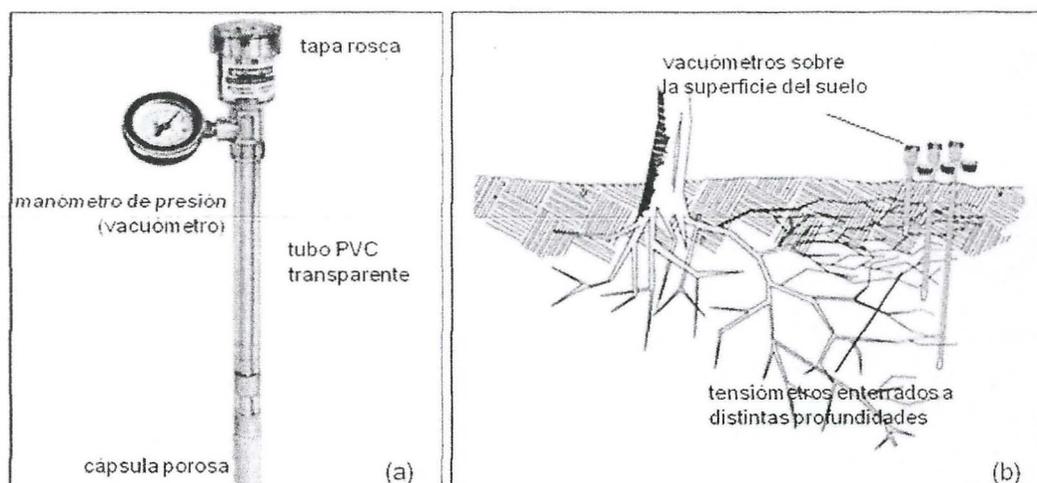


Figura 21. (a): tensiómetro tradicional con las partes que lo componen, (b): esquema de instalación de los tensiómetros.

Una vez que se entierra, su funcionamiento se basa en que conforme se va secando el suelo debido a la evapotranspiración y a la absorción de agua por parte de las plantas, sale agua del tensiómetro a través de la cápsula porosa. Esta extracción de agua crea una presión negativa, succión o tensión, valor que es registrado por el vacuómetro. De esta manera, cuando más seco esté el suelo, mayor succión ejercerá sobre la cápsula porosa y mayores valores de tensión marcará el vacuómetro.

Cuando llueve o se riega, ocurre el proceso contrario, el agua penetra a través de la cápsula al interior del tensiómetro, reduciéndose la tensión hasta llegar a su valor inicial igual a 0 en el caso que el suelo se sature.

Se suele instalar más de un instrumento para verificar, por ejemplo, el contenido de humedad a distintas profundidades de raíces y también debajo de ellas para monitorear la infiltración y detectar las pérdidas de agua por percolación profunda.

Los tensiómetros deben ser calibrados en condiciones de laboratorio mediante la curva de humedad aprovechable. Sin embargo, en el Cuadro 10, se presenta una estimación de las lecturas de un tensiómetro en centibares (cb):

Cuadro 10. Interpretación de la lectura de un tensiómetro en centibares (cb).

Valor (cb)	Interpretación
0 - 10	suelo saturado de agua, condición que no debe alargarse mucho tiempo
11 - 25	humedad y aireación adecuadas en todo tipo de cultivos y en todo tipo de suelos
26 - 40	no se espera falta de humedad en la mayoría de los cultivos, inicio del riego en suelo arenosos
41 - 60	conviene iniciar el riego en suelos de textura media o con raíces a menos de 50 cm de profundidad
61 - 70	sin peligro para sistemas radiculares de más de 75 cm en suelo franco
+ 70	comienza el riesgo de estrés hídrico en suelos francos y arenosos, inicio del riego en suelos arcillosos

ESTIMACION AL TACTO

Para ello se toma una muestra de suelo con una pala o con un barreno cuando se quiere conocer la disponibilidad de agua a mayor profundidad. Para estimar la disponibilidad de agua para las plantas se toma un puñado de suelo, se aprieta fuertemente y luego la mano se abre. Si el suelo tiene humedad suficiente ésta quedará en la mano y al evaporarse se sentirá la mano helada. También se puede presionar la muestra de suelo con los dedos. Una persona experimentada puede alcanzar una buena estimación de la humedad del suelo en distintos puntos de la plantación.

PODA

A comienzos de otoño cuando las hojas empiezan a senescer y a tomar un color pardo amarillento se debe iniciar la poda. Este es uno de los manejos importantes en las peonías arbustivas, ya que afecta al crecimiento de la planta y al número y a la calidad de las flores cortadas.

La poda, tiene los siguientes objetivos fundamentales:

- rejuvenecer las plantas de tal manera que siempre se tenga una producción óptima de flores en desmedro del crecimiento de tallos leñosos,
- mantener el balance dinámico entre las partes aéreas y subterráneas de la planta,
- mantener una uniforme distribución de las ramas para una eficiente intercepción de la luz solar, *eliminar en forma oportuna ramas secas, enfermas o dañadas.*

En el caso de las peonías herbáceas, la poda consiste en eliminar la parte aérea con un objetivo principalmente sanitario ya que previene la entrada de enfermedades producto de la senescencia de las hojas. En las peonías arbustivas, además de la poda de limpieza en que se eliminan todos los tejidos necrosados, a partir de la segunda temporada se debe ejecutar una poda de formación. A partir de la tercera temporada junto a la poda de limpieza y a la poda de formación se añade la poda de mantención, preparando las plantas para la cosecha de flores, (Figura 22).

