

UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

POSTCOSECHA DE PEONÍA HERBÁCEA PARA EXPORTACIÓN EN ALMACENAJE PROLONGADO

por

MARCO ANDINO FUENTES OLIVARES

MEMORIA DE TÍTULO

Presentada a la
Universidad de Talca como
Parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, CHILE

2020-2021

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



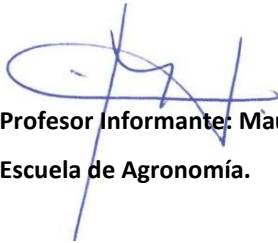
Talca, 2021

HOJA DE APROBACIÓN

APROBACIÓN:

A handwritten signature in blue ink that reads "F. Schiappacasse". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath.

Profesora Guía: Flavia Schiappacasse Canepa, Ingeniero Agrónomo, M.S. Profesora Asociada. Escuela de Agronomía.

A handwritten signature in blue ink that reads "M. Lolas Caneo". The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath.

Profesor Informante: Mauricio Lolas Caneo, Ingeniero Agrónomo, M.S., Ph.D. Profesor Asociado, Escuela de Agronomía.

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: Jueves 13 de mayo, 16:00 horas

RESUMEN

En Chile la exportación de flores de corte se realiza prácticamente en su totalidad vía aérea, lo que suele ser hasta un 30% más costoso que los embarques marítimos y no aseguran la conservación de la cadena de frío durante la cadena de suministro. Las variedades de *Paeonia lactiflora* representaron un 59% del total de ingresos en USD FOB por flores frescas de corte exportadas en 2019. El objetivo de esta investigación fue revisar aspectos de postcosecha y almacenamiento prolongado de flores de peonía y ejecutar experimentos con varas de exportación para evaluar vida en florero e incidencia de pardeamiento o ataque del hongo *Botrytis* spp. Para esto se midió la vida útil y aspectos de la calidad de la variedad 'Coral Charm' puestas en una solución de mantención con agua destilada y Florissant 500 N luego de un almacenamiento prolongado de 0, 4 y 8 semanas. El almacenamiento prolongado disminuyó la vida útil en 2 y 3 días para el almacenamiento de 4 y 8 semanas comparado con el control de 0 semanas y el diámetro floral se redujo en 4,3 cm a las 8 semanas de guarda. El tiempo hasta la apertura de la flor y la cantidad de flores con problemas visuales aumentó mientras aumentaba el tiempo de almacenamiento. Paralelamente, flores de la variedad 'Sarah Bernhardt' fueron tratadas con Switch 62,5 WG bajo inmersión (actuando de control); Switch 62,5 WG (ULV); Picatina Flora (ULV); Fludioxonil 230 SC (ULV); Bacinpost (ULV) usando un prototipo de pulverizador electrostático, aplicando con el método Ultra Low Volume (ULV) para observar la eficacia contra *Botrytis* spp. Al octavo día en vaso, las flores del control de 'Sarah Bernhardt' presentaron un 71% de flores afectadas y el día 5 en florero las flores almacenadas durante 4 semanas fueron desechadas con un 95% de incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento. En conclusión, solo las flores 'Coral Charm' de 4 semanas de almacenamiento se consideraron aceptables para ser enviadas a mercados extranjeros en almacenamiento prolongado por vía marítima.

Palabras clave: Peonía, 'Coral Charm', 'Sarah Bernhardt', almacenamiento prolongado, vida útil, postcosecha, *Botrytis*.

ABSTRACT

In Chile, cut flowers are almost totally exported by air freight, could be up to 30% more costly than sea transport and does not guarantee the maintenance of the cold temperature during the supply chain. The varieties of *Paeonia lactiflora* represented a 59% of total earnings in the FOB USD for fresh cut flowers that were exported in 2019. The aim of this research was to analyze general postharvest aspects including long-term storage of peony flowers, and, in addition, to run experiments with export flowers to measure vase life and incidence of browning or *Botrytis* spp. after long term storage. Shelf life and cut flower quality aspects were measured in the variety called 'Coral Charm'. The flowers were placed in a solution that included distilled water and Florissant 500 N, after storage for 0, 4, or 8 weeks. The long storage decreased the lifespan in 2 and 3 days for the storage of 4 and 8 weeks, compared with the control (0 weeks), and flower diameter was reduced by 4,3 cm in the flowers stored for 8 weeks. The time until flower opening and the number of flowers with visual problems increased as the storage time was increased. On the other side, 'Sarah Bernhardt's' flowers were treated with Switch 62,5 WG (immersion, as control treatment); and Switch 62,5 WG (ULV); Picatina™ Flora (ULV); Fludioxonil 230 SC (ULV); Bacinpost (ULV), using a prototype electrostatic sprayer with the ultra-low volume (ULV) method, to observe their efficacy against *Botrytis* spp. By the eighth day, 'Sarah Bernhardt's' control showed 71% of affected flowers, and flowers stored for 8 weeks at the fifth day in a vase were discarded with a 95% *Botrytis* spp. and/or browning incidence. In conclusion, only 4 weeks-stored 'Coral Charm's' flowers were considered acceptable to be delivered to foreign markets after prolonged storage during sea transportation.

Keywords: Peony, 'Coral Charm', 'Sarah Bernhardt', long-term storage, vase life, postharvest, *Botrytis* spp.

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1.	Hipótesis.....	13
1.2.	Objetivo Principal.....	13
1.3.	Objetivos específicos.....	14
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
2.1.	Comercialización y exportación de peonías.....	15
2.2.	Metodología de cosecha	16
2.2.1.	Horario del corte.....	16
2.2.2.	Corte y altura del corte	17
2.3.	Distribución y tamaño de huertos	17
2.4.	Cosecha	17
2.4.1.	Suma térmica	18
2.4.2.	Presencia de néctar.....	18
2.4.3.	Estado del botón floral.....	18
2.5.	Postcosecha	19
2.5.1.	Fisiología en Postcosecha.....	19
2.6.	Tratamientos después del corte	20
2.6.1.	Solución de rehidratación o acondicionamiento	20
2.6.2.	Solución de mantención.....	21
2.6.3.	Solución de pulsado	21
2.6.4.	Apertura de los botones florales.	21
2.7.	Packing (Selección, Clasificación y Embalaje)	22
2.8.	Embalaje, transporte y almacenamiento en seco.....	22
2.9.	Almacenamiento prolongado	23

2.10.	Principales enfermedades que podrían afectar las flores de peonía luego del almacenamiento	25
2.10.1.	Moho gris o tizón foliar	25
2.10.2.	<i>Mycocentrospora acerina</i>	25
2.10.3.	Tobacco Rattle Virus (TRV).....	26
2.10.4.	<i>Stemphylium globuliferum</i>	26
2.11.	Productos aplicados en la postcosecha de flores contra <i>Botrytis</i> spp.....	27
2.11.1.	Switch 62.5 (Syngenta).....	27
2.11.2.	Picatina™ Flora (Syngenta).....	27
2.11.3.	Fludioxonil 230 SC (Agrospec).....	27
2.11.4.	Bacinpost (Biopacific).....	27
2.12.	Problemas abióticos en flores luego del almacenamiento prolongado	28
2.13.	Transporte vía aérea	29
2.14.	Transporte vía marítima.....	29
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1.	Ubicación del experimento	31
3.2.	Obtención del material vegetal (flores de peonía)	31
3.3.	Experimento 1: Determinación de la vida en florero en variedad ‘Coral Charm’ y aspectos de la calidad como diámetro de la flor y días a flor abierta	31
3.4.	Experimento 2: Incidencia de <i>Botrytis</i> spp. en peonías variedad ‘Sarah Bernhardt’ con la aplicación de diferentes productos en postcosecha y evaluación de calidad	32
4.	RESULTADOS	35
4.1.	Experimento 1: Determinación de la vida en florero en variedad ‘Coral Charm’ y aspectos de la calidad como diámetro de la flor y días a flor abierta	35

4.2. Experimento 2: Evaluación de diferentes productos aplicados en postcosecha contra <i>Botrytis</i> spp. en la variedad 'Sarah Bernhardt' y aspectos de la calidad (vida en florero, diámetro de la flor y días a flor abierta)	37
5. DISCUSIÓN	40
6. CONCLUSIONES	42
7. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	43

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 4.1: VARAS FLORALES DE 'CORAL CHARM' EL DÍA 1 DE SER PUESTAS EN LA CÁMARA DE AMBIENTE SEMI CONTROLADO (FOTO A) Y A LOS 7 DÍAS DE VIDA ÚTIL (FOTO B) CON 0 SEMANAS DE ALMACENAMIENTO.....	35
FIGURA 4.2: CORAL CHARM' CON 8 SEMANAS DE ALMACENAMIENTO PROLONGADO. CAMBIO EN LA TONALIDAD DE LOS PÉTALOS, DESDE EL COMIENZO DE SU VIDA ÚTIL (FOTO A) Y FLORES CERCANAS AL FIN DE SU VIDA ÚTIL (FOTO B). APERTURAS FLORALES CON DEFORMIDADES (FOTO C) Y BOTÓN FLORAL CERRADO CON PÉTALOS DESHIDRATADOS (FOTO D).	36
FIGURA 4.3: VARIEDAD 'SARAH BERNHARDT' CON PRESENCIA DE PARDEAMIENTO EN SUS PÉTALOS EXTERNOS DE LAS FLORES SIN ALMACENAMIENTO DURANTE EL DÍA 10 DE PUESTAS EN FLORERO (FOTO A) Y AL DÍA 4 DE LAS FLORES ALMACENADAS DURANTE 4 SEMANAS (FOTO B).	38

INDICE DE CUADROS

CUADRO 4.1: VIDA ÚTIL, DIÁMETRO DE LA FLOR Y DÍAS A FLOR ABIERTA DE <i>Paeonia lactiflora</i> VARIEDAD 'CORAL CHARM' DESPUÉS DE 0 SEMANAS, 4 SEMANAS Y 8 SEMANAS DE ALMACENAMIENTO PROLONGADO.	36
CUADRO 4.2: VIDA ÚTIL, DIÁMETRO DE LA FLOR Y DÍAS A FLOR ABIERTA DE <i>Paeonia lactiflora</i> 'SARAH BERNHARDT' DESPUÉS DE 0 SEMANAS Y 4 SEMANAS DE ALMACENAMIENTO PROLONGADO.	37
CUADRO 4.3: EFECTO DEL ALMACENAMIENTO PROLONGADO Y LA APLICACIÓN DE PRODUCTOS SOBRE LA INCIDENCIA DE <i>Botrytis</i> SPP. Y/O PARDEAMIENTO DE LAS FLORES DE PAEONIA 'Sarah bernhardt' A LOS 5 DÍAS DE SER PUESTAS EN FLORERO.	39

1. INTRODUCCIÓN

Las peonías son plantas pertenecientes a la familia de las *Paeoniaceae*, originarias del sur de Europa, Medio Oriente y China. Esta familia de flores abarca alrededor de unas 30 especies conocidas por sus grandes y vistosas flores las cuales poseen una gran distribución mundial, ya que son cultivadas en todos los continentes como plantas ornamentales, de jardín y para la industria floral (Salinas et al., 2011). Dentro de esta familia existen dos grupos principalmente, las peonías de tipo arbustivo o arbóreas que son utilizadas con fines ornamentales y excepcionalmente para exportación y las peonías herbáceas perennes las cuales son utilizadas como flor de corte (FIA, 2003).

Las peonías herbáceas principalmente híbridos de *Paeonia lactiflora* florecen una vez por temporada a partir de un rizoma latente (Salinas et al., 2011), siendo cosechadas en una ventana de 2 a 4 semanas dependiendo del cultivo, la edad y el tamaño de la planta, además de factores ambientales. Los productores dependen de la cosecha escalonada de diferentes variedades de peonía para alargar su periodo de oferta, además del uso de cámara de frío para almacenamiento. Por otro lado, esta especie presenta una baja vida útil en florero, variando de 5 a 9 días (Jahnke et al., 2020). La vida de la vara floral después del corte se ve afectada en un 30% por el manejo de la planta previo a la cosecha (De la Riva, 2011). Por lo que, aspectos del cultivo como una adecuada nutrición, condiciones ambientales al momento del corte, estado del botón floral y aporte de agua deben ser altamente considerados para una buena postcosecha (Verdugo et al., 2007).

