

**FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS
Y DE LOS ALIMENTOS**



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO**

TALLER DE TÍTULO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Alternativas al Bromuro de metilo en la desinfección efectiva de sustrato para la propagación vegetativa de plantas de frutilla (*Fragaria x ananassa*)

CONSTANZA ANGELINA BELTRÁN ANDRADES

QUILLOTA, CHILE

2018

Contenidos

1. Resumen.....	1
2. Definición del problema u oportunidad.....	2
3. Hipótesis.....	4
4. Objetivos	4
4.1 Objetivo general	4
4.2 Objetivos específicos.....	4
5. Estado del Arte	5
5.1. Propagación de plantas de frutilla	5
5.2. Requerimientos edafoclimáticos	6
5.3. Bromuro de metilo	7
6. Metodología.....	10
6.1 Ubicación del vivero	10
6.2 Preparación del sitio.....	10
6.3 Preparación del ensayo.....	10
6.3.1 Tratamiento 1: aplicación de Bromuro de metilo	11
6.3.2 Tratamiento 2: sistema de vaporización.....	11
6.3.3 Tratamiento 3: aplicación de productos químicos.....	11
6.3.4 Tratamiento 4: aplicación de productos biológicos	12
6.4 Evaluación.....	12
6.5 Obtención y características del material vegetal.....	13
6.6 Establecimiento de las plantas	13
7. Bibliografía.....	15
8. Plan de trabajo	17
9. Resultados esperados	18
10. Organización	18

11. Presupuesto	21
11.1 Presupuesto total por cuenta (MM\$).....	21
11.2 Presupuesto total por año (MM\$)	22
12. Anexos	23
12.1. Anexo 1: Carta Gantt del proyecto	23
12.2. Anexo 2: detalle de presupuesto	24

1. Resumen

Si bien la frutilla (*Fragaria x ananassa*) es una especie perenne, productivamente se utiliza un sistema anual o bienal, donde los agricultores deben replantar año tras año a densidades que van desde 52.000 a 60.000 plantas por ha. Este continuo recambio de plantas da origen a un dinamismo importante en los viveros, de igual o más importancia que la producción de fruta.

Para que la producción de frutillas sea exitosa es muy importante considerar algunas características de las plantas al momento de establecer el cultivo, como lo es, que posea características fisiológicas, sanitarias y de desarrollo, acordes a las necesidades del agricultor, con alto contenido de reservas y sus yemas deben tener un buen grado de diferenciación del cultivo.

Para otorgar y mantener las características sanitarias adecuadas, es de suma importancia que, en el proceso de propagación de las plantas, se realice desinfección del suelo en que se trasplantarán las plantas madres (provenientes de propagación *in vitro*), para dar origen a las plantas comerciales producidas por estolones.

Desde la década del 40 hasta la firma del protocolo de Montreal, el fumigante más utilizado en la desinfección de suelos y sustratos ha sido el bromuro de metilo. Sin embargo, debido a que se ha demostrado que la liberación de este gas debilita la capa de ozono, también tiene efectos muy perjudiciales para el ser humano. En Chile, su uso se encuentra prohibido desde el año 2015, lo que se ha transformado en un desafío a la hora de reemplazar este fumigante, ya que hasta a la fecha aún se sigue utilizando en viveros de importancia nacional y continental.

En el presente proyecto, se busca determinar la eficiencia de diferentes alternativas, para el reemplazo efectivo del fumigante antes mencionado. Las posibles alternativas provienen de distintos orígenes, como lo es la aplicación de vapor, la aplicación de productos biológicos y la aplicación de productos químicos.

2. Definición del problema u oportunidad

Los berries (frutillas, arándanos, frambuesos, entre otros) son especies que representan el 22% de la superficie nacional de frutales para exportación (INIA, 2013).

La frutilla (*Fragaria x ananassa*) es un cultivo que tiene un elevado valor económico, nutricional y medicinal a nivel mundial. En Chile se cultivan alrededor de 1.200 hectáreas de frutilla, principalmente en las regiones Metropolitana y del Maule. La mayoría de la producción de esta fruta es para mercado nacional, el 35% de la producción se destina a exportación, y de ésta el 77% corresponde a frutilla congelada, 16% corresponde a fruta fresca, y el resto a jugos y conservas (Agroberries, 2015). Sin embargo, donde sí se tiene ventajas competitivas con respecto al mercado internacional es en la comercialización de su planta (Barrueto, 2005), la cual presenta una creciente demanda y un atractivo mercado, ya que el año 2017 se exportaron 7.881.200 unidades de plantas y partes de ellas, generando US\$866.908 de exportaciones FOB (ODEPA, 2018). Además, es considerable destacar que la demanda a nivel nacional por el material vegetal es constante, debido a que la renovación de material vegetal se debe hacer al segundo año.