Una actividad importante es la eliminación de las yemas menores de 0.5 mm de diámetro, yemas interiores y las yemas adventicias ubicadas en tejidos viejos. Los residuos deben ser retirados de la plantación y quemados.

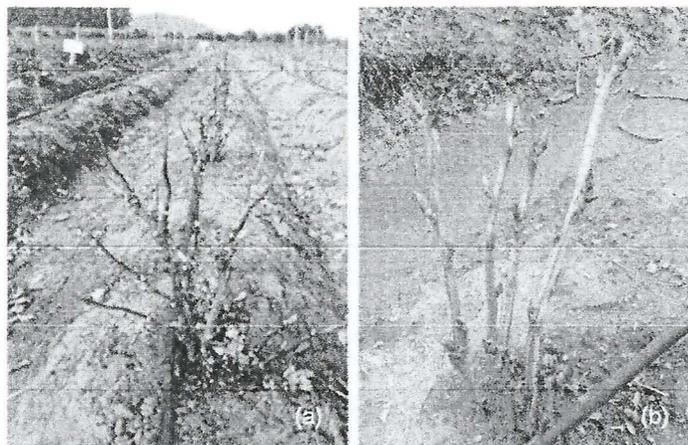


Figura 22. Planta de peonía arbustiva variedad Yao Huang (1), antes de la poda y después de ser podada (mayo, 2013)

En las peonías arbustivas injertadas en *Paeonia ostii* (Dan Feng), una actividad importante es eliminar los tallos producidos por esta especie y que aparecen sobre la superficie del suelo, ya que debilitan y pueden llegar a ahogar las plantas de las variedades que se desea cosechar, (Figura 23, a). Lo mismo sucede en plantas que han sido injertadas en raíces de peonías herbáceas. (Figura 23, b).

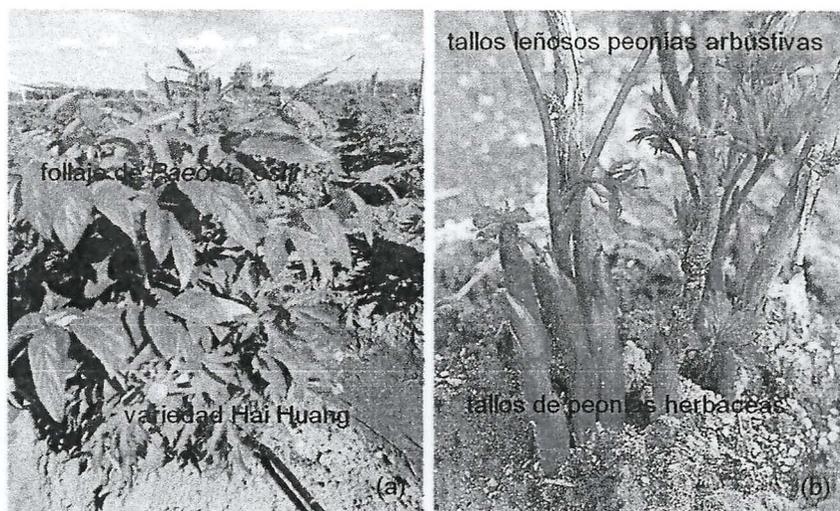


Figura 23. (a): follaje de la *Paeonia ostii* utilizada como portainjerto ahogando a la variedad Hai Huang. (b): yemas de la peonía herbácea utilizada como portainjerto apareciendo alrededor de los tallos leñosos de la peonía arbustiva.

En la Figura 24, se muestra un esquema de la poda en las peonías arbustivas:

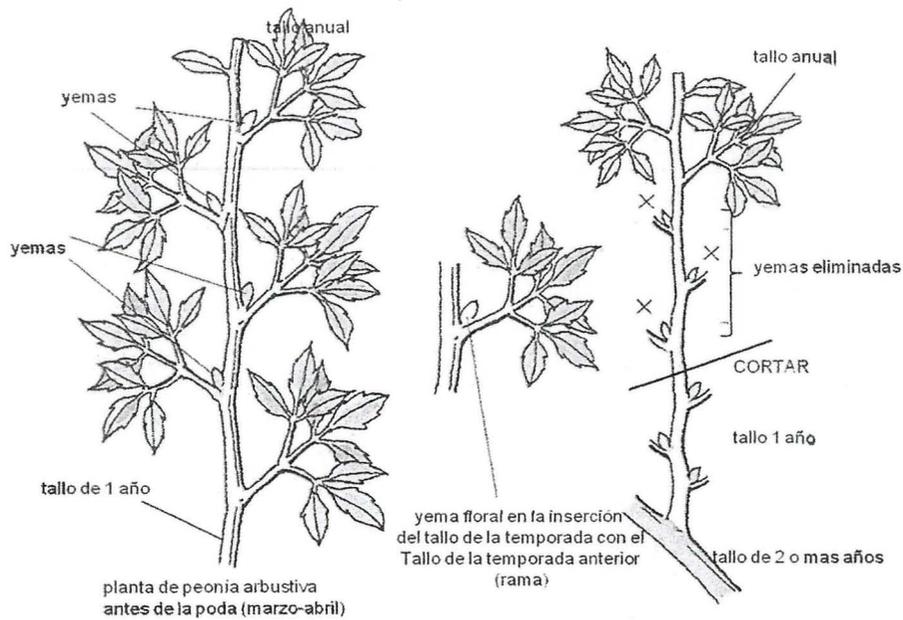


Figura 24. Esquema que muestra donde podar las peonías arbustivas para asegurar la producción de flores de corte. El corte debe ser a lo menos 1 cm sobre la yema, (Adaptado de Egawa, Sibasawa y Aoki, 2013).

También hay que considerar que después de ser establecidas, al segundo o tercer año, las peonías arbustivas generan hijuelos o vástagos en la base de las plantas (Figura 25).

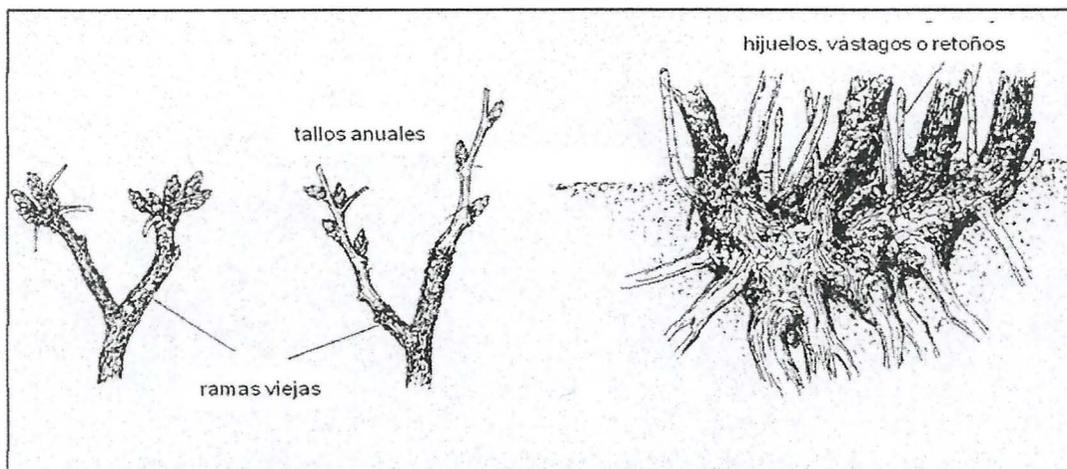


Figura 25. Ubicación de tallos anuales, ramas viejas y vástagos, (Wang et al., 1998).

Cuando ellos desarrollan 10 cm, los que crecen sanos y uniformes son seleccionados para proveer nuevos tallos y ramas, el resto es removido para asegurar una forma armoniosa y elegante. En los años

siguientes, uno o dos nuevos tallos son dejados cada uno o dos años, hasta que la planta tiene la altura y la envergadura deseada.

SOMBREAMIENTO

Debido a que la diferenciación y desarrollo de las yemas florales ocurre en el verano a partir de la antesis, el efecto de la temperatura en este proceso es el determina principalmente la calidad de las flores cortadas, ya que en el caso de las peonías arbustivas las yemas se presentan expuestas, a diferencia de las peonías herbáceas que se desarrollan bajo la superficie del suelo.