En Chile, el cultivo de peonías de forma comercial ha aumentado en base a las ventajas competitivas de producción que el país ofrece y a las oportunidades comerciales que presenta el mercado internacional (De Kartzow, 2005). Las ventajas comparativas presentes en el país están asociadas al clima frío requerido para el crecimiento de las flores, un valor medio de exportación, el terreno necesario para su producción, una sanidad y calidad aceptable y la contra estacionalidad con respecto a los productores del hemisferio norte (ProChile, 2012).

Los cultivos de peonía para flor de corte se encuentran distribuidos a lo largo del país comenzando por la quinta región de Valparaíso hasta la región de Magallanes en el extremo austral. La cosecha es paulatina iniciando en la región de Valparaíso durante la primavera hasta mediados de enero en la Patagonia. La comercialización de las varas florales se orienta en satisfacer la demanda de los países del hemisferio norte (Pávez, 2012). En el 2019, las exportaciones de flores frescas de peonía lograron un valor FOB de

US\$227.274 de dólares, lo que represento el 59% del dinero registrado por la exportación en este rubro (ODEPA, 2019).

Desde el comienzo la vía de transporte más usada es el flete aéreo debido a su rapidez, pese a su alto costo y a exponer los embarques a temperaturas que pueden afectar la vida útil y calidad de las varas florales, aún durante el relativo corto periodo de tiempo de vuelo (OPIA, 2007). Es necesario considerar otra vía de exportación hacia el hemisferio norte, observando como opción la vía marítima con un menor costo de flete y el uso de contenedores refrigerados para el viaje, logrando mantener las flores frescas por un periodo de al menos 3 o 4 semanas (INFOCENTER, 2010). Por lo tanto, es importante en este rubro desarrollar nuevas tecnologías para mantener la calidad de las flores en postcosecha (OPIA, 2007).

Debido a lo anterior y al interés por esta especie en los mercados internacionales es necesario una exhaustiva búsqueda de información sobre la vida útil de las flores de peonía y otras especies de flor cortada, así también como de su almacenamiento prolongado para la exportación en fresco a los mercados del hemisferio norte a través de embarques marítimos, manteniendo una excelente calidad en florero y precios competitivos.

Durante esta investigación se realizó un ensayo en donde flores de peonía variedad 'Coral Charm' y 'Sarah Bernhardt' fueron sometidas a almacenamiento prolongado de 0, 4 y 8 semanas a temperaturas de 0,5° C. Las flores de 'Coral Charm' fueron usadas para medir la vida útil, mientras que las flores 'Sarah Bernhardt' fueron tratadas con diferentes agroquímicos con el método de Ultra Low Volume (ULV) vía aplicación electroestática para evaluar la incidencia del hongo *Botrytis* spp.

1.1. Hipótesis

Las peonías cultivadas en Chile son capaces de llegar a mercados lejanos con buena calidad para ser comercializadas luego de un almacenaje prolongado de 4 y 8 semanas.

1.2. Objetivo Principal

Analizar aspectos de calidad en variedades de *Paeonia lactiflora* luego de almacenaje prolongado.

1.3. Objetivos específicos

Evaluar la vida en florero de flores de peonía variedad 'Coral Charm' en ambiente semi controlado luego de almacenamiento prolongado de 0, 4 y 8 semanas.

Evaluar el número de flores con incidencia de *Botrytis* spp. o pardeamiento en peonías 'Sarah Bernhardt' con la aplicación de diferentes fungicidas y almacenamiento de 0, 4 y 8 semanas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Comercialización y exportación de peonías

La floricultura en Chile comenzó su expansión desde los años 80' logrando su asentamiento después de los 90' con el ingreso de nuevas especies y variedades (FIA, 2003). Así también, con la apertura de la economía hacia el extranjero, lo que abrió nuevas oportunidades en especial para la agricultura familiar campesina apoyados por la Institucionalidad (Valenzuela, 2011). En el año 1995, la FAO desarrolló una metodología para determinar rentabilidad y riesgo en producción agrícola, este sistema fue usado por la FIA y con ello se determinó que la floricultura es una buena opción de actividad productiva para pequeños y medianos agricultores (Manzano, 2003).

Chile es un actor secundario en el mercado internacional de flores, aunque muestra una tendencia abrupta en los últimos 20 años. Durante el año 2001 el negocio de flores frescas y capullos cortados para ramos o adornos registra exportaciones de US \$3.937.010 dólares FOB (ODEPA, 2019). En 2010 Chile exportó un total aproximado de US \$2,6 millones en flores frescas, en cuyo año las flores de peonía representaron aproximadamente el 41% del monto total exportado de flores frescas (Salinas et al., 2011). Actualmente, las exportaciones de flores frescas de peonía representaron el 59% de un total US \$8.933.537 dólares FOB (ODEPA, 2019).

Los principales países productores de peonías a nivel mundial se ubican en el hemisferio norte, tales como Holanda, Estados Unidos, China y Canadá. En estos países, especialmente en Estados Unidos la producción se concentra en los meses de junio y agosto, por lo tanto, prácticamente la totalidad del comprador de peonías se queda sin flores de este tipo durante los meses de noviembre a enero (ProChile, 2012). Período en el cual se producen en el hemisferio sur, donde los principales países productores son Australia, Nueva Zelanda y Chile (Pávez, 2012). Chile cuenta con ventajas comparativas para la producción de peonías, debido a un clima frío para el desarrollo de la planta, los terrenos necesarios para su cultivo, barreras fitosanitarias naturales y la contra estacionalidad con los países del hemisferio norte (ProChile, 2012).

La contra estación es fundamental para los productores de peonías del hemisferio sur, debido a que pueden ofrecer estas flores cuando los grandes productores del hemisferio norte se encuentran en receso (Pávez, 2012). En Chile, la oferta de peonías comienza desde octubre-noviembre en las regiones de Valparaíso a la Araucanía y se prolonga hasta enero en Magallanes, presentando los precios más

convenientes en el mes de diciembre (navidad, con preferencias de variedades rojas y blancas), enero (año nuevo) y febrero (día de San Valentín) (Salinas et al., 2011). Un factor importante es que las peonías no son oferta exportable de los principales países comercializadores de flores frescas en Latinoamérica (ProChile, 2012).

La exportación de peonías desde Chile está destinada principalmente al mercado de Estados Unidos con un 68% del total exportado y a Holanda con un 23% durante el 2010 (Salinas et al., 2011). Las especies de peonías herbáceas que se exportan son variedades de *Paeonia Lactiflora* y Peonías Híbridas (ProChile, 2018). Según datos de la Salinas et al. (2011) los retornos por vara exportada pueden variar entre US \$0,4 y 1,5 dependiendo de la calidad, variedad y época de oferta.

2.2. Metodología de cosecha

Durante la cosecha es importante considerar diversos factores y condiciones para no acortar la vida en florero ni afectar las cosechas de los años venideros.

Durante los dos primeros años se prioriza el crecimiento del rizoma y el almacenamiento nutricional, por lo que la flor es desbotonada (Armitage, 1993). La cosecha de flores de peonías herbáceas se puede comenzar a realizar a partir del tercer año con un 30% de las varas florales y la plena producción comienza desde el cuarto y quinto año (Kamenetsky y Dole, 2012). Se debe permitir que al menos 3 hojas permanezcan en la planta después de cortar el tallo. La eliminación de demasiado follaje reduce el vigor en los años subsiguientes (Armitage, 1993).

2.2.1. Horario del corte

Según Armitage (1995), citado en Latorre et al. (1997) las varas deben ser cortadas temprano por la mañana cuando las temperaturas son bajas, ya que las plantas se encuentran en un estado más túrgido y con una actividad metabólica mínima. De todas maneras, el proceso de cambio de estado de los botones florales es muy dinámico, por ende, se puede necesitar cosechar hasta tres veces durante el día, siendo temprano por la mañana el mejor momento seguido por un horario en la tarde cuando las temperaturas descienden (Kamenetsky y Dole, 2012).

En regiones con mañanas húmedas y/o rocío el corte temprano por la mañana puede derivar en problemas con hongos en las varas florales por lo que es necesario secarlas previamente a la puesta en cámara de frío (Latorre et al., 1997).

2.2.2. Corte y altura del corte

El corte debe ser parejo y recto, realizado con tijeras o cuchillo curvo (Chahín, 2007). La altura del corte será influenciada por los gustos del mercado de destino. Para el mercado de Estados Unidos la clasificación de US n°1 se requiere un largo floral de 50 a 60 cm y de 45 a 50 cm de largo para la clasificación US N°2 (Latorre et al., 1997).

2.3. Distribución y tamaño de huertos

La superficie cultivada con peonía herbácea en Chile se estima en 110 hectáreas, distribuidas entre las regiones de Valparaíso y de Magallanes. Esta amplia distribución le confiere un gran potencial productivo, debido a la adaptabilidad en diferentes climas (Salinas et al., 2011). La *Paeonia lactiflora* presenta gran potencial de desarrollo en Chile debido a la diversidad de condiciones climáticas, lo que permite generar una oferta desde octubre en la zona central y que se extiende hasta enero en la zona sur austral (FIA, s. f.). Una de las características de los productores de flores de corte es lo atomizado de sus huertos, con tamaños de 0,5 a 4 Ha, presentando un mix de variedades que le permiten al agricultor ampliar la época de cosecha y la oferta (FIA, s. f.).

2.4. Cosecha

Se ha determinado que un tercio de la vida de la flor cortada está influenciada por el ambiente de precosecha, mientras que los dos tercios restantes son por el manejo y las condiciones reinantes después del corte (De La Riva, 2011). Según Verdugo et al. (1994) citado en un documento de Salinas et al. (2011), entre el 30 y 70% del potencial de la duración de la flor cortada queda determinado durante la cosecha. Se ha identificado diferentes métodos para predecir el momento adecuado de cosecha tales como la suma térmica, a través de procesos fisiológicos y por el estado del botón floral.

2.4.1. Suma térmica

Para determinar el periodo de cosecha de cada variedad de peonía herbácea es necesario calcular los grados días (GDA) o suma térmica, tiempo en el cual las temperaturas se sostuvieron por sobre el umbral de desarrollo de la planta, en el caso de la peonía el umbral de crecimiento es de 5°C (Latorre et al., 1997).

Según los experimentos realizados por Gómez (2002) citado por Latorre et al. (1997), se dedujo que las plantas de peonía herbácea requieren en promedio 774 días grados desde el 1 de mayo hasta el momento en que sus flores estén listas para ser cosechadas.

2.4.2. Presencia de néctar

Según Rogers (1995) citado por Latorre et al. (1997), los botones florales de peonía previo a la apertura floral presentan una exudación de azúcares con el fin de asegurar su polinización. Este exudado se presenta durante un rango de 7 a 21 días dependiendo de la variedad para luego desaparecer, lo que indica que en un rango de 7 a 15 días posteriores las flores estarán listas para abrir (Latorre et al., 1997). Según observaciones propias, este exudado se mantiene en el botón aun cuando la vara floral fue cosechada y puesta en florero, lo que puede promover la proliferación de patógenos.

2.4.3. Estado del botón floral

En la actualidad la metodología que mejor determina el momento de cosechar las varas es conociendo el estado del botón floral, es así como según Kamenetsky y Dole (2012), la apertura de las yemas ha sido dividida en 6 etapas:

1. Una yema apretada mostrando poco color verdadero de pétalo; 2. Yema cerrada mostrando su verdadero color de pétalo; 3. Yema blanda; 4. Yema muy blanda; 5. Casi abierta con pétalos no reflejados pero que aún se curvan hacia el centro; 6. Completamente abierto.

El óptimo momento de cosecha para flor fresca, se ubica entre los estados 2 y 4 cuando el botón floral aún no está abierto, pero si está blando al tacto, de esta forma se asegura que más del 90% de las flores se abran en el mercado de destino. Cuanto menos maduro sea el capullo de la flor, mayor será la vida en el florero (Kamenetsky y Dole, 2012). Otros autores como Armitage (1993), toman como regla general que las flores deben ser cortadas cuando las yemas muestran su color verdadero, pero aún están apretadas.

Determinar el momento adecuado de botón permite una mayor seguridad del tiempo de vida útil de la flor.