El cultivo de frutilla es altamente susceptible al ataque de patógenos, ya sea en precosecha como en postcosecha, por lo tanto, uno de los principales desafíos para el establecimiento de esta especie es el manejo de las enfermedades ocasionadas por diversos microorganismos, que en su mayoría son de carácter fungoso, seguidas por algunos problemas bacterianos, de nematodos y una pequeña fracción ocasionada por virus (France, 2013). Es por esto, que el control de patógenos en la propagación para obtener material vegetal inocuo será de suma importancia, tanto para mercado nacional como internacional.

En el proceso productivo de propagación para obtener plantas de frutilla, existe una primera etapa donde las “plantas madres” son obtenidas a través de propagación *in vitro*, lo que proporciona una mayor probabilidad de obtener material vegetal sano y libre de patógenos, material que luego es plantado en el suelo para obtener “plantas hijas” que serán comercializadas. Por lo tanto, es muy importante que el suelo en el que son trasplantadas se encuentre libre de contaminación por patógenos (Barrueto, 2005).

Considerando lo anterior, hay que mencionar que en Chile existen viveros de importancia nacional y continental que comercializan plantas de frutilla, que a pesar de que esté

prohibido aún utilizan bromuro de metilo para la desinfección de sus suelos (Red Agrícola, 2017).

El bromuro de metilo es un fumigante altamente tóxico y de amplio espectro que, por mucho tiempo, se constituyó en un insumo vital para la agricultura nacional. Su empleo en la esterilización de suelos y sustratos facilitó la obtención de alimentos y de mejores ingresos para los productores agrícolas, sin embargo, como es un producto que afecta a nivel global, a partir de 2015 quedó prohibido su uso. Se indica que los cultivos con más demanda de este producto son el tomate y la frutilla, esta situación hace evidente la falta de alternativas al uso de este producto (González, 2006).

Es por estas razones que en el presente taller se detallarán alternativas de diferente naturaleza para el reemplazo del ya mencionado fumigante. Entre ellos, se estudiarán alternativas químicas, como lo es el uso de metam sodio y también alternativas no químicas, como es el control físico a través de vaporización y el control biológico a través de la aplicación de *Trichodermas spp.* y *Bacillus spp.*

3. Hipótesis

El uso de alternativas físicas, químicas y biológicas permiten reemplazar al bromuro de metilo como desinfectante de suelo para la propagación de plantas de frutilla.

4. Objetivos

Se plantean los siguientes objetivos:

4.1 Objetivo general

Evaluar estrategias alternativas al uso de bromuro de metilo en la desinfección efectiva de sustratos en la propagación de plantas de frutilla.

4.2 Objetivos específicos

Establecer la mejor alternativa al bromuro de metilo para el control de fitopatógenos del suelo que afectan a las plantas de frutilla durante su propagación.

5. Estado del Arte

Chile presenta ventajas para la producción y establecimiento de viveros de plantas de frutilla de buena calidad. Las condiciones agroecológicas son muy favorables, por ejemplo, la amplia gama de latitudes y altitudes permiten cumplir con los requerimientos de frío y fotoperíodo para distintas variedades. Además, el aislamiento geográfico favorece la obtención de material sano. Por otro lado, la contra-estación hace posible el envío de plantas a Europa con un periodo mínimo de conservación en frío. Así los agricultores europeos reciben plantas con un mayor contenido de carbohidratos de reserva y con menor riesgo de enfermedades, lo que mejora la productividad de las plantas de frutilla (Barrueto, 2005).

5.1. Propagación de plantas de frutilla

Comercialmente las plantas de frutillas son propagadas en forma asexual (clonal), y según la etapa de reproducción, se puede hacer a través de cultivos de meristemas o por multiplicación de estolones (Barrueto, 2005).

El cultivo *in vitro* o a partir de meristemas es utilizado para obtener plantas sanas, conservar el material genético e incrementar el material base a reproducir, material que luego va a ser propagado vegetativamente a través de estolones.