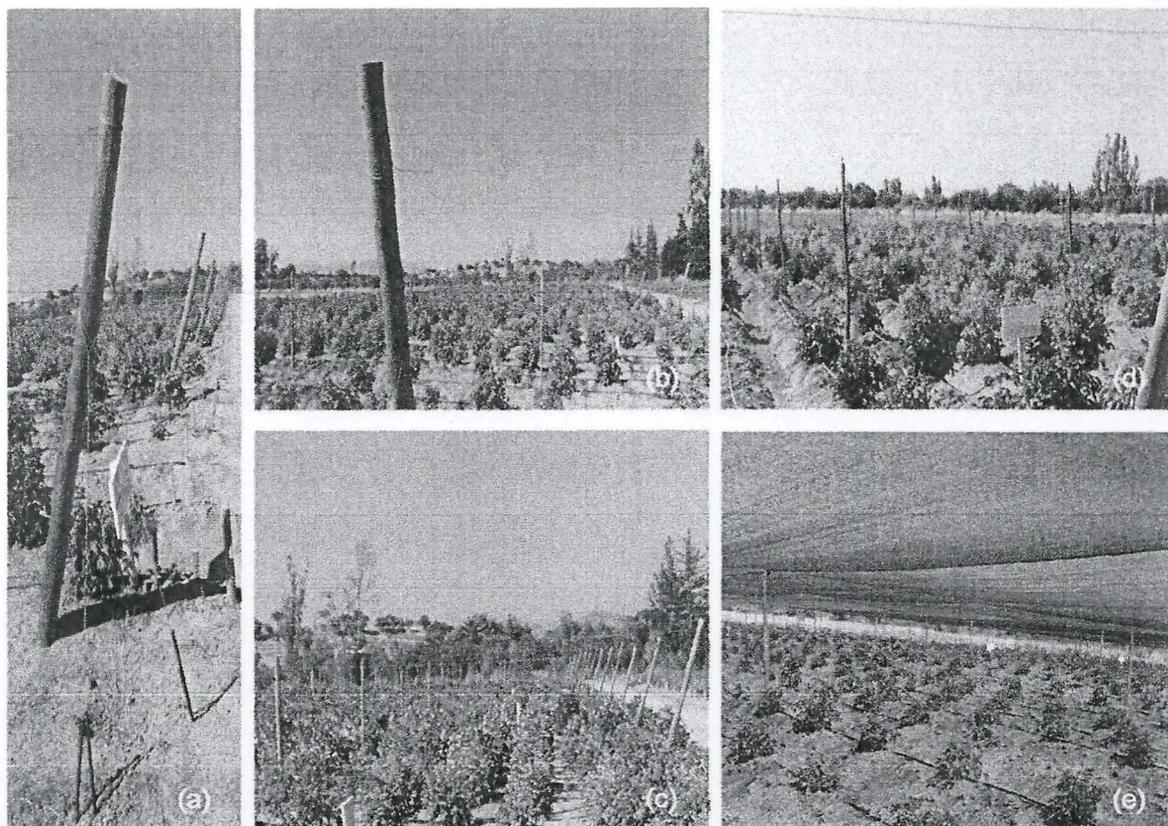


Figura 26. Malla de sombreado, (a): detalle del poste esquinero anclado al suelo, (b): distribución de los alambres desde el poste esquinero, (c): estructura tendida entre los polines y los postes interiores, (d): postes interiores cada 8 m en cuadrado, (e): malla tendida.

El sistema de sombreado consiste en malla raschel blanca con una densidad al 30% que se extiende sobre una estructura alambre sostenida por postes de eucaliptos impregnados, a lo largo y ancho de la superficie de plantación a una altura de 2 m.

Para sostener el peso de la malla sobre la estructura de alambre, en las esquinas y a través del perímetro de la plantación se instalan cada 4 metros postes de eucaliptos de 3.50 m de largo y 5 a 6" (12.5 a 15 cm) de diámetro (polines), que se entierran y anclan a 1.50 m de profundidad y con un ángulo de 45°, (Figura 26, a). Desde el poste esquinero se distribuye el alambre a los postes laterales e interiores, (Figura 26, b).

A su vez, en la superficie interior del rectángulo de plantación se distribuyen cada 4 m en cuadrado, postes de 2.50 m de largo y 3 a 4" (7.5 a 10 cm) de diámetro que se entierran a 50 cm, (Figura 26, c, d). Luego, sobre la estructura de alambre de 16 mm tejida entre los postes, se despliega la malla raschel, (Figura 26, e).

La época de instalación de la malla depende del régimen de temperaturas de la zona. En el Secano Interior debe instalarse en noviembre cuando empiezan a elevarse las temperaturas antes del verano y retirarse en marzo cuando las temperaturas comienzan a disminuir. Para hacer más eficiente la instalación y retiro de la malla, la estructura de alambre debe estar sostenida por postes a 4 m en cuadrado y la malla instalarse unida a los alambres a través de argollas de forma de ser enrollada o desenrollada fácilmente, cuando se estime necesario en forma rápida y segura. En este caso, debido al mayor peso que deberá soportar la estructura, el alambre debe ser como mínimo de 16 mm.

MALLA ANTIHELADAS

Variedades muy tempranas como la Zi Hong Zheng Yang que está lista para ser cosechada la tercera semana de agosto, son más sensibles a las heladas que se producen en forma normal en julio, provocando un gran número de flores abortadas. Por esta razón se debe instalar sobre ella malla antihelada, desde mayo después de la poda hasta la segunda semana de agosto para permitir el desarrollo final de los botones antes de la cosecha.

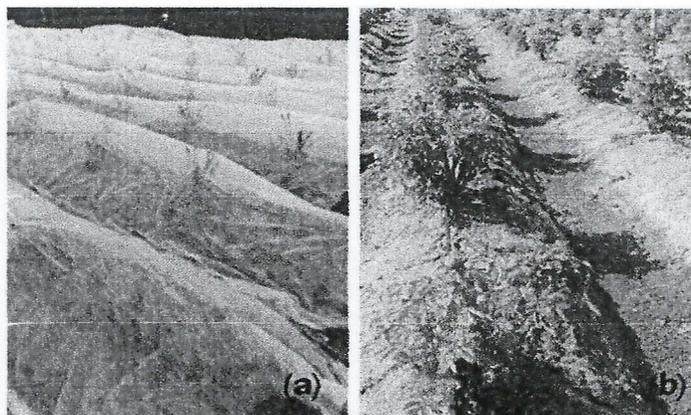


Figura 27. (a): malla antihelada sobrepuesta sobre la variedad Zi Hong Zheng Yan en mayo de 2013, (b): retiro de la malla antihelada la penúltima semana de agosto para dejar los botones libres para su crecimiento.

Sin embargo, es recomendable cubrir con malla antihelada las variedades tempranas y de media estación para evitar un posible daño en la producción debido a la ocurrencia de heladas más tardías.