El estado del botón floral que se elija para cosechar dependerá en gran medida de la variedad y si esta es flor simple o doble. Según Yagello, visto en un documento de Latorre et al. (1997) y Armitage (1993), las variedades dobles y rojas de *Paeonia lactiflora* deben ser cosechadas al visualizar un mayor desarrollo del botón que las variedades simples y blancas. Por otro lado, variedades híbridas como 'Red Charm' y 'Henry Bocktoce' deben ser cosechadas en el estado 2, es decir, con la yema apretada, pero mostrando su color verdadero. Otros autores como Stevens et al. (1993), citado por Latorre et al. (1997) indican que conocer el diámetro de botón a cosecha de las diferentes variedades, otorga un buen indicativo del momento de corte. Las peonías deben ser cosechadas cuando los botones presenten un tamaño entre 25 y 44 mm dependiendo de la variedad.

2.5. Postcosecha

La postcosecha de las flores de peonía herbácea se entenderá como la etapa desde que la vara es cortada de la planta y es tratada para mantener su calidad hasta su llegada al puerto de destino y luego al consumidor final (Latorre et al., 1997). Debido a la distancia de Chile con los mercados de destino en el hemisferio norte, es crucial someter a las varas florales recién cortadas a tratamientos que impidan su rápida senescencia (De la Riva, 2011).

2.5.1. Fisiología en Postcosecha

El estatus hormonal cuando la vara floral es cosechada es una de las condiciones más importantes para evitar un rápido marchitamiento de las flores, una alta tasa de etileno conllevará a una rápida senescencia (De la Riva, 2011). Las concentraciones del etileno en la planta presentan 3 etapas: 1. Primeramente durante la formación de la flor esta hormona se encuentra en concentraciones bajas y estables; 2. Luego debido a la maduración de las partes de la flor se presenta un aumento exponencial de etileno; 3. Por último, se observa una caída y estabilización con concentraciones muy bajas.

En botones florales y flores juveniles la producción de etileno es baja y estable, sin embargo, el corte de la vara floral desencadenará la producción de etileno desde el tallo, con el objetivo de forzar la maduración del botón floral (Figueroa, s. f.).

Las plantas luego de ser cortadas mantienen su metabolismo en acción, una flor a 30° C posiblemente respire (y por lo tanto envejezca) hasta 45 veces más rápido que una flor que se encuentre a 2° C, por ende, tendrá una vida en postcosecha mucho más corta (Reid, 2009). Es así como los botones florales almacenados a una mayor temperatura tendrán una maduración más repentina (Eason et al., 2002). El equilibrio hídrico se perderá debido a la pérdida de agua desde el follaje y pétalos (también sépalos) por respiración y transpiración desde la vara, sumado a la imposibilidad de absorber el agua equivalente a las pérdidas disminuirá la vida en postcosecha (De Kartzow, 2005).

Cada uno de estos puntos origina un manejo que debe ser proporcionado de la manera más eficaz para conseguir una calidad óptima de las flores.

2.6. Tratamientos después del corte

Luego de que las plantas son cortadas estas deben ser puestas en una cámara de frío para estabilizar al mínimo su metabolismo y así ralentizar su respiración, producción de etileno y consumo de carbohidratos (Latorre et al., 1997). La cadena de frío debe mantenerse rigurosamente durante todos los procesos posteriores al corte para mantener la calidad de las flores (Reid, 2009). El traslado desde el predio a la cámara de frío puede ser con las varas florales en agua con una solución preservante o en seco.

En el mercado se encuentran diferentes soluciones utilizadas después de la cosecha para mejorar la calidad de las flores y cada una tiene contemplado un propósito específico. Existen soluciones como rehidratantes o acondicionadoras, soluciones de mantención, pulsado y apertura del botón.

2.6.1. Solución de rehidratación o acondicionamiento

Las flores de peonía luego de llegar al puerto de destino deben ser puestas en baldes con agua y preservantes para ser rehidratadas y comercializadas (Latorre et al., 1997). El agua para restaurar la turgidez de las varas florales debe estar desionizada y con una solución germicida. Puede contener un agente humectante para acelerar la rehidratación y es recomendable acidificar el agua hasta alcanzar un pH de 3,5 para evitar la proliferación de microorganismos (Reid, 2009).

2.6.2. Solución de mantención

Se llama solución de mantención aquella empleada desde que las flores pasan al florero, son usadas para alargar la vida útil, aumentar el diámetro floral y mantener el color intenso en los pétalos hasta el fin de su vida en florero, este tipo de solución contiene carbohidratos, germicidas, reguladores de crecimiento y algunos componentes minerales (Lincolao, 2010).

Algunas disoluciones diseñadas tienen una base común que consiste en tampón cítrico-citrato pH 4, que contiene además sacarosa como fuente carbonada para mantener un aporte energético a la flor y Tritón X-100 como agente tensoactivo y humectante. El azúcar como la sacarosa contribuye a mantener el balance hídrico en la flor cortada al provocar el cierre de los estomas (impidiendo así la pérdida inicial de agua), también favorece la retención de agua y solutos por las células (De la Riva, 2011).

Como agente antimicrobiano se han usado diferentes compuestos, entre ellos el amonio cuaternario otorga buenos resultados. Otro agente estudiado ha sido la clorina (hipoclorito de sodio) que en florero mantiene una baja población de microbios alargando la vida de las flores, igualmente el peróxido de hidrógeno tiene buenos resultados como biocida (De la Riva, 2011).

2.6.3. Solución de pulsado

Esta solución se usa luego de cosechar las varas florales, colocando las varas en la solución por un tiempo corto que no debe superar las 20 horas, generalmente se utiliza en flores de corte que son cosechadas en estado de botón (Pérez-Arias, 2015), el objetivo de este “pulsado” es prolongar la vida de las flores en almacenamiento y en florero, inhibir la biosíntesis de etileno y evitar el amarillamiento de las hojas. La sacarosa es el principal ingrediente de las soluciones de pulsado con concentraciones que varían entre 2 y 20%, dependiendo de la especie (Reid, 2009).

2.6.4. Apertura de los botones florales.

Debido a que las flores cosechadas en estado de botón se pueden ver aletargadas tras un largo almacenamiento en frío, puede ser necesario soluciones especiales que contienen azúcar y germicida antes de ser vendidas al consumidor final, para mejorar el porcentaje de apertura de las flores (Reid, 2009). Uno de los principales productos químicos usados para abrir las flores de peonías y mejorar la durabilidad

previas a la venta es el producto Chrystal Clear de FloraLife que contiene dextrosa y ácido cítrico (Fischer, s. f.).

2.7. Packing (Selección, Clasificación y Embalaje)

En esta etapa las flores se seleccionan, se clasifican y se embalan. Para la selección se ha establecido que solamente pueden ser comercializadas flores que presenten un aspecto sano y fresco, los tallos sobre 50 cm absolutamente rectos y rígidos con botones de un calibre uniforme (Salinas et al., 2011). Las varas florales que tengan daños mecánicos por la cosecha, varas con síntomas de plagas o enfermedades, o botones florales que no alcancen los estándares de calidad para el mercado de destino deben ser descartados (Latorre et al., 1997).

Luego de seleccionar las flores, estas se calibran según la uniformidad de la vara floral y el diámetro del botón para que corresponda a la variedad producida. La clasificación por largo de vara es en calibres 60/70, 70/80, 80/90, 90/100 y eventualmente 100/110 y 110/120 cm. En cada variedad se producen botones en una gama de tonalidades más claras u oscuros del color predeterminado por la variedad, en la formación de los ramos se debe cuidar que estos se formen con botones florales de la misma calidad, diámetro, color y tono (Latorre et al., 1997).

Al momento de embalar se eliminarán las hojas inferiores y se formaran ramos de 5 a 10 varas, los ramos deben ser amarrados como mínimo en 2 zonas de la vara con cuidado de no dañar las hojas ni botones (Salinas et al., 2011). Los daños debido a la manipulación pueden ser reducidos cuando los procesos descritos son realizados en el campo (Reid, 2009).

Los ramos se envuelven en polipropileno o papel blanco y se depositan en ambos sentidos de la caja. Las cajas son de cartón duro blanco de 12 kg, se denominan comúnmente “lilybox” las que presentan agujeros o aletas prepicadas. Sus dimensiones son 108 x 45 x 15 cm con una capacidad para 40 ramos de 5 varas cada uno, es decir 200 unidades/caja (Salinas et al., 2011).

2.8. Embalaje, transporte y almacenamiento en seco

El embalaje y almacenamiento en seco de las peonías es posible ya que son bastante tolerantes a los cambios de humedad. Según Chahín y Sáez (2003), citado por Salinas et al. (2011), el embalaje en seco se debe realizar entre 0,5° y 2° C como máximo; este embalaje da una mayor duración que con agua. Según

Fischer (s. f.), flores de peonía almacenadas con agua a una temperatura de 0° a 4°C no logran un buen almacenamiento, debido a la anticipada apertura de la flor dentro de la cámara de frío.

Cultivadores holandeses cosechan en seco e inmediatamente transportan las flores a la cámara de frío donde son puestas de forma horizontal y a una temperatura entre 0° y 1°C, manteniéndolas en buen estado hasta por 4 semanas, antes de comercializarlas (Latorre et al., 1997). El formato en seco da buenos resultados especialmente para productores que no cuenten con la mano de obra, el capital ni el espacio físico para poner las flores en una solución preservante. Siempre que la temperatura de la cámara se mantenga en el rango óptimo para la conservación y sin variaciones (Latorre et al., 1997).

2.9. Almacenamiento prolongado

El almacenamiento de las flores de corte es un factor importante para el productor ya que le permite prolongar el tiempo de oferta y llegar a mercados lejanos a través de fletes aéreos y marítimos, dependiendo del método de almacenamiento las flores de peonía son capaces de resistir desde semanas hasta varios meses (Skutnik et al., 2020). Para que el almacenamiento sea efectivo este debe mantener ciertos parámetros ambientales de temperaturas, humedad e intercambio de gases.

Las flores de corte cuando son enfriadas y luego puestas a mayor temperatura generarán condensación, lo que aumentará el riesgo del ataque de hongos. Es recomendable pre enfriar, embalar y luego almacenar las flores en frío para que se mantengan a una temperatura adecuada y secas durante su almacenamiento (Reid, 2009). De otra forma se puede embalar y pre enfriar de 5° a 7°C con las cajas abiertas para luego trasladar a la zona de almacenamiento prolongado a temperatura más bajas (The peony society, 2019). Las flores de corte cambian pueden variar de temperatura bastante rápido, la mayoría de las flores se pueden enfriar hasta alcanzar la temperatura recomendada de 45 minutos a 1 hora, luego de esto las cajas deben ser selladas hasta su destino (Reid, 2009).

Las flores de peonía herbácea deben ser mantenidas a una temperatura óptima cercana al punto de congelación entre 0° y 1,5°C (Reid, 2009). Con una humedad relativa de 75-80% para evitar la deshidratación (Auer y Holloway, 2008). Para Fischer (s. f.), la temperatura en almacenamiento prolongado debe mantenerse entre -1° y 0°C con una ventilación adecuada que evite el congelamiento de la vara floral. Además, para almacenar prolongadamente a la espera de días festivos, las cajas de cartón se pueden cubrir por dentro con papel celofán, para luego envolver los racimos dentro y sellar el celofán sobre ellas

generando una atmosfera a prueba de humedad a temperaturas de $-0,5^{\circ}\text{C}$. Temperaturas desde los 2°C aceleran su deshidratación y el consumo de carbohidratos (Latorre et al., 1997).

En el caso del intercambio gaseoso lo más relevante es la presencia de la fitohormona etileno de forma endógena y exógena, ya que afectara de forma considerable la vida durante el almacenamiento y posterior puesta en florero. Por lo que, la cámara de guarda o container debe incluir tecnologías que prevenga la contaminación por gas, que remueva el etileno atmosférico y/o para inhibir la producción y acción de etileno (Figueroa, s. f.).

Para flores de corte altamente sensibles al etileno, se les debe dar un pulsado específico para el caso. Las sustancias capaces de controlar el efecto de la acción del etileno se pueden clasificar de la siguiente manera: a) inhibidores de la síntesis de etileno; b) inhibidores de la expresión genética del etileno y c) oxidantes del etileno (Saldívar, 2017). Las peonías se encuentran en el grupo de flores relativamente sensibles al etileno, sin embargo, luego del almacenamiento prolongado las flores son más sensibles a este gas (Figueroa, s. f.).