Para la obtención comercial de plantas de frutilla, en una primera fase es necesario establecer una colección de plantas madres de las variedades que son de interés comercial y que posteriormente serán multiplicadas. En el caso de iniciar una producción con plantas no certificadas, estas deben pasar por un proceso de saneamiento y además se debe comprobar su identidad genética.

Luego de establecer el bloque de plantas madres, se inicia la extracción de meristemas y se procede a las siguientes etapas:

- Etapa I: Laboratorio de micropropagación
Consiste en multiplicar plantas a partir de meristemas en condiciones asépticas considerando no más de cuatro repiques, dentro de frascos de vidrio los cuales contienen el medio de cultivo necesario para el crecimiento de plántulas.
- Etapa II: Aclimatación
Corresponde al traspaso del material vegetal desde el medio de cultivo artificial a un sustrato suelo.

- Etapa III: Bloque fundación

Las plantas provenientes de micropropagación son colocadas en una caseta anti-áfidos (“screen-house”), para evitar ataques de insectos vectores de enfermedades. Cada planta se establece en un contenedor individual (1m x 1m) con sustrato fumigado.

- Etapa IV: Bloque de incremento

Plantas obtenidas del “Bloque fundación” se llevan a campo para su reproducción a través de estolones durante un año.

- Etapa V: Vivero comercial

Las plantas se vuelven a reproducir en terreno, por otro año más, dando origen a plantas que recibirá el agricultor quién las cultivará para la obtención de fruta.

La producción anual de estolones puede variar entre 50 y 150 unidades/planta madre (Barrueto, 2005).

5.2. Requerimientos edafoclimáticos

El primer factor por considerar para el establecimiento de un vivero de frutillas es elegir el terreno adecuado, para ello se deben tener en cuenta diversos factores, principalmente la latitud, altitud y las características del suelo. Con respecto a la latitud, es importante que ésta tenga una estacionalidad marcada en relación con el fotoperiodo, ya que la planta responde fuertemente al largo del día, y en el caso del vivero se busca que las plantas respondan con una abundante emisión de estolones. En el hemisferio sur, esto ocurre en primavera verano, preferentemente en zonas al sur del paralelo 36° LS. La altitud puede ser un factor que permite tener bajas temperaturas (bajo 7°C) temprano en la temporada (inicios de otoño), y así asegurar que las plantas reciban el frío necesario para la inducción de yemas reproductivas. Uno de los factores más importantes es contar con suelos muy arenosos, con pH neutro (6 a 7) y agua abundante de baja conductividad eléctrica. Además, el vivero debe ubicarse en zonas aisladas, idealmente muy lejos de otras plantaciones de frutilla (Universidad de Magallanes, 1995).

En Chile se ha establecido que la zona que reúne las mejores condiciones para establecer un vivero se encuentra entre Chillán (Región de Bío-Bío, latitud 36°36'00"S 72°07'00"O) y Los Ángeles (Región de Bío-Bío, latitud 37°28'00"S 72°21'00"O), ya que se presentan condiciones de fotoperiodo bien diferenciadas, facilitando la inducción de estolones (octubre) y de flores (marzo). Por lo tanto, el vivero se inicia en octubre, época

en la que el largo del día aumenta y las yemas ubicadas en la corona tienden a diferenciarse hacia estolones facilitando el proceso de propagación. A partir del mes de febrero, decrece el largo del día, favoreciendo la inducción floral, permitiendo que las plantas nuevas que utilizarán los agricultores tengan yemas reproductivas (Gambardella, 2003).

Las plantas madres deben ser sanas, hijas de plantas meristemáticas y con autenticidad varietal. Se deben realizar pulverizaciones frecuentes para evitar hongos e insectos portadores de virosis y también se debe cortar las flores permanentemente.

El suelo debe estar muy bien preparado y esterilizado, ya sea a través de la fumigación u otro sistema como vaporización (SAG, 2007), con el fin de permitir un buen desarrollo del sistema radical, ya que la producción comercial de plantas de frutilla requiere certificación para proporcionar a los cultivadores plantas libres de organismos patógenos, especialmente virus y nematodos, y que sean del cultivar indicado (Hartman y Kester, 1988).