La malla debe extenderse sobre arcos de PVC y no directamente sobre las plantas para no dañar los botones al final de su período de formación. Con la instalación de la malla antihelada se evitaría el riesgo de daños por heladas tardías como ocurrió durante septiembre de 2013, (Figura 28).

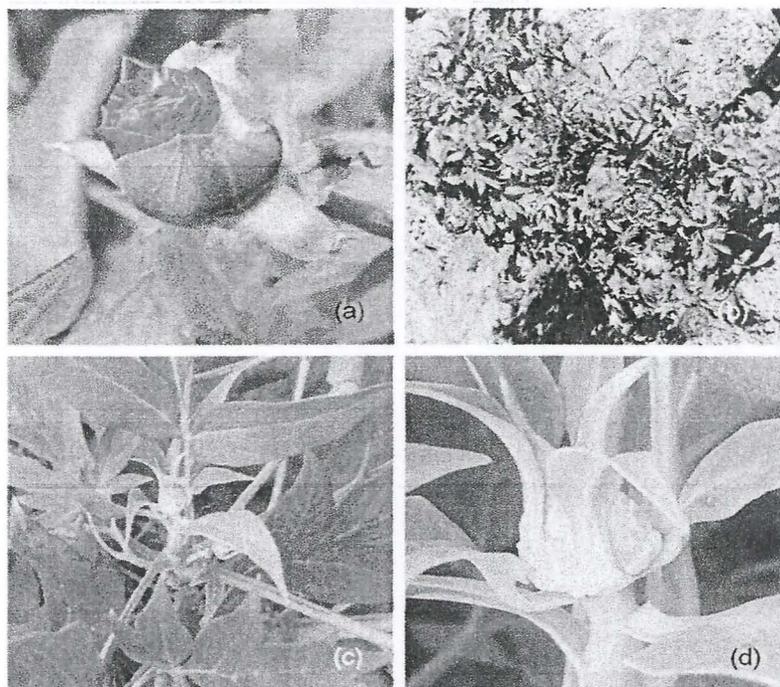


Figura 28. Daño provocado por las heladas tardías de septiembre de 2013 a distintos estados de desarrollo del botón floral, (a y b): daño en variedad Shou An Hong de media estación, (c y d): daño en variedad Jin Zhi de floración tardía.

COSECHA Y POST-COSECHA

Para la cosecha y post-cosecha de las varas de peonías arbustivas para flor de corte, se sigue el protocolo descrito para las peonías herbáceas que tiene como principal exigencia la infraestructura de frío que pueda conservar las flores entre 2 y 3 °C después de ser cortadas.

En la Figura 29 se presentan se presentan los índices de apertura 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para todas las variedades evaluadas.