Dentro de los inhibidores de la síntesis de etileno se encuentran los compuestos: Aminoetoxi-vinilglicina (AVG) que inhibe la producción de la enzima ACC sintasa (promotor del etileno) y el ácido aminooxiacético (AOA) que bloquea el sustrato de acción de la enzima ACC sintasa, en el comercio se encuentra con el nombre de Chrysal EVB y Floríssima 135 (Balaguera-López et al., 2014). El 1-metilciclopropano (1-MCP), gas orgánico que modifica la unión del etileno al sitio de acción, como producto comercial se encuentra Ethylbloc y SmartFresh. Uno de los oxidantes de etileno usados en la industria es el permanganato de potasio (KMnO_4), se utiliza en un vehículo poroso de transporte como vermiculita o similares (Saldívar, 2017). El Jasmonato de metilo es un gas capaz de impregnarse en el material de embalaje de productos hortícolas para aplazar su senescencia y evitar la infección de enfermedades fungosas (Gast, 2001).

La calidad y la vida total del florero disminuye a medida que aumenta la duración del almacenamiento (Jahnke et al., 2020). En experimentos realizados por Walton et al. (2010) citado por Skutnik et al. (2020), la vida en florero de peonías frescas es 5 días más larga que las flores sacadas de un almacenamiento de 8 semanas. Mientras que Skutnik et al. (2020), redujo la vida útil solo en 2 días usando una solución de mantenimiento luego de 12 semanas de almacenamiento en frío, obteniendo 8 días de vida útil en flores de la variedad 'Sarah Bernhardt'. Por otro lado, los diámetros de las flores fueron un 20–32% más bajos que los de las flores no almacenadas de los tratamientos correspondientes y el 20% de las flores no abrieron.

2.10. Principales enfermedades que podrían afectar las flores de peonía luego del almacenamiento

Los cultivos de peonías en Chile se ven afectadas por diversas plagas y enfermedades que afectan los diferentes órganos de la planta, tanto, en el predio como en el producto final durante su estancia en la cadena de suministros al consumidor. Dentro de los principales enfermedades fungosas, bacterianas o por virus en Chile, según Chahín et al. (2012), se encuentran los siguientes:

2.10.1. Moho gris o tizón foliar

Esta enfermedad es causada principalmente por los fitopatógenos *Botrytis cinerea* y *Botrytis paeoniae*, sin embargo, se ha descubierto otras especies como *B. fragariae* en Europa, *B. prunorum* en Chile y *B. euroamericana* en Estados Unidos que usan de hospedero las flores de peonía (Kaye, s. f.). El moho gris se puede presentar durante todo el desarrollo de la planta y en la postcosecha de las flores, ya que es capaz de desarrollarse en condiciones de almacenamiento. Los síntomas en el follaje son manchas esféricas de color marrón claro en el centro y marrón oscuro alrededor. En los botones cerrados produce que los pétalos se pudran desde el interior hacia afuera y en las flores abiertas produce manchas de color marrón en los pétalos que se extienden rápidamente (Garfinkel y Chastagner, 2016). Esta enfermedad es controlada en el predio con aplicación de agroquímicos sistémicos y de contacto de forma preventiva y/o curativa, así también con medidas culturales de higienización y bajas densidades de plantación (10.000 plantas/Ha) (Latorre et al., 1997). En almacenamiento se debe tener cuidado con el agua libre resultante de la condensación por cambios de temperaturas. Para prevenir la *Botrytis* spp. en las flores cortadas estas deben ser inmersas, asperjadas o gaseadas con fungicida (AsoColFlores, 2010).

2.10.2. *Mycocentrospora acerina*

Hongo causante de la mancha roja de las peonías, esta enfermedad solo ha sido reportada oficialmente en Chile con presencia del patógeno en un 90 % de los suelos desde la Araucanía a Los Lagos (Chahín et al., 2012). Los síntomas son observables en toda la planta excepto en la flor como pequeñas manchas rojas con formas redondeadas, dependiendo de la resistencia del cultivar, condiciones de humedad y temperaturas, estas manchas pueden crecer y volverse oscuras hasta formar una mancha necrótica (Garfinkel y Chastagner, 2016). Este patógeno es capaz de afectar los sépalos incluso los pétalos externos del botón después de sacar las flores desde la cámara de frío (Chahín et al., 2012).

2.10.3. Tobacco Rattle Virus (TRV)

Este virus con un amplio número de hospederos también afecta a las peonías, produce una clorosis en el follaje de las plantas que se observa como manchas anulares concéntricas de verde y amarillo alternados o mosaico amarillo, dependiendo de las condiciones ambientales (Garfinkel y Chastagner, 2016). Las varas afectadas quedan inutilizadas para ser comercializadas debido al daño visual de las hojas (Chahín et al., 2012).

2.10.4. *Stemphylium globuliferum*

Esta especie de hongo es causante de un tizón foliar en las peonías que se observa como pequeños puntos rojos al comienzo de su desarrollo y dependiendo de la resistencia de la variedad puede crecer hasta destruir totalmente la hoja afectada, sus síntomas se pueden confundir con *Botrytis* spp. Las esporas de esta especie pueden sobrevivir en la cámara de frío hasta que las condiciones ambientales sean óptimas para su germinación (Chahín et al., 2012).

Algunas variedades de los géneros bacterianos *Pseudomonas* y *Xanthomonas* afectan considerablemente los cultivos de peonías en la zona centro sur del país, debido a las condiciones de alta humedad relativa, heladas continuas y vientos moderados. Estos patógenos comienzan su infección mostrando manchas rojas que se agrandan y terminan por destruir los tejidos de las hojas y también de los canales vasculares internos de las plantas (Chahín et al., 2012). Otro importante agente patógeno es la *Phytophthora* spp. cuyos primeros síntomas con manchas marrón de forma concéntrica en las hojas confundibles con síntomas de *Botrytis* spp. sin embargo, su carácter hundido y más oscuro lo diferencia (Chahín et al., 2012; Garfinkel y Chastagner, 2016).

La prevención a través de manejos culturales y químicos son las herramientas para mantener alejados los problemas de enfermedades en los cultivos de peonía (Maughan et al., 2018). Además, para mantener las flores con una buena calidad en postcosecha y luego del almacenamiento es necesario el uso de tratamientos efectivos contra las esporas latentes.

2.11. Productos aplicados en la postcosecha de flores contra *Botrytis* spp

2.11.1. Switch 62.5 (Syngenta)

Producto antifúngico de contacto y también de carácter sistémico cuyas aplicaciones en las flores permite eliminar las esporas de hongos fitopatógenos que se encuentre adheridas a pétalos y tallos en espera de las condiciones óptimas para su desarrollo. Elimina el conidio en fase de germinación y cuando esta intenta penetrar en las varas. Este producto no se ve afectado por las bajas temperaturas de la cámara de frío. Tiene un largo periodo residual y se transloca de buena forma dentro de la planta (Syngenta, 2020).

2.11.2. Picatina™ Flora (Syngenta)

Fungicida elaborado con Fludioxonilo y un nuevo ingrediente activo llamado Pydiflumetofen (FRAC 7), actúa bloqueando la función respiratoria del hongo y la síntesis de la enzima quinasa. Creado para ser usado contra *Botrytis* spp. y mildew polvoso. El mecanismo de acción actúa sobre los procesos de germinación de las esporas, crecimiento del tubo germinativo y desarrollo micelar (Syngenta, 2021).

2.11.3. Fludioxonil 230 SC (Agrospec)

Producto comercial formulado únicamente con el ingrediente activo Fludioxonilo, usado en la elaboración de Switch 62,5 WG y otros productos antihongos. Este químico destruye las esporas latentes de los hongos, afectando su regulación osmótica, lo que produce un aumentó en la producción de glicerol dentro de la espora produciendo una fuerte entrada de agua haciendo que las esporas revienten. Además, inhibe el crecimiento del tubo germinativo y su micelio (ANASAC, s. f.).

2.11.4. Bacinpost (Biopacific)

Producto orgánico creado específicamente para la aplicación en postcosecha, se encuentra formulado en base a bacterias vivas, metabolitos secundarios y endosporas de cepas nativas de *Bacillus subtilis* que presentan una alta tolerancia térmica (Biopacific, 2019). Estas bacterias presentan diferentes formas de acción para proteger las plantas, dentro de estas se encuentra la producción de biomoléculas como enzimas catabólicas, péptidos antibióticos y pequeñas moléculas que contribuyen a la supresión de patógenos, además se estableció que algunos compuestos orgánicos volátiles producidos por *B. subtilis*

activan las defensas de las plantas y reducen la severidad de infecciones producidas por patógenos (Pedraza-Herrera et al., 2019).

2.12. Problemas abióticos en flores luego del almacenamiento prolongado

Las flores de peonía sacadas de la cámara de frío pueden sufrir diferentes consecuencias debido a las bajas temperaturas y el tiempo de guardado, el estrés fisiológico generado se puede reflejar de diferente manera dependiendo de la variedad. La falta de apertura, deformidad en las flores y disminución en los diámetros son algunas de las consecuencias que reducirán el valor comercial de las flores cortadas (Jahnke et al., 2020). Otras afecciones producto del almacenamiento son la pérdida de pétalos, desecación, colapso del tallo de las varas y la incidencia de enfermedades, además del pardeamiento o necrosis de pétalos (Jahnke et al., 2019).

La falla en la apertura de los botones se relaciona con la capacidad de absorción de las varas, responsable de la expansión celular, por lo tanto, la deshidratación y la incapacidad de absorber agua pueden afectar la capacidad de apertura floral (Jahnke et al., 2020). Esta también es una consecuencia producto de las heladas tardías en primavera que afectan mayormente a los botones florales de las plantas jóvenes (Missouri Botanical Garden, s. f.).

Experimentos realizados por Jahnke et al. (2020), comprueban que existe mayor probabilidad de deformidad en las flores cuando estas pasan más tiempo en la cámara de frío, sin embargo, también dependerá de la susceptibilidad de cada variedad. Además, un mayor tiempo de almacenamiento está directamente relacionado con la disminución del diámetro de la flor abierta. Las bajas concentraciones de carbohidratos luego del almacenamiento pueden disminuir la rehidratación de las varas, por ende, la capacidad de elongación floral (Rabiza-Świder et al., 2020).

Algunas variedades de *Paeonia lactiflora* son propensas a necrosis por congelamiento en almacenamiento con temperaturas bajo -1.7°C , se ha observado que 'Sarah Bernhardt' y 'Festiva Maxima' son más susceptibles a esta necrosis, que es causada por el descongelamiento de agua en la membrana celular la cual se fuga al apoplasto en los pétalos una vez que las flores son sacadas de la cámara de frío (Jahnke et al., 2020).

Otro factor que puede generar pardeamiento o necrosis luego del almacenamiento es la deficiencia de Ca^{++} , debido a que está fuertemente relacionado con la adaptación de los tejidos a condiciones adversas

causantes de estrés fisiológico como el daño por frío producto del almacenamiento a bajas temperaturas (Bohórquez et al., 2013).

2.13. Transporte vía aérea

El transporte aéreo es el más utilizado a nivel mundial para el flete de productos perecibles de baja vida útil, como los productos frescos y flores de corte, pese a su alto costo que en 2007 fue de US\$ 1,80 a 2,50 por Kg, principalmente por la velocidad de entrega, logrando llegar desde Chile a Holanda en 3 días (OPIA, 2007). Esta alta velocidad permite aumentar la vida útil de los productos perecederos, sin embargo, el acondicionamiento y conservación de la cadena de frío tiene una influencia aun mayor (Jiménez y Lorduy, 2011).

Durante el vuelo las flores están sujetas a temperaturas de 10° a 27°C (Pardo y Flórez, 2011), lo que aumenta la tasa de respiración de las flores afectando su calidad, por esto es necesario que los aviones u aeropuertos posean la tecnología suficiente para mantener la carga a temperaturas bajas y con ambientes controlados (Reid, 2009).

Algunos sistemas usados en el flete aéreo para acondicionar la carga es el sistema Envirotainers que proporciona un sistema de refrigeración con hielo seco que podría suministrar temperaturas controladas a los cargamentos de flores en largas distancias; Otra alternativa es el enfriamiento de los contenedores de manera pasiva y situarlos de forma aislada, lo que logra cierto control de la temperatura durante el viaje; Además, algunos aeropuertos cuentan con espacios para el pre enfriado al vacío de las flores antes de ser cargadas al avión (Reid, 2009); Actualmente empresas de transporte aéreo como LATAM cargo avanzan con proyectos de bodega llamado *perishable hub* dedicado exclusivamente a mantener almacenados productos perecederos de forma previa a ser enviados por avión (AmCham Chile, 2020).