5.3. Bromuro de metilo

El bromuro de metilo –o bromo-metano- es una sustancia de fórmula CH_3Br , lo que indica que está conformada por una molécula de metano (CH_4) en la que un átomo de hidrógeno ha sido substituido por uno de bromo. Su densidad alcanza a $1,73 \text{ g cm}^{-3}$ a 0°C , con un punto de ebullición a 4°C y un punto de fusión a -93°C . Su presión de vapor es de 9×10^4 pascal a 20°C . Su solubilidad en agua es de $13,4 \text{ g l}^{-1}$ y se disuelve completamente en solventes orgánicos (Gonzalez, 2006). Es un gas utilizado como fumigante de amplio espectro de uso y de fácil aplicación, usado en suelos de cultivos hortícolas agrícolas como los tomates y las frutillas. Además, es el principal producto empleado en tratamientos cuarentenarios, para la desinfección de frutas en pre- y post-embarque, bodegas graneleras y barcos (Ministerio del medio ambiente, 2014). Sin embargo, la Agencia Ambiental de los Estados Unidos de América (US-EPA) incluye al bromuro de metilo, en el grupo químico clase I, que corresponde a productos extremadamente tóxicos para los seres humanos; su uso está regulado por una serie de restricciones y controles (Gonzalez, 2006). Por otro lado, se ha demostrado que la liberación de este gas a la atmósfera tiene un efecto ambiental muy negativo, ya que debilita la llamada “capa de ozono atmosférica” conduciendo con ello consecuencias

potenciales muy negativas, que van desde efectos adversos en el rendimiento de sistemas agrícolas y pesqueros hasta aumentos en las tasas de cáncer en la piel (Gonzalez, 2006). Además de todo lo antes mencionado, se deben incluir los efectos negativos sobre la biodiversidad del suelo, la contaminación de aguas superficiales y también las subterráneas (Ministerio del medio ambiente, 2014). Esto llevó a que el bromuro de metilo fuera incluido en el “protocolo de Montreal”, un acuerdo global de eliminación gradual de sustancias agotadoras de la capa de ozono. Chile a través del Ministerio del medio ambiente, prohibió su uso a partir de enero de 2015 (Ministerio del medio ambiente, 2014), sin embargo, hasta el día de hoy se sigue utilizando (Red Agrícola, 2017).

Como se mencionó anteriormente, la inocuidad del suelo es de suma importancia en el ciclo productivo, por lo que es relevante el reemplazo del bromuro de metilo en la propagación de plantas de frutilla. Para aquello se detalla el uso de alternativas químicas y no químicas.

Alternativa química

Metam-sodio (N-metil.ditiocarbamato de sodio anhidro): este producto se puede utilizar con bastante éxito para el control de nematodos, hongos y malezas, incluidas sus semillas. Se puede aplicar eficientemente con máquinas como la spade machine, o también a través de riego localizado. Se requiere una temperatura de suelo sobre 12°C, actuando por 8 a 10 días continuos, para que el producto gasifique bien y ejerza el efecto controlador que se busca (González, 2006).

Alternativas no químicas

Alternativa física

Vaporización: es un método de esterilización, basado en el calor que transfiere el vapor de agua aplicado a un material sólido (sustrato o suelo), con equipos especiales, los que constan básicamente de una caldera y de un contenedor metálico. Es importante que el suelo se encuentre a temperaturas superiores a 80°C durante a lo menos 30 minutos, de esta manera el proceso será eficiente y

se podrá controlar hongos, bacterias, nematodos, insectos y la mayoría de las semillas de malezas. Al aplicar vapor al suelo, se debe considerar que para vaporizar 10 a 20 cm de profundidad, se necesitan 15 kg de vapor por metro cuadrado, y que un kg de vapor es producido por un litro de agua (González, 2006). El vapor generado por la caldera se distribuye mediante tubos de fierro galvanizado que se entierran en el suelo, es importante tapar la superficie con una carpa resistente a altas temperaturas. El equipo de tratamiento corresponde a una caldera móvil, de baja presión, que produce vapor sobrecalentado. Este vapor se canaliza a través de tuberías flexibles de caucho a campanas metálicas equipadas con difusores, el suelo debe estar previamente arado y listo para plantar. El tiempo de inyección está de acuerdo con la temperatura que se desea para la desinfección y, la profundidad que se desea alcanzar.