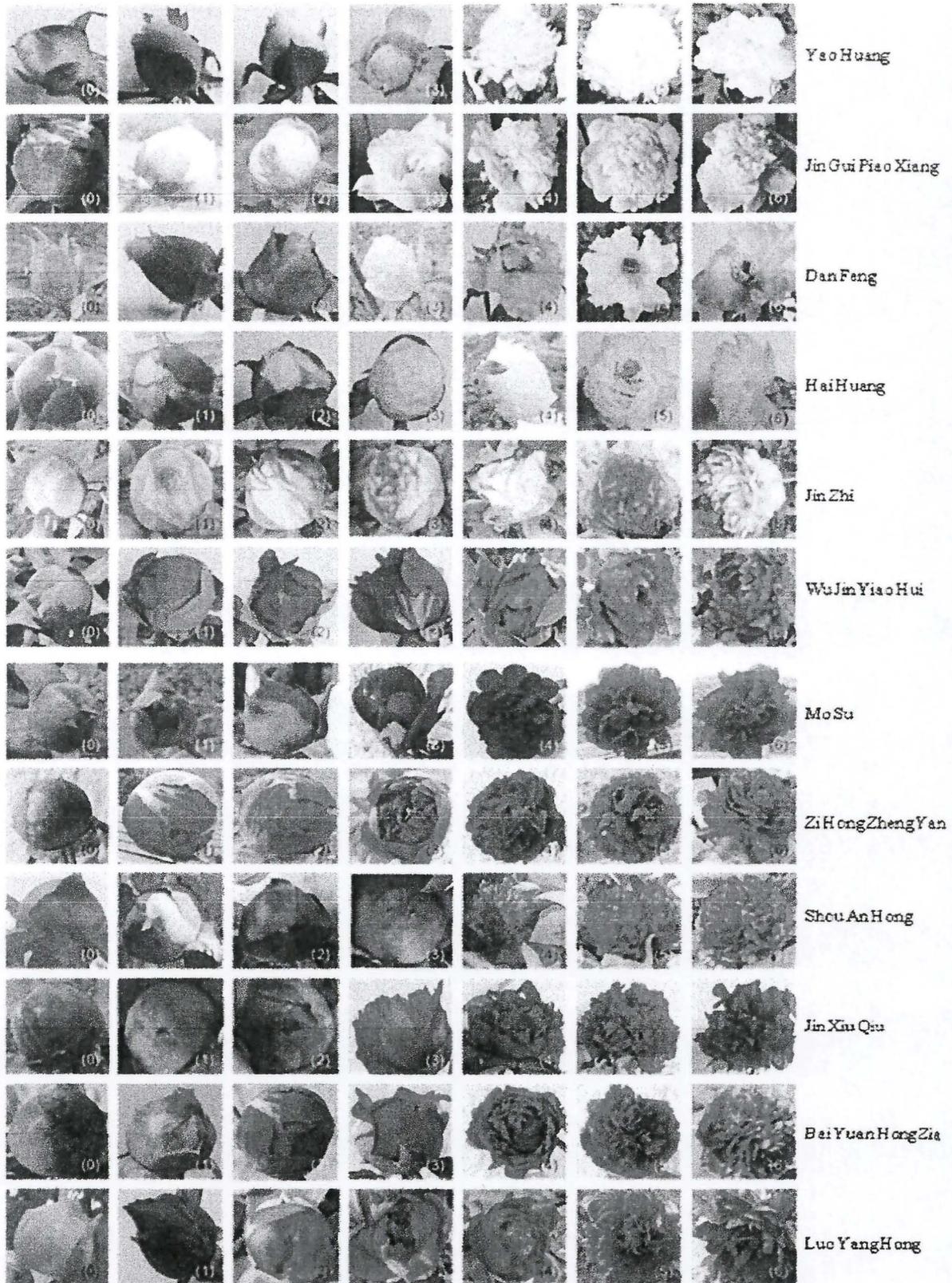


Figura 29. Indices de apertura (0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6) para las 12 variedades evaluadas

El punto de corte definido para las 12 variedades evaluadas en el Secano Interior se presenta en el Cuadro 11.

Cuadro. Punto de corte y vida útil por variedad de acuerdo a su época de floración.

Variedad	Punto de corte	Vida útil total	Epoca de floración
Dan Feng (3)	0	10	MTe
Zi Hong Zheng Yan (8)	2	18	MTe
Bai Yuan Hong Zia (11)	2	15	Te
Mo Su (7)	1	10	Te
Yao Huang (1)	1	15	ME
Shou An Hong (9)	2	16	ME
Jin Xiu Qiu (10)	1	15	ME
Luo Yang Hong (12)	1	10	ME
Wu Jin Yiao Hui (6)	1	10	Ta
Golden Smell (2)	1	15	Ta
Hai Huang/High Noon (4)	0	18	Ta
Jin Zhi/Chromatella (5)	1	18	MTa

La secuencia de la cosecha y post-cosecha de las flores cortadas se presenta en la Figura 30. El procedimiento parte con la corta en el punto de corte definido con anterioridad para cada variedad (Figura 30, a, b). En esta primera etapa, los cosechadores pasan por las hileras en forma sistemática durante la mañana (10 a.m.) una vez que se seca el rocío y en la tarde a las 4 p.m. Las varas cortadas son acopiadas en la cabecera de cada hilera en carretillas, que una vez llenas eran llevadas al lugar de pre-packing (Figura 30, c).

La zona de pre-packing puede ser una ramada con malla raschel y mesones, donde se procede al deshoje y calibrado de las varas en 20, 25 y 30 cm de largo (Figura 30, c). Una vez procesadas las varas por variedad y calibre, eran depositadas en baldes de 20 cm de alto con 4 cm de agua para su hidratación (Figura 30, e). Luego, estos baldes eran llevados a la cámara de frío y la hidratación se completaba a las 24 horas.

Una vez cumplido el tiempo de hidratación dentro de la cámara de frío, las varas eran secadas y dejadas a granel (por variedad) encima del mesón de la cámara (Figura 30, f), para hacer los ramos (Figura 30, g) que son contabilizados y depositados en los módulos de las repisas móviles. Cada módulo se completaba con 50 ramos, (Figura 30, h). Luego, antes de poner los ramos en las cajas, eran desinfectados con una solución insecticida/fungicida, (Figura 30, i).