2.14. Transporte vía marítima

El transporte por esta vía es altamente viable debido a que las flores de corte pueden ser almacenadas en contenedores especializados en productos refrigerados con atmosfera modificada y/o temperatura controlada (Jiménez y Lorduy, 2011). Las ventajas del flete marítimo en comparación con el flete aéreo son principalmente la mayor capacidad de los buques cargueros, una correcta cadena de frío y energéticamente es más eficiente (INFOCENTER, 2010; Jiménez y Lorduy, 2011). Además, el transporte de

flores por métodos de superficie que permiten mantener una buena cadena de frío produce mejores resultados que el transporte aéreo sin control de temperatura (Reid, 2009).

Algunos proyectos piloto de transporte vía marítima obtuvieron buenos resultados con el envío de flores de corte, manteniendo una temperatura de 0,5°C desde el campo al puerto de destino, según el Flower Council of Holland. Las flores cortadas pueden ser mantenidas en un contenedor marítimo por un periodo de al menos 3 o 4 semanas consecutivas con las condiciones óptimas (INFOCENTER, 2010). Ajustándose al tiempo de envío de 15 días para los mercados de destino en Estados Unidos y 18 días para el mercado europeo (OPIA, 2007).

Se espera que los costes de transporte de flete marítimo se puedan reducir un 30% respecto al envío por vía aérea, de forma que este ahorro pueda incrementar el potencial exportador de los países en desarrollo (INFOCENTER, 2010). Sin embargo, el medio de transporte a seleccionar no debe ser elegido meramente por su costo, en especial cuando el producto es altamente perecible (Jiménez y Lorduy, 2011). Al ser un flete con mayor duración en comparación con la vía aérea, este tipo de transporte requiere manejos de condiciones diferentes en postcosecha para que las flores lleguen frescas y con buena calidad (INFOCENTER, 2010).

Las tecnologías y métodos de postcosecha para que las flores lleguen de forma correcta a su destino se han desarrollado en los principales productores de flores del mundo, dentro de las tecnologías empleadas solo en el transporte marítimo se encuentra: FreshSpan, caja de cartón corrugado que mantiene las flores bajo una atmósfera modificada; Fortnight de ArcaZen Flower Shipping es un sistema patentado de transporte de flores de corte que consiste en colocarlas de manera tumbada y seca, este sistema garantiza un nivel de emisión de CO₂ reducido; Flower Transport Gel (FTG) que consiste en una solución en gel para reemplazar al agua que es puesta en el corte del tallo, este gel puede contener un producto antibacterial y/o nutrientes (INFOCENTER, 2010; FTG, 2020).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del experimento

Para la realización de esta investigación se utilizó una cámara de frío habilitada por la Facultad de Ciencias Agrarias a temperaturas de 0,5°C con el uso de pequeñas cantidades de permanganato de potasio (KMnO₄) como oxidante de etileno, esta cámara solo fue abierta para la entrada y salida de las flores. Las evaluaciones se realizaron en una cámara de ambiente semi controlado ubicada en el Laboratorio de Floricultura dentro del Edificio de Laboratorios a temperaturas entre 20°- 24°C y 12 horas de luz fría con tubos fluorescentes. Ambas dependencias pertenecientes al campus de la Universidad de Talca ubicado en la región del Maule, Talca, Chile.

3.2. Obtención del material vegetal (flores de peonía)

Como consideración general, el material vegetal (varas florales de peonía) ocupado en esta investigación se obtuvo desde la empresa Chilfresh Ltda. ubicada en la Región del Maule, comuna de Curicó, el cual fue facilitado luego de ser acondicionadas a 1°C. Las varas de peonía fueron envueltas en papel y dispuestas en cajas de cartón corrugado para exportación, amarradas en racimos de 5 varas florales con ligas en 3 puntos a lo largo del tallo.

3.3. Experimento 1: Determinación de la vida en florero en variedad 'Coral Charm' y aspectos de la calidad como diámetro de la flor y días a flor abierta

Para esta investigación se usaron 60 flores de la variedad 'Coral Charm' de color rojo/salmón con varas de tallo erguido que en promedio midieron 50 cm de largo, las cuales fueron cosechadas en el mes de octubre (el mismo día de su llegada al Laboratorio) en estado de botón cerrado mostrando los pétalos de color verdadero. Estas varas fueron inmersas en el fungicida Switch 62.5 WG (Ciprodinilo + Fludioxonilo) con una dosificación de 200 g por cada 200 L inmediatamente después de su cosecha, que es la práctica habitual para varas de exportación.

Para este experimento las flores de peonía variedad 'Coral Charm' fueron dispuestas en la cámara de ambiente semi controlado de forma inmediata a las 0 semanas (control), luego a las 4 semanas y 8 semanas de permanecer en cámara de frío. Se utilizaron 4 frascos conserveros de vidrio de 1 L de capacidad con 5

varas florales cada uno, los cuales fueron llenados en primera instancia con 300 ml de una solución compuesta por agua desionizada y Florissant 500 N (germinicida, formulado con cloro) cuya dosis es de 1 pastilla por cada 2,2 L, los frascos fueron rellenados cada vez que fuese necesario. Previamente a ser puestas en los floreros las varas fueron recortadas 2-4 cm en la base para asegurar una mejor absorción de la solución hidratante.

La vida en florero se determinó como los días de vida útil de la flor, se contabilizó los días que demoró el botón en abrir y los días que tardó la flor en morir. Como criterio para definir el estado de flor abierta se usó el momento en el cual las flores presentaran los pétalos totalmente elongados mostrando sus estambres y el criterio usado para determinar el fin de la vida útil fue la caída de los pétalos al agitar las varas con firmeza. Se incluyó en este último criterio las varas que se doblaron por el peso de la flor y aquellas flores que padecieron problemas de pardeamiento y/o *Botrytis* spp. Las varas con botones que no abrieron o tardaron más de 6 días no fueron consideradas en el análisis.

El diámetro de la flor se midió en 6 flores elegidas al azar cuando estas se encontraron cercanas al fin de su vida útil y totalmente elongadas con 0, 4 y 8 semanas de almacenamiento. La medición fue realizada con una regla de medir estándar.

Los días a flor abierta fueron calculados desde el día uno de ser puestas en florero en la cámara de ambiente semicontrolado hasta que las flores se encontraran con los pétalos totalmente elongados y mostrando sus estambres amarillos.

Para el análisis estadístico de los datos tomados, se usó el programa Statgraphics Centurión. En este experimento el diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) sometido a un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia del 95.0% para cada una de las tres variables de manera independiente una de la otra. Para evaluar la vida en florero y el diámetro de la flor se utilizó el test LSD de Fisher, mientras que para evaluar los días a flor abierta se usó el test Kruskal Wallis.

3.4. Experimento 2: Incidencia de *Botrytis* spp. en peonías variedad 'Sarah Bernhardt' con la aplicación de diferentes productos en postcosecha y evaluación de calidad

Para este experimento se dispuso de 300 varas de la variedad 'Sarah Bernhardt' con flores de color rosa, tallos delgados poco firmes y varas que en promedio midieron 55 cm de largo. Estas varas fueron cosechadas durante noviembre en estado de botón cerrado mostrando los pétalos de color verdadero.

Las flores de 'Sarah Bernhardt' fueron dispuestas de la misma manera que las flores del experimento 1 en la cámara de ambiente semi controlado. Para evaluar la incidencia de *Botrytis* spp. las flores de 'Sarah Bernhardt' se aplicaron con diferentes fungicidas, Switch 62,5 WG (Syngenta) cuya dosificación fue de 300g/200L; Picatina Flora (Syngenta) con dosificación de 18cc/L; Fludioxonil 230 SC (Agrospec) cuya dosificación fue 12cc/L y Bacinpost (Biopacific) a 1cc/L. Estos productos fueron aplicados utilizando el método de Ultra Bajo Volumen o Ultra Low Volume (ULV) y solo el producto Switch 62.5 WG (Syngenta) también fue aplicado con el método de inmersión en solución con la misma dosificación. Por lo tanto, se consideró que fueron 5 los métodos empleados como control de *Botrytis* spp. Con respecto a la metodología de aplicación ULV y los productos aplicados:

La aplicación de los diferentes productos con el método ULV fue realizada en la empresa Chilfresh a través de un "prototipo" de pulverizador electrostático creado por IngeAgro, este equipo permite un mojamiento homogéneo con muy poca utilización de agua, los rangos de mojamiento por metro cuadrado utilizados van desde los 0.8 ml a los 10 ml (IngeAgro, s. f.). El rango del tamaño de gotas bajo este método se encuentra entre 25 y 8 μm (Rey, 2016).

Para la toma de los datos se anotó como flor con incidencia aquella que presentara el mínimo síntoma de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento en los pétalos de las varas florales puestos en la cámara de ambiente semi controlado. La incidencia es una medida de frecuencia que representa el porcentaje de casos nuevos presentes en una población en un tiempo determinado (Fernández et al., 2004). Se utilizó para determinar el porcentaje de flores con *Botrytis* spp. y/o pardeamiento a los 5 días de poner las flores en florero.

Para el análisis estadístico de los resultados se usó el programa Statgraphics Centurión. Para medir la incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 2 factores sometido a un análisis de varianza ANOVA con un nivel de significancia del 95.0%. Test LSD de Fisher. Los factores del análisis corresponden al Almacenamiento Prolongado con 2 niveles (0 semanas y 4 semanas) (el almacenamiento de 8 semanas no fue considerado) y Productos Aplicados con 5 niveles (Switch 62,5 WG; Switch 62,5 WG (ULV); Picatina Flora (ULV); Fludioxonil 230 SC (ULV); Bacinpost (ULV)).

Además, se midió aspectos de la calidad como vida en florero, diámetro de la flor (no fue analizado) y días a flor abierto siguiendo igual metodología que en el experimento 1 con las flores de 'Coral Charm'.

Para el análisis de los parámetros vida útil y días a flor abierta de 'Sarah Bernhardt' se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con el test no paramétrico de Kruskal Wallis y test de Tukey (HSD) de múltiples rangos.

4. RESULTADOS

4.1. Experimento 1: Determinación de la vida en florero en variedad 'Coral Charm' y aspectos de la calidad como diámetro de la flor y días a flor abierta

Las varas no almacenadas de la variedad 'Coral Charm' tuvieron una vida en florero de 8,25 días lo que es significativamente mayor que la vida útil de las varas almacenadas 4 semanas que presentaron una duración en florero de 6,3 días y las flores de 8 semanas con una duración de 5,14 días (Cuadro 4.1). Además, el diámetro de las flores de control con 15 cm no fue significativamente mayor que las flores de 4 semanas con 13,4 cm, pero si, estadísticamente diferentes a las flores de 8 semanas con un diámetro de 10,7 cm (Cuadro 4.1). Por lo tanto, la vida en florero disminuyó a medida que aumentó la duración del almacenamiento, así como el diámetro de la flor abierta. Se descartaron de estos análisis aquellos botones florales que no abrieron o lo hicieron de forma tardía. En la Figura 4.1 se observa el estado de botón cerrado mostrando el color verdadero cuando fueron puestas en florero y el estado de las flores previas al fin de su vida útil sin almacenamiento.



Figura 4.1: Varas florales de 'Coral Charm' el día 1 de ser puestas en la cámara de ambiente semi controlado (Foto A) y a los 7 días de vida útil (Foto B) con 0 semanas de almacenamiento.

Se decidió medir los días que demoraron los botones en abrir luego de ser puestos en florero, las flores de control abrieron en una media de 2,2 días siendo significativamente menor a los días que tardó las flores almacenadas de 4 semanas y 8 semanas con una media de 4,1 y 4,4 días respectivamente, las cuales no presentaron diferencia significativa entre si (Cuadro 4.1). Se observó que algunas de las flores de control abrieron y cerraron durante el mismo día por un tiempo de 2 días aproximadamente hasta permanecer abiertas definitivamente.

Cuadro 4.1: Vida útil, diámetro de la flor y días a flor abierta de *Paeonia lactiflora* variedad 'Coral Charm' después de 0 semanas, 4 semanas y 8 semanas de almacenamiento prolongado.