Alternativa biológica

Trichoderma spp.: es un habitante natural del suelo y puede desempeñarse como saprófito o como parásito de otros hongos. Es ampliamente conocido por su conducta antagonista y utilizado para biocontrol, debido a su facilidad para ser aislado y cultivado, a su rápido crecimiento en un gran número de sustratos y que no se hospeda en plantas. Las especies de *Trichoderma*, actúan como hiperparásitos competitivos, que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se le atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Chavez, 2006). En el mercado existe una variada oferta de productos en base a *Trichoderma*, por ejemplo, TRIBAC BIO. Este es un producto que contiene dos cepas de *Trichoderma virens*, una cepa de *Trichoderma harzianum* y tres cepas de *Bacillus spp.* Cada una de ellas en una concentración mínima de 1×10^9 ufc/ml. Con este producto no se presentan riesgos de fitotoxicidad ni períodos de carencia, además al ser un producto biológico está exento de tolerancia de residuos. Se recomienda aplicar vía riego o aspersión al suelo 2 L/ha del producto antes mencionado.

6. Metodología

6.1 Ubicación del vivero

A partir de la información descrita anteriormente sobre requerimientos edafoclimáticos que presentan las plantas de frutilla y por el fácil acceso que tiene este lugar, se determina que el vivero donde se establecerán los protocolos alternativos al uso de bromuro de metilo en propagación de plantas de frutilla será en la comuna de Bulnes, ubicada en la Provincia de Ñuble en la Región de Ñuble, Chile (latitud 36°44'00"S 72°18'00"O).

6.2 Preparación del sitio

El proceso comenzará en el mes de mayo de 2019 con la obtención del material varietal. En el sitio se realizarán los siguientes procedimientos para todos los tratamientos, que a continuación se detallarán.

Antes que todo se debe realizar un estudio fitopatológico al suelo para ver la situación actual en que este se encuentra, si no cuenta con un mínimo de contaminación, se realizarán inoculaciones previas a la aplicación de los tratamientos.

La secuencia de labores se basa en el uso de subsolador, arado de discos y rastra.

Después se instalará el sistema de riego tecnificado presurizado por aspersion, por el cual se incorporará una fertilización base localizada y se realizarán las aplicaciones de los productos químicos y biológicos, es importante la sectorización del sitio para poder hacer las aplicaciones en los tratamientos.

6.3 Preparación del ensayo

En el lugar se hará un ensayo con cuatro tratamientos, los que se realizarán en parcelas independientes con una superficie de 117 m² cada una (9m x 13m). Estos tratamientos consisten en:

- Aplicación de Bromuro de metilo
- Aplicación de vapor
- Aplicación de Metham sodio
- Aplicación de *Trichoderma* spp y *Bacillus* spp.

A continuación, se detallará cada uno de ellos.

6.3.1 Tratamiento 1: aplicación de Bromuro de metilo

En este tratamiento es necesaria la aplicación del fumigante Bromuro de Metilo, para así poder comparar la efectividad de esta aplicación con respecto a los otros tratamientos.

La aplicación del producto se tiene que realizar con temperaturas mayores a 10°C y 20 días antes del trasplante. Se utilizará un cincel inyector, ya que la profundidad de suelo es mayor a 15 cm, luego de la aplicación se tiene que colocar una cobertura con film plástico de permeabilidad al bromuro de metilo inferior a 5g/h/m², un plástico de alta densidad. La dosis a utilizar será de 40 g/m³.

6.3.2 Tratamiento 2: sistema de vaporización

Considerando que el volumen que se requiere desinfectar es de 62,4 m³ la cantidad de vapor requerido (CVR) es de 3.446,23 kg (a partir de los valores del calor requerido para cambiar la temperatura del suelo y el calor latente de vaporización del agua). Considerando este valor, el sistema de vaporización será alimentado por una caldera de vapor móvil de hogar invertido, la cual tiene que producir más de 3.400 kg de vapor de agua por hora. El vapor será aplicado al suelo a través de un sistema de inyección de vapor utilizando un triplete de tubos galvanizados que deben ser instalados en el lugar a dos profundidades, a 15 cm del suelo y el otro a 45 cm, considerando que el 80% de raíces se encuentra en los primeros 30 a 35 cm de profundidad. El suelo debe mantenerse a 80°C durante 45 minutos, para aumentar la efectividad del proceso, el sustrato será tapado con una carpa resistente a altas temperaturas. El seguimiento de la temperatura en el suelo se hará a través de un termómetro especializado para medir altas temperaturas.