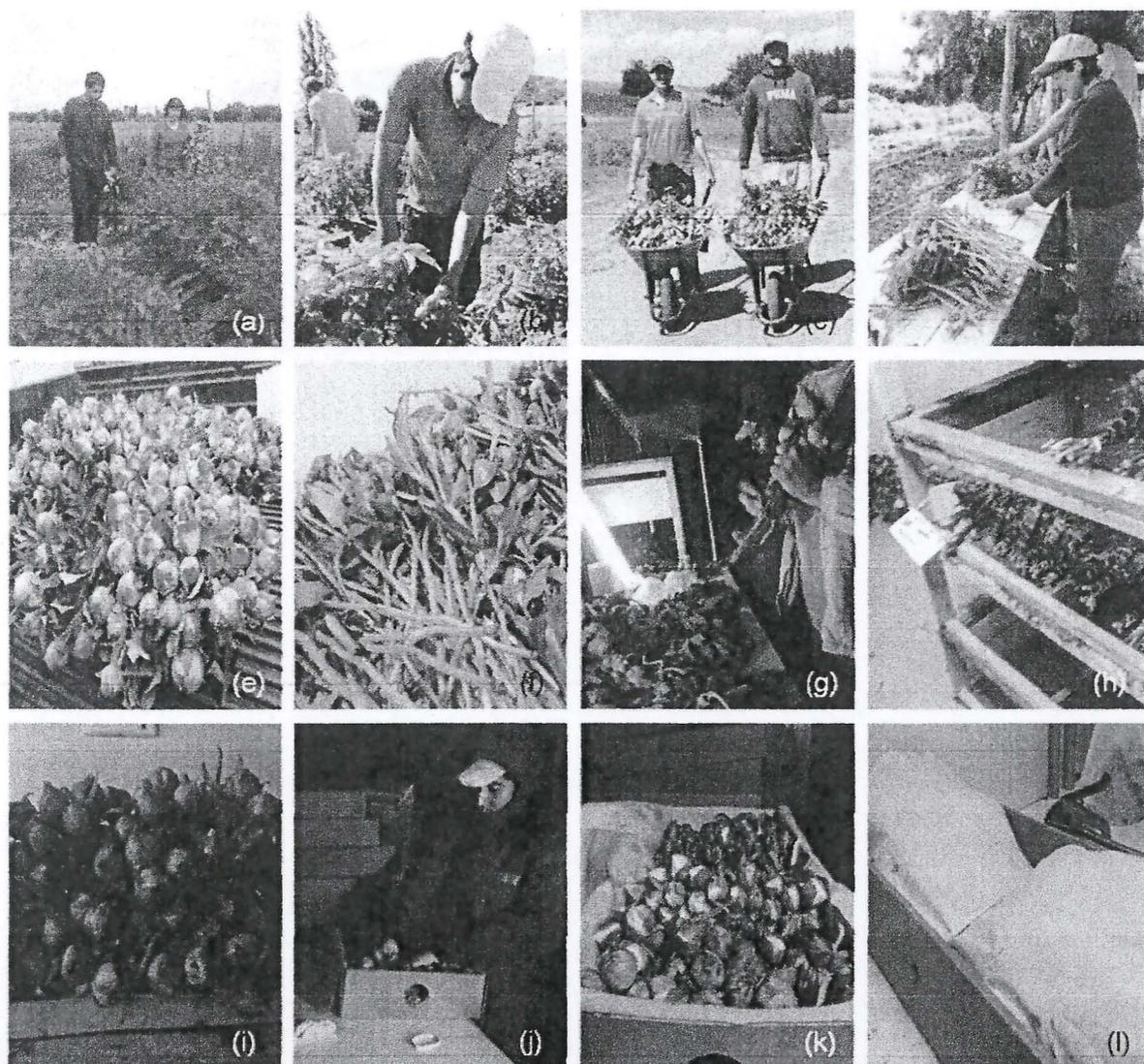


Figura 30. Secuencia del proceso de cosecha y post-cosecha de las flores cortadas de peonías arbustivas. (a y b): corta, (c): traslado desde el potrero a la ramada de pre-packing, (d): deshoje y calibrado, (e) hidratado y traslado desde el pre-packing a la cámara de frío, (f): varas cortadas a granel en el mesón para hacer los ramos, (g): confección de ramos dentro de la cámara de frío, (h): ramos listos para ser embalados puestos en repisas modulares, (i): ramos desinfectados para ser embalados, (j): embalaje, (k): caja con dos variedades, (l): caja lista para ser enzunchada y enviada.

COMERCIALIZACION

Las peonías arbustivas cosechadas son enviadas en consignación al mercado estadounidense a través de un comprador en Chile. En el Cuadro 12, se presentan los costos en que se incurre en cada embarque a Estados Unidos, en que el flete corresponde a un 17% del total de los gastos de exportación

Cuadro 12. Gastos asociados al proceso de exportación.

Item	% del total
comisión Chilfresh	20.00
custom bróker (aduana entrada, cargos por traslado de cajas, honorarios terminal)	0.69
<i>gastos asociados al comprador</i>	0.10
Asociación de Exportadores de Chile (derecho para exportar) US\$ 0.0015/vara	0.01
transferencia-giro US\$ 0.0356/caja	0.55
flete aéreo	5.08
Aduana-Chile	1.12
<i>paletizaje en aeropuerto</i>	0.27
SAG-USDA	0.03
cajas, handling, bodegaje	1.27
mantas térmicas	0.23
total	29.35

Del total de la venta, alrededor de un 29% corresponde a gastos que deben ser cancelados o descontados de la liquidación por embarque. Fuera de la comisión de Chilfresh que significa un 68% de los costos, el flete aéreo ocupa un lugar importante, representando un 17% del total. Los valores se dan en porcentajes debido a que la liquidación varía de acuerdo al precio del dólar.

OBTENCION DE LOS PRECIOS DE COMERCIALIZACION

TEMPORADA 2012/2013

Los precios de comercialización durante la temporada 2012/2013 fueron entregados por embarque, por lo cual no se puede diferenciar el precio por variedad. En el Cuadro x, se presentan los precios promedios y mínimos, obtenidos por embarque con calibres de 20 y 25 cm de largo. Solo la variedad Dan Feng pudo ser cosechada con el largo mínimo requerido de 30 cm.

El total de varas exportadas durante la temporada fue de 7.545 (54 cajas) y el total de varas vendidas fue de 7.410, existiendo un diferencial de 135 tallos que llegaron con la flor abierta.