Almacenamiento en frío	Vida útil (Días)	Diámetro de flor (cm)	(z)Días a flor abierta (Días)
0 semanas	8,25 a	15,0 a	2,2 a
4 semanas	6,3 b	13,4 a	4,1 b
8 semanas	5,14 c	10,7 b	4,4 b
P-valor	0,000	0,000	0,038

No existe diferencia estadística significativa entre aquellos valores dentro de una columna que comparten la misma letra. Test LSD de Fisher.

(z) No existe diferencia estadística significativa entre aquellos valores dentro de una columna que comparten la misma letra. Análisis realizado mediante test de Kruskal Wallis. HSD de Tukey.

Se visualizó una importante variación en la tonalidad de las flores dispuestas el día 1 con respecto a las flores cercanas al fin de su vida útil tanto en las varas de control como las almacenadas, mostrando pétalos opacos y/o con diferentes tonalidades (Figura 4.2). En las varas florales de 8 semanas se presentaron botones que no lograron abrir, donde se visualizó una deshidratación de los pétalos externos del botón a partir del día 3 en el florero. También se observó un gran número de flores que presentaron deformaciones como, pétalos caídos y flores con una apertura asimétrica o parcial sin lograr que sus pétalos se expandieran en su totalidad (Figura 4.2).

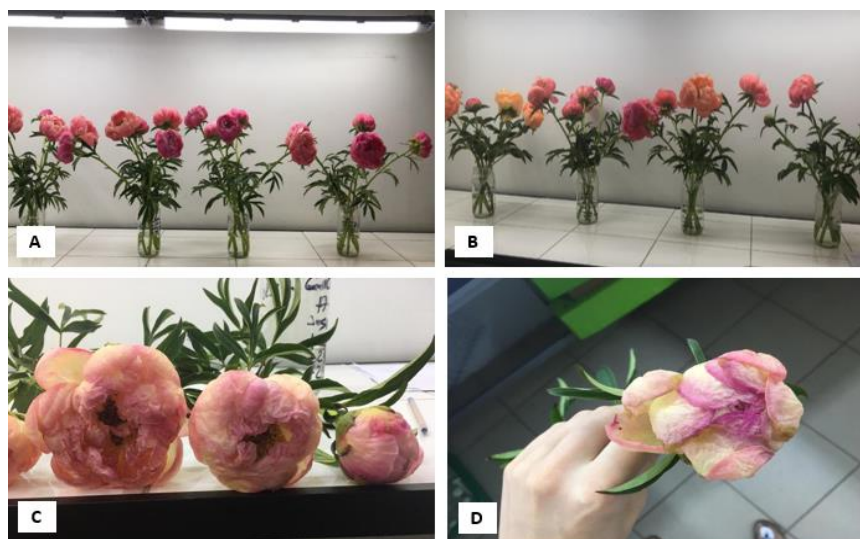


Figura 4.2: 'Coral Charm' con 8 semanas de almacenamiento prolongado. Cambio en la tonalidad de los pétalos, desde el comienzo de su vida útil (Foto A) y flores cercanas al fin de su vida útil (Foto B). Flores con deformidades (Foto C) y botón floral cerrado con pétalos deshidratados (Foto D).

4.2. Experimento 2: Evaluación de diferentes productos aplicados en postcosecha contra *Botrytis* spp. en la variedad 'Sarah Bernhardt' y aspectos de la calidad (vida en florero, diámetro de la flor y días a flor abierta)

En este experimento se utilizó la misma metodología descrita para la variedad 'Coral Charm' para medir parámetros de vida útil, diámetro de flor y días a flor abierta en las flores de 'Sarah Bernhardt'. Las varas no almacenadas de la variedad 'Sarah Bernhardt' presentaron una vida en promedio de 9,7 días, sin embargo, la vida útil de las flores a las 4 semanas de almacenamiento tuvo una duración de 4,1 días, ya que se vieron afectadas por una severa carga de pardeamiento y/o *Botrytis* spp. en los pétalos externos e internos de las flores y también en aquellos botones que se encontraban cerrados (Cuadro 4.2).

El diámetro de la variedad 'Sarah Bernhardt' fue de 14,7 cm para las flores que no fueron almacenadas, este parámetro fue medido cuando las flores se encontraron cercanas al fin de su vida útil natural, por lo tanto, las flores de 4 semanas de guarda no fueron incluidas ya que se desecharon con anticipación (Tabla 2). Los días a flor abierta de las varas de 'Sarah Bernhardt' presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos de almacenamiento, las flores de control abrieron en promedio a los 2,97 días después de ser puestas en el florero, mientras que las flores de 4 semanas tardaron 3,37 días (Cuadro 4.2). Para las flores de 4 semanas solo se usó los datos de aquellas flores que estaban abiertas antes de desechar el lote.

Cuadro 4.2: Vida útil, diámetro de la flor y días a flor abierta de *Paeonia lactiflora* 'Sarah Bernhardt' después de 0 semanas y 4 semanas de almacenamiento prolongado.

Almacenamiento en frío	(v)Vida útil (Días)	Diámetro de flor (cm)	(v)Días a flor abierta (Días)
0 semanas	9,7 a	14,7	2,97 a
4 semanas	4,1 b	-	3,47 b
P-valor	0,000	-	0,000

No existe diferencia estadística significativa entre aquellos valores dentro de una columna que comparten la misma letra. Test Kruskal Wallis. Test HSD de Tukey.

(-) Datos no tomados debido a eliminación prematura de varas por efecto de pardeamiento.

En este experimento no se pudo determinar la diferencia entre un pardeamiento en pétalos producto de las condiciones climáticas de la cámara de frío y un brote de *Botrytis* spp., debido a esto se consideraron atacadas con *Botrytis* spp. aquellas flores que presentaron el mínimo síntoma asimilable con esta enfermedad, como lo son las manchas color marrón en hojas y principalmente los pétalos (Figura 4.3).

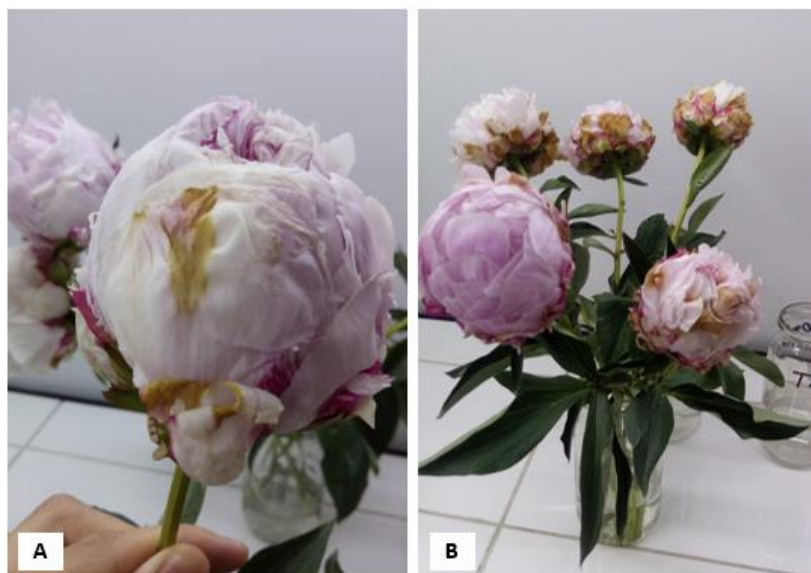


Figura 4.3: Variedad 'Sarah Bernhardt' con presencia de pardeamiento en sus pétalos externos de las flores sin almacenamiento durante el día 10 de puestas en florero (Foto A) y al día 4 de las flores almacenadas durante 4 semanas (Foto B).

Los resultados obtenidos del análisis estadístico con 2 factores arrojaron que no existe interacción entre los factores almacenamiento prolongado (0 semanas y 4 semanas) y los productos aplicados para el control de *Botrytis* spp. sin embargo, estos factores de forma independiente si presentan una diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 4.3).

Con respecto al factor de almacenamiento en frío, la incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento en flores de 0 semanas fue del 7% a los 5 días de ser puestas en florero, llegando a un máximo del 71% de flores afectadas luego de 8 días de vida útil (datos no mostrados). Mientras que las varas de 4 semanas de almacenamiento presentaron el 95% de las flores con *Botrytis* spp. y/o pardeamiento a 5 días de ser puestas en florero, en consecuencia, se eliminó el lote en su totalidad debido a la falta de calidad de estas varas para ser comercializadas (Cuadro 4.3).

Por otro lado, el análisis de los productos aplicados nos muestra que existe una diferencia significativa entre el producto orgánico Bacinpost con el cual la incidencia fue del 43,75% y los productos Picatina Flora aplicado con el método de ultra bajo volumen (ULV) y Switch 62,5 aplicado bajo el método de inmersión en la solución con una incidencia del 56,9% y 54,4% respectivamente. Pero, no fue diferente de los productos Switch 62,5 y Fludioxonil 230 aplicados con ULV (Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3: Efecto del Almacenamiento prolongado y la aplicación de productos sobre la incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento de las flores de *Paeonia lactiflora* 'Sarah Bernhardt' a los 5 días de ser puestas en florero.

Factor	Incidencia de <i>Botrytis</i> spp. y/o Pardeamiento (%)
Almacenamiento en frío	
0 semanas	7,0 a
4 semanas	95,0 b
P-valor	0,000
Productos aplicados	
Bacinpost ULV	43,75 a
Switch ULV	49,38 ab
Fludioxonil ULV	50,63 ab
Switch inmersión	54,38 b
Picatina Flora ULV	56,9 b
P-valor	0,049
Interacción	
AxB	
P-valor	0,8304

No existe diferencia estadística significativa entre aquellos valores dentro de una columna que comparten la misma letra. Con un nivel del 95.0% de confianza. Test de LSD de Fisher.

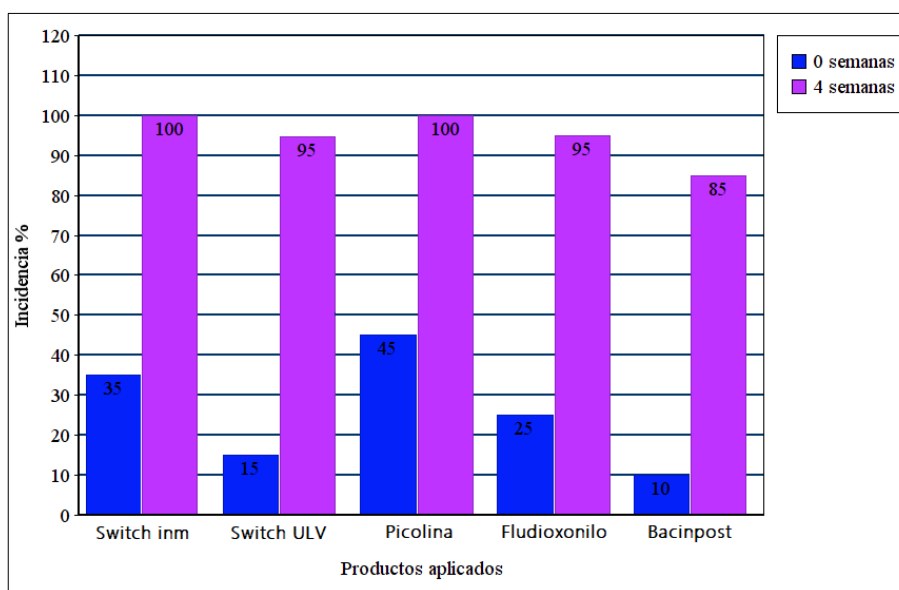


Figura 4.4: Producto aplicados y su efecto sobre la incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento en *Paeonia* 'Sarah Bernhardt' en el día 5 después que las flores fueran puestas en florero para 0 semanas de almacenaje (color azul) y 4 semanas de almacenamiento (color morado).

5. DISCUSIÓN

La calidad de las flores de peonía cortadas se reduce a medida que aumenta su tiempo de guarda en frío (Jahnke et al., 2020), y esto fue corroborado en los experimentos de este estudio. Aspectos como la vida útil y diámetro de la flor abierta se vieron afectados junto con el aumento de deformidades, días a flor abierta y falta de apertura del botón.