Cuadro 13. Variedades exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2012/2013).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías arbustivas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
1	25 sep	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan	1.3375	0.90
2	28 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.4829	1.02
3	02 oct	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Yao Huang, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu , Luo Yang Hong	1.5127	1.01
4	06 oct	Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Yao Huang	1.4546	1.00
5	11 oct	Bai Yuan Hong Zia, Mo Su, Shou An Hong, Jin Xiu Qiu, Wu Jin Yiao Hui, Golden Smell, High Noon	1.5236	1.02
6	16 oct	High Noon, Shou An Hong, Golden Smell	1.4589	1.02
7	20 oct	High Noon, Shou An Hong, Golden Smell, Chromatella	1.3111	0.86
8	25 oct	High Noon, Chromatella	1.3107	0.89
Precios promedio Temporada 2012/2013			1.4240	0.97

TEMPORADA 2013/2014

Durante la Temporada 2013/2014, las variedades exportadas fueron solo cuatro (Dan Feng, Hai Huang, Zi Hong Zheng Yan y Bai Yuan Hong Zia), debido a que las heladas tardías de septiembre (2013) quemaron el resto de la producción. Durante esta temporada también se exportaron peonías herbáceas para comparar los precios, especialmente con las variedades más tempranas. En el Cuadro 14, se presentan los valores promedios y mínimos obtenidos durante la exportación de la temporada 2013/2014.

Cuadro 14. Variedades de peonías arbustivas exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2013/2014).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías arbustivas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
1	30 ago	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan	1.45000	1.02
2	04 sep	Dan Feng, Zi Hong Xheng Yan,	1.45000	1.02
3	11 sep	Dan Feng, Zi Hong Zheng Yan, Bai Yuan Hong Zia	1.38380	1.00
4	17 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.45000	1.03
5	24 sep	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.31330	0.94
6	01 oct	Dan Feng, Bai Yuan Hong Zia	1.40590	1.00
7	04 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.31972	0.93
8	08 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.38860	1.00
9	11 oct	Bai Yuan Hong Zia, Hai Huang	1.32300	0.91
10	15 oct	Hai Huang	1.46770	1.04
11	18 oct	Hai Huan, Jin Zhi	1.43970	1.02
12	24 oct	Hai Huang	1.45000	1.00
precios promedio Temporada 2013/2014			1.40348	0.99

Como se puede observar en el Cuadro x, los precios promedio por vara fluctuaron entre US\$ 1.31330 el 24 de septiembre para las variedades Dan Feng (blanca) y Bai Yuan Hong Zia (rojo) y el mayor precio promedio por vara (US\$ 1.46770), fue obtenido cuando se logró consolidar una caja con la variedad Hai Huang de color amarillo. Con respecto a las variedades de peonía herbáceas exportadas durante la temporada 2013/2014, los precios obtenidos se presentan en el Cuadro 15:

Cuadro 15. Variedades de peonías herbáceas exportadas, precios promedio y precios mínimos obtenidos por embarque, (Temporada 2012/2013).

Embarque (N°)	Fecha	Variedades peonías herbáceas	Prom (US\$)	Mín (US\$)
12	24 oct	Peicher, Amabilis	1.25000	0.85
13	30 oct	Amabilis	0.99520	0.61
		Peicher	1.09520	0.69
14	02 nov	Amabilis	0.99930	0.61
		Peicher	1.23080	0.70
15	07 nov	Duchesse de Nemours	1.55000	1.02
		<i>Festiva Maxima</i>	1.15000	0.69
		Florence Nicholls	1.17910	0.70
16	13 nov	Sarah Bernhardt	1.06380	0.60
17	16 nov	Sarah Bernhardt	1.19190	0.70
precios promedio Temporada 2012/2013			1.17651	0.72

En el caso de las peonías herbáceas, es claro que su precio es menor, pero dentro de las tempranas la variedad Paicher alcanza un precio sobre US\$ 1 y viene a complementar la producción de la variedad muy tardía como es la variedad Jin Zhi de color naranja. La única variedad que superó en precio a las peonías arbustivas fue la variedad Duchesse de Nemours con un precio promedio/vara de US\$ 1.55, durante la primera semana de noviembre.

En el Cuadro 16, se presenta un resumen con el total de varas enviadas y vendidas, número de cajas, US\$, tasa de cambio y liquidación final en pesos chilenos.

Cuadro 16. Cuadro resumen con el total de varas enviadas, vendidas, número de cajas, US\$ recibidos, tasa de cambio y liquidación final.

Temporada	varas enviadas	varas vendidas	número cajas	total venta US\$	*total venta US\$ final	tasa/cambio promedio	liquidación CH\$
2012/2013	7.545	7.410	54	10.535.08	8.517.73	477.41	4.068.326
2013/2014	13.655	13.655	95	17.602.10	6.619.62	525.30	7.409.056

*total venta final, corresponde a la venta total menos los gastos de exportación y mas el IVA que es devuelto al productor.

Como se puede observar en el Cuadro 16, a medida que aumenta el número de varas exportadas disminuyen los gastos de exportación. Otro factor que influye en forma notoria en la liquidación final, es el precio del dólar.