La vida útil de las flores de control de ambas variedades fue menor a la esperada en comparación con la vida útil de 10 días de las peonías cultivadas en el territorio nacional (Salinas et al., 2011), cuyo criterio de fin de vida útil no se informa. Sin embargo, la vida útil observada en este estudio se ajusta al mínimo de 7 días en florero esperado por los consumidores del resto del mundo, dependiendo de la variedad, el estado de botón en el momento de cosecha y el entorno del cultivo (Rabiza-Świder et al., 2020). En este experimento las varas florales de 'Coral Charm' luego de 4 semanas y 8 semanas tuvieron una vida útil en promedio de 6,3 y 5,14 días, aproximadamente 2 a 3 días menos que las flores de control, tal como lo reportaron Jahnke et al. (2020) y Skutnik et al. (2020), en cuyo experimento se redujo en 2 días la vida útil de peonías luego de 8 semanas de almacenamiento a temperaturas de 0°- 1°C. Mientras que otros investigadores como Walton et al. (2010), vieron reducida la vida útil de las flores en 5 días luego de 8 semanas de almacenamiento a 0°C. Los métodos de agregación de carbohidratos o soluciones hidratantes convencionales antes de almacenamiento y después no han demostrado aumentar la vida útil (Jahnke et al., 2020).

El diámetro de la flor se vio disminuido tras un almacenamiento prolongado, tal como lo reportó Jahnke et al. (2020), observándose una reducción de 15 a 10,7 cm en flores de 'Coral Charm' tras 8 semanas de guarda. En las investigaciones de Skutnik et al. (2020), una solución de mantención con sacarosa aumentó el diámetro y mejoró la apariencia de las flores luego del almacenamiento. El aporte de un carbohidrato otorga la energía suficiente a las flores para mantener el diámetro a flor abierta y la tonalidad de sus pétalos (Skutnik et al., 2020). En la solución de esta investigación solamente se agregó Florissant 500 usado como biocida, evitando el uso de azúcares. Según Walton et al. (2010), las varas florales de peonía como 'Sarah Bernhardt' presentan suficientes carbohidratos para impulsar la apertura floral y durar más de 8 semanas en almacenamiento, sin embargo, ya que los pétalos sirven como almacenamiento de nutrientes para el desarrollo de las yemas y se agotan energéticamente en las últimas fases de la senescencia, principal causa de la caída de pétalos (Skutnik et al.; Rabiza-Świder et al., 2020), el aporte de azúcar parece ser necesaria para evitar la disminución de los diámetros y mantener la tonalidad de la flor.

El lapso a flor abierta de las flores de control aumentó en 2 días aproximadamente en las flores de guarda en comparación con las de control. Este retraso en la apertura de la flor puede estar asociados con las tensiones inducidas por el corte del tallo, envío y/o madurez en la cosecha (Walton et al., 2010). El número de flores que no lograron abrir aumentó a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento (datos no presentados). Debido a que la apertura de yemas se relaciona con el movimiento de agua hacia los pétalos, la causa de la falta de apertura se ha relacionado con colapso o bloqueo de tejido vascular que incluye embolia por gas, células deshidratadas, crecimiento bacteriano y daño por formación de hielo (Jahnke et al., 2020).

En el cultivo de peonías para flores de corte, el hongo *Botrytis* spp. es el patógeno que más problemas puede representar a nivel de postcosecha, debido a que los conidios pueden permanecer en forma latente y desarrollarse una vez que las flores salgan de la cámara de frío cuando las condiciones de humedad y temperatura le sean favorables (Restrepo, 2010). Debido a esto, la aplicación de fungicidas luego del corte es vital para que las flores lleguen de buena forma al mercado de destino. Con respecto a la evaluación de los productos Switch 62,5 WG con aplicación de inmersión y ULV; Fludioxonil 230 SC (ULV); Picatina Flora (ULV) y Bacinpost (ULV) para postcosecha en flores de corte de 'Sarah Bernhardt' ninguno de los productos logró contener la infección por *Botrytis* spp. y/o pardeamiento luego del almacenamiento prolongado de 4 semanas, llegando a un 95% de flores afectadas el día 5 en florero y a un 71% de incidencia al día 8 de vida útil en las flores de control. Cabe destacar que, según pruebas masivas llevadas a cabo en 1930 con múltiples variedades, la variedad 'Sarah Bernhardt' fue ubicada en el grupo con total resistencia o por lo menos con moderada resistente a *Botrytis* spp. Sin embargo, esta información a menudo es contradictoria por lo que es más adecuado basarse en las experiencias de cada consumidor (Kaye, s. f.). En este ensayo, esta variedad demostró una alta susceptibilidad. Es necesario un estudio de susceptibilidad actualizado.

Otro factor preponderante que puede afectar con pardeamiento y necrosis en los pétalos son las bajas temperaturas cercanas al punto de congelación. Debido a que en las variedades de *Paeonia lactiflora* la formación de hielo en el tejido de los pétalos se produce a temperaturas de -1.7° C. Su posterior descongelamiento en la cámara de ambiente semi controlado, puede ocasionar la salida de agua libre desde la membrana celular hacia el apoplasto formando necrosis o pardeamiento en los pétalos (Jahnke et al., 2020). En experimentos realizados por Jahnke et al. (2020) y Eason et al. (2010), la variedad 'Sarah Bernhardt' tuvo una mayor susceptibilidad de daño en pétalo que variedades como 'Monsieur Jules Elie', 'Coral Sunset', 'Pink Hawaiian Coral' y 'Maestro'.

6. CONCLUSIONES

Al someter las flores de *Paeonia lactiflora* (variedades 'Coral Charm' y 'Sarah Bernhardt') a un almacenamiento prolongado de 0, 4 y 8 semanas simulando un viaje hacia los mercados extranjeros y analizar la vida útil junto con otros parámetros de calidad, así como la incidencia de *Botrytis* spp. en 'Sarah Bernhardt'. Con esta investigación se puede concluir que estas variedades no son capaces de llegar a destino con una calidad aceptable luego de pasar 8 semanas de almacenamiento en cámara de frío debido a la baja vida en florero y a la alta incidencia de *Botrytis* spp. y/o pardeamiento en las flores 'Sarah Bernhardt' después de 4 semanas de guarda, lo que derivó en la eliminación de su lote.

Sin embargo, la variedad 'Coral Charm' aplicada en postcosecha bajo inmersión con fungicida Switch 62,5 WG tuvo un mejor comportamiento luego de 4 semanas de guarda a temperaturas de 0,5° C, por lo que su comercialización en los mercados de destino lejanos podría ser posible con una merma en la vida útil de 1 día comparado con el mínimo de 7 días de vida en florero esperado por los consumidores extranjeros. Los otros parámetros de calidad también se vieron perjudicados con 4 semanas de almacenamiento; el diámetro de la flor abierta que disminuyó y aumentó los días a flor abierta. Además, se visualizó un aumento de botones cerrados, deformidades en las flores y deshidrataciones. Es necesario generar más investigaciones con otras condiciones y más variedades para evaluar si es posible que las flores de *Paeonia lactiflora* cultivadas en Chile son capaces de llegar a mercados lejanos luego de un almacenaje prolongado.

7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

ANASAC. s. f. Frontal: Golpe a las pudriciones (en línea, sitio web). Consultado 07 mar. 2021. Disponible en: <http://www.anasac.cl/frontal/como-actua.html>

AmCham Chile (Cámara Chilena Norteamericana de Comercio). 2020. Grupo Latam Cargo inaugura cooler con temperatura controlada para beneficiar exportación de perecibles desde Sudamérica (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2021. Disponible en: <https://www.amchamchile.cl/2020/01/grupo-latam-cargo-inaugura-cooler-con-temperatura-controlada-para-beneficiar-exportacion-de-perecibles-desde-sudamerica/>

Armitage, A. 1993. Specialty cut flowers: The production of annuals, perennials, bulbs, and woody plants for fresh and dried cut flowers. Varsity press/Timber press. Portland, USA.

AsoColFlores (Asociación Colombiana de Exportadores de Flores). 2010. Manual de buenas prácticas de postcosecha para flor de corte y follajes asociados (en línea). Bogotá, Colombia. Vol. 2. 150 p. Consultado 8 abr. 2021. Disponible en: https://rutadelasostenibilidad.org/wp-content/uploads/2020/02/Manual_poscosecha_2010-V-2-0.pdf

Auer, JD; Holloway, PS. 2008. An introduction to harvesting and selling Alaska cut flower peonies (en línea). AFES Miscellaneous. Agricultural and forestry experiment station. 16 p. Consultado 19 abr. 2020. Disponible en: file:///C:/Users/56976/Desktop/MP_2008-03.pdf

Balaguera-López, H; Salamanca-Gutiérrez, F; García, J; Herrera-Arévalo, A. 2014. Etileno y retardantes de la maduración en la postcosecha de productos agrícolas. Una revisión (en línea). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Vol. 8(2). 302-313 p. Consultado 13 abr. 2021. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a12.pdf>

Biopacific. 2019. Bacinpost: Inoculante de postcosecha en base a cepas seleccionadas de *Bacillus subtilis* (en línea, poster). Consultado 07 mar. 2021. Chile. Disponible en https://3a84bf86-854a-4fe3-a710-dc9401d41ebc.filesusr.com/ugd/33031c_d14f10503b8f4e43b7974825aa3df0c1.pdf

Bohórquez, W; Gómez, J; Flórez, V. 2013. Factores nutricionales y alteración en el contenido de antocianinas relacionados con el ennegrecimiento de los pétalos en rosa (*Rosa* sp.) (en línea). Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. Bogotá, Colombia. Vol. 16(1): 103-112. Consultado 22 abr. 2021. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262013000100013

Chahín, G. 2007. Informativo INIA Carillanca: Cultivo de la Peonía. Temuco, Chile, Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigación Carillanca. Informativo N° 20. 2 p. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA). Consultado 10 oct. 2020. Disponible en: http://biblioteca.inia.cl/medios/carillanca/Descargas/Flores/Inf_20_Peonía.pdf

Chahín, G; Aguilera, A; Gilchrist, L; Espinosa, N; Luchsinger, N; Azócar, G; Díaz, C. 2012. Manual para el reconocimiento de las principales plagas, enfermedades y malezas que afectan el cultivo de peonías en el sur de Chile. Temuco, Chile. Boletín INIA: N° 257. 134 p. Consultado 15 nov. 2020. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7600>

De Kartzow, A. 2005. Mejoramiento de la oferta y calidad de plantas de vivero de peonías (*Paeonia lactiflora*) y producción forzada de flores en la X región de Chile (en línea). Quijada, A; Victorio, A. (coord.). Región de Los Lagos, Chile. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Consultado 12 may. 2020. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/145661>

De la Riva, F. 2011. Postcosecha de flores de corte y medio ambiente (en línea). IDESIA. Arica, Chile, Universidad de Tarapacá. Vol. 29(3). 125-130 p. Consultado 6 jun. 2020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000300019>

Eason, J; Pinkney, T; Heyes, J; Brash, D; Bycroft, B. 2002. Effect of storage temperature and harvest bud maturity on bud opening and vase life of *Paeonia lactiflora* cultivars (en línea). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. Palmerston North, New Zealand. Vol. 30(1). 61-67 p. Consultado 4 sept 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514199>

Fernández, P; Díaz, P; Cañedo, V. 2004. Medidas de frecuencia de enfermedad (en línea). Fisterra. La Coruña, España. 6 p. Consultado abr 23 de 2021. Disponible en: https://www.fisterra.com/mbe/investiga/medidas_frecuencia/med_frec2.pdf

FIA (Fundación para la Innovación Agraria). 2003. Especies florícolas evaluadas en Chile: Resultados de proyectos impulsados por FIA (en línea). Santiago, Chile, Ministerio del Medio Ambiente. N° 138.443. 270 p. Consultado 2 may. 2020. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/1998>

FIA (Fundación para la Innovación Agraria). s. f. Cultivos de peonía: Proyectos de innovación en regiones IX, X, XI y XII. Ficha de valorización de resultados. Chile, Ministerio de Agricultura. 4 p. Consultado 1 may. 2020. Disponible en: http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2115/13_Ficha_Peonias.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Figuroa, I. s. f. Importancia del etileno en la postcosecha de flores (en línea). Concepción, Chile, Universidad de Concepción. 9 p. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etilenoyposcosechaflores.pdf>

Fischer, Ch. s. f. Long-term cut flower storage now possible (en línea). Department of floriculture, Cornell University, U.S.A. 3 p. Consultado 13 sept 2020. Disponible en: https://hortscans.ces.ncsu.edu/uploads/l/o/long-ter_53a09c2191bed.pdf

FTG (Flower Transport Gel). 2020. What is F.T.G (en línea, sitio web). Consultado 6 oct. 2020. Disponible en: <https://ftg.nl/>

Garfinkel, AR; Chastagner, GA. 2016. A grower's guide to the most common diseases of peony in the United States (en línea). Washington State University, USA. 31p. Consultado 10 mar. 2021. Disponible en: <https://research.libraries.wsu.edu/xmlui/bitstream/handle/2376/16942/FS338E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gast, K. 2001. Storing Peonies – Disease Free (en línea). Greenhouse Product News. U.S.A. Kansas State University. Consultado 11 mar. 2021. Disponible en: <https://gpnmag.com/article/storing-peonies-disease-free/>

INFOCENTER (Centro de Inteligencia). 2010. Análisis mundial de estrategia e innovación relacionada con las tecnologías aplicadas a la producción de flor y follaje de corte como oportunidad de alto valor añadido e identificación de oportunidades de mercado para las especies de la oferta chilena y las especies que presenten ventajas comparativas para Chile: Análisis mundial de estrategia e innovación tecnológica de flor y follaje de corte (en línea). Chile. 409 p. Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Consultado 10 oct. 2020. Disponible en: http://www.fia.cl/estudios_descarga/Produccion_de_flor_y_follaje_de_corte_1.pdf

IngeAgro (Chile). s. f. Sistemas de aplicación de productos en ultra bajo volumen (en línea, sitio web): Fullcover para línea de packing. Consultado en 7 de abril de 2021. Consultado 13 abr. 2021. Disponible en: <http://www.ingeagro.cl/index.html>

Jahnke, NJ; Dole, JM; Bergmann, BA. 2019. Postharvest handling techniques and research (en línea, presentación). Agronomy. College of agriculture and life sciences, NC State University, USA. Consultado 1 abr. 2021. Disponible en <https://cutflowers.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2019/12/Peony-Postharvest-Handling-Nathan-Jahnke.pdf?fwd=no>

Jahnke, NJ; Dole, JM; Bergmann, BA; Ma, G; Perkins-Veazie, P. 2020. Extending cut *Paeonia lactiflora* Pall. storage duration using sub-zero storage temperatures (en línea). Agronomy. North Carolina, USA. Vol. 10(11): 1694. Consultado en: 15 abr. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111694>

Jiménez, C; Lorduy, G. 2011. Análisis y propuesta de mejora del proceso logístico de exportación de flores colombianas vía marítima hasta Holanda a través de la sociedad portuaria regional Cartagena (en línea). Tesis Esp. Log. de Trans. Inter. Merc. Cartagena de Indias, Colombia, Universidad tecnológica de Bolívar. 94 p. Consultado 5 oct. 2020. Disponible en: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0056234.pdf>

Kamenetsky, R; Dole, J. 2012. Herbaceous peony (*Paeonia*): Genetics, physiology and cut flower production (en línea). Floriculture and Ornamental Biotechnology, Global Science Books. U.S.A. North Carolina State University. Vol 6(Special issue 1). 62-77 p. Consultado 15 oct. 2020. Disponible en: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/FOB_6\(SI1\)/FOB_6\(SI1\)62-77o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2012/FOB_6(SI1)/FOB_6(SI1)62-77o.pdf)

Kaye, D. s. f. A review into management practices of botrytis in peony (en línea). RSK ADAS Horticulture. 16 p. Consultado 10 abr. 2021. Disponible en: <https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Horticulture/Ornamentals/Bulbs%20and%20outdoor%20flowers/A%20review%20into%20management%20practices%20of%20botrytis%20in%20peony.pdf>

Latorre, V; Bahamonde, R; Covacevich, P. 1997. Cultivo, cosecha y comercialización de la *Paeonia lactiflora* en Magallanes (en línea). Sáez, C. (coord.). Región de Magallanes, Chile, Universidad de Magallanes. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y PROFO "Ignakene". 182 p. Consultado 4 abr, 2020. Disponible en: http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2269/FIA-PI-C-1997-2-A-070_IF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lincolao, M. 2010. Efecto de distintos preservantes y periodos de almacenaje refrigerado en húmedo en la postcosecha de *Astilbe x arendsii* variedad Glut (en línea). Tesis Ing. Agr. Temuco, Chile, Universidad de la Frontera. 44 p. Consultado 16 20 mar. 2021. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:YWo8l0gai1sJ:bibliotecadigital.ufro.cl/actions/download.php%3Ffile%3Dc577030517011255873390a2371c8536d6fea485be6a95e5f52a5c0b2aadfbf0804c766bfc08236fdc4c2cad0693453836b53a521d271f88092f6264444e9404+&cd=14&hl=es&ct=clnk&gl=cl>

Manzano, E. 2003. Establecimiento y evaluación de una plantación comercial de peonía herbácea (*Paeonia lactiflora*) en la XI región (en línea). Angulo, L. (coord.). Coyhaique, Chile. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Inversur Limitada. 49 p. Consultado 15 jun. 2020. Disponible en: http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2270/FIA-PI-C-1998-1-A-001_IF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maughan, T; Rupp, L; Lewis, M. 2018. High Tunnel Cut Flower Peonies in Utah (en línea). Horticulture, UTAH State University, USA. Consultado 25 feb. 2021. Disponible en: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2931&context=extension_curall

Missouri Botanical Garden (USA). s. f. Bud-blast of Peony (en línea, sitio web). Consultado 20 feb. 2021. Disponible en: <https://www.missouribotanicalgarden.org/gardens-gardening/your-garden/help-for-the-home-gardener/advice-tips-resources/pests-and-problems/environmental/bud-blast.aspx>

ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). 2019. Sistema matriz detallada de comercio exterior (en línea, sitio web). Santiago, Chile. Consultado 15 ago. 2020. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/bases-de-datos-comercio-exterior>

OPIA (Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal). 2007. Desarrollo de tecnologías de postcosecha para mejorar la competitividad de las peonías '*Paeonia lactiflora*' chilenas en los mercados internacionales (en línea, sitio web). Chile. Compromisos con la Agricultura (CCA). Consultado 6 jul. 2020. Disponible en: <https://www.opia.cl/601/w3-article-7112.html>

Pardo C; Flórez, VJ. 2011. Estado del arte de la postcosecha de flores de corte en Colombia. En: Flórez, VJ. (Ed.). Avances sobre fisiología de la producción de flores de corte en Colombia. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 109-131 p. Consultado 25 ago. 2020. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/269995957_Estado_del_arte_de_la_poscosecha_de_flores_de_corte_en_Colombia

Pávez, G. 2012. Plan de negocios para una empresa productora y comercializadora de peonías en la región de Los Lagos (en línea). Tesis Ing. Civil Ind. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 120 p. Consultado 25 abr. 2020. Disponible en: <https://pdfslide.tips/documents/plan-de-negocios-para-una-empresa-productora-y-43-analisis-foda-.html>

Pedraza-Herrera, L; López-Carrascal, C; Uribe, D. 2019. Mecanismos de acción de *Bacillus* spp. (*Bacillaceae*) contra microorganismos fitopatógenos durante su interacción con plantas (en línea). Acta biológica colombiana. 25(1):112-125. Consultado 07 mar. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/abc.v25n1.75045>

Pérez-Arias, G; Colinas-León, M; Sainz-Aispuro, MJ. 2015. Evaluación de soluciones pulso en nardo (*Polianthes tuberosa*) 'Perla' cultivado en Morelos, México (en línea). Acta agrícola y pecuaria. Vol. 1 (2): 78-85. 8 p. Consultado 20 mar. 2021. Disponible en: <file:///C:/Users/56976/Desktop/Dialnet-EvaluacionDeSolucionesPulsoEnNardoPolianthesTubero-6201355.pdf>

ProChile. 2012. Información comercial: Estudio de mercado flores en Estados Unidos (en línea). ProChile en Miami, USA. 32 p. Consultado 10 jul. 2020. Disponible en: https://www.prochile.gob.cl/wp-content/files_mf/documento_08_30_12101731.pdf

ProChile. 2018. Capítulo 1: Exportación de mercancías, sectores y mercados. Anuario de las exportaciones chilenas 2018 (en línea). 57 p. Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON) y ProChile. Consultado en 18 ago. 2020. Disponible en: https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/anuario_servicios_capitulo1_bienes_2018.pdf

Rabiza-Świder, L; Skutnik, E; Jędrzejuk, A; Łukaszewska, A. 2020. Postharvest treatments improve quality of cut peony flowers. Agronomy. Warszawa, Poland, Warsaw University of Life Sciences. Vol. 10 (10): 1583. 19 p. Consultado 15 abr. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy10101583>

Reid, M.S. 2009. Handling of cut flowers for export (en línea). Proflora bulletin 2009. U.S.A, University of California. 26 p. Consultado 17 oct. 2020. Disponible en: <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-1906.pdf>

Restrepo, F. 2010. Manejo de *Botrytis cinerea* en rosas (en línea). Centro de Innovación de la Floricultura Colombiana (Ceniflores). Bogotá, Colombia. Vol. 5. Innovaciones en floricultura. 124 p. Consultado 11 abr. 2021. Disponible en: https://ceniflores.org/wp-content/uploads/2020/07/manejo_de_botrytis_cinerea_en_rosas.pdf

Rey, S. 2016. Tecnología de gota Ultra Bajo Volumen (ULV) para control espacial de mosquitos. Equipos hechos en Colombia para el mercado mundial (en línea). Revista Icosan. Colombia. 62-71p. Consultado 5 abr. 2021. Disponible en: <http://fitogranos.com/arch1xq9S/2016/03/V4-plicaciondelinsecticidas.pdf>

Saldívar, P. 2017. Senescencia, acción del etileno y conservación de flores cortadas (en línea). México, Universidad Autónoma del Estado de México. 7 p. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67263/Senescencia+de+flores+y+etileno.pdf;jsessionid=DA0B813797FA595ABC9B42761CCD4A7D?sequence=1>

Salinas, M; Tamblay, L; Loyola, C. 2011. Resultados y lecciones en cultivo de peonías (2): Proyectos de innovación en las regiones de La Araucanía, de Los Ríos, de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes (en línea). Fresno, F; Casadio, MM. (Ed.). Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario: N°218.546. Chile, Fundación para la Innovación Agraria (FIA). 64 p. Consultado 25 abr. 2020. Disponible en: http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145611/114_Libro_Peonias_2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Skutnik, E; Rabiza-Świder, J; Jędrzejuk, A; Łukaszewska, A. 2020. The effect of the long-term cold storage and preservatives on senescence of cut herbaceous peony flowers (en línea). Agronomy. Vol. 10(11): 1631. Warsaw, Poland. Consultado 14 abr. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy10111631>

SYNGENTA. 2020. SWITCH® 62.5 WG (en línea, sitio web). Consultado 07 mar. 2021. Disponible en: <https://www.syngenta.cl/product/crop-protection/fungicidas/switchr-625-wg-1>

SYNGENTA. 2021. Picatina Flora: Fungicida (en línea, sitio web). Consultado 5 abr. 2021. Disponible en: <https://www.syngentaornamentales.co/product/crop-protection/picatina-flora>

The peony society. 2019. A long term storage experiment, year 1 (en línea, sitio web). UE. Consultado 20 nov. 2020. Disponible en: <https://www.peonysociety.eu/a-long-term-storage-experiment-year-1/>

Valenzuela, M. 2011. Análisis técnico económico para la introducción de “biofita” (fungicida bactericida orgánico) en el mercado florícola colombiano (en línea). Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile, Universidad de Chile. 105 p. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112335/MEMORIA%2026.09.11%20corregida%20para%20empastado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Verdugo, G; Montesino, A; Zárate F; Erices, Y; González Á; Barbosa, P; Biggi, A. 2007. Manuales FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria: Producción de flores cortadas en la V región (en línea). Santiago, Chile. 92 p. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) e Instituto de Investigación Agropecuarias (INTA). Consultado 28 abr. 2020. Disponible en: <http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/1851/3FloresVReg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Walton, EF; Boldingh, HL; McLaren, GF; Williams, MH; Jackman, R. 2010. The dynamics of starch and sugar utilization in cut peony (*Paeonia lactiflora* Pall.) stems during storage and vase life (en línea). Elsevier, postharvest biology and technology. New Zealand. Vol. 58(2). 142-146 p. Consultado en: 16 abr. 2021. Disponible en: [10.1016/j.postharvbio.2010.05.008](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.05.008)