6.3.3 Tratamiento 3: aplicación de productos químicos

Se utilizará el producto químico comercial Nemasol, compuesto por Metham Sodio. La aplicación se hará a principios de septiembre, cuando las temperaturas sean superiores a 12° C por lo que se utilizará un termómetro especializado para medir esta temperatura a 10 cm de profundidad. La aplicación del producto se hará a través del sistema de riego,

bajo una cubierta de polietileno. Con formulaciones de 32% del ingrediente activo la dosis a utilizar es de 120 ml/m². Una vez aplicado el producto, se debe esperar como mínimo 15 días para el trasplante, el que se debe hacer posterior a una prueba de germinación, la que consiste en verificar si el suelo está con la aptitud necesaria para el trasplante, se hacen germinar semillas de lechuga en un recipiente con 250 gramos del suelo tratado, si germinan, se puede realizar el trasplante, si no, se debe ventilar el suelo.

6.3.4 Tratamiento 4: aplicación de productos biológicos

Se harán aplicaciones de productos biológicos en base a bioantagonistas. Se utilizará TRIBAC BIO, un producto en base a dos cepas de *Trichoderma virens*, una cepa de *Trichoderma hazianum* y una cepa de *Bacillus subtilis*, organismos que incrementan la resistencia sistémica adquirida de las especies vegetales, otorgando protección al ataque de hongos fitopatógenos. Además, se utilizará BAFEX-N®, un producto en base a cepas nativas de *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus cereus*, organismos que actúan como biocontroladores de nematodos fitoparásitos.

- TRIBAC BIO en un comienzo se aplicarán 2 L/ha a través del sistema de riego, la aplicación se realizará justo antes de la implementación del plantel madre. Posteriormente, se hará una aspersión foliar a desde floración en adelante.
- BAFEX-N® es un producto en polvo mojable. Se deben disolver 8 kg/ha en 100 L para aplicarlo a través del sistema de riego justo antes del trasplante, y posteriormente realizar dos aplicaciones preventivas en enero y marzo.

6.4 Evaluación

Se harán análisis fitopatológicos a plantas y al suelo (fitopatológico y nematológico) para cada tratamiento en dos ocasiones, los primeros al momento de hacer el trasplante, y los otros en mayo, a partir de la cosecha de plantas. Con esta información, se compararán los tratamientos entre sí, para así verificar que la aplicación de vaporización, de productos químicos y de productos biológicos pueden ser efectivos al igual que la aplicación de bromuro de metilo, y además determinar a través de estos análisis cuál es el más efectivo en el reemplazo del fumigante para la desinfección efectiva de sustratos en la propagación de plantas de frutilla.

El diseño experimental será completamente al azar y de cada tratamiento se escogerán 27 plantas de 108 para realizar los análisis fitopatológicos, con un error estándar de 0.05.

Las plantas tienen que estar libres de los patógenos que se presentan en el cuadro 2 para su certificación. Por lo que en el análisis de resultado se medirá ausencia o presencia de estos microorganismos.

Cuadro 2: Plagas micológicas y virológicas de control obligatorio para la certificación de plantas de frutilla.

Plagas micológicas de control obligatorio	Plagas virológicas de control obligatorio	Nemátodos de control obligatorio
<i>Phytophthora cactorum</i>	Strawberry Crinckle Virus	<i>Meloidogyne hapla</i>
<i>Phytophthora fragariae</i>	Strawberry Mild Yellow Edge Virus	<i>Xiphinema americanum</i>
<i>Verticillium albo-atrum</i>	Strawberry Mottle Virus	<i>Xiphinema diversicaudatum</i>
<i>Verticillium dahliae</i>		
<i>Fusarium oxysporum f. sp. fragariae</i>		

Fuente: SAG, 2018.

6.5 Obtención y características del material vegetal

El material vegetal será obtenido del banco de germoplasma del vivero Llahuen, con la variedad "Camarosa", caracterizada como una variedad de día corto que responde al fotoperiodo.

En el cuadro 1 se presentan características de la variedad seleccionada.

Cuadro 1: Características de la Variedad Camarosa.

Genotipo	Puntuación resistencia a Verticillium (5 = mejor)	Puntuación resistencia a Phytophthora (5 = mejor)	Rendimiento (5 = mejor)	Aspecto (5 = mejor)
Camarosa	2.7	3.6	2.6	2.8

Fuente: UC Davis, 2018.

6.6 Establecimiento de las plantas

Este se hará en hileras simples donde la distancia entre ellas será de 1.8 metros, mientras que la distancia sobre hilera será de 60 cm, dando como densidad de plantación

aproximadamente 10.000 plantas/ha (Villagrán,1995). El plantel madre será trasplantado a partir del mes de octubre donde previamente se realizaron todos los tratamientos ya mencionados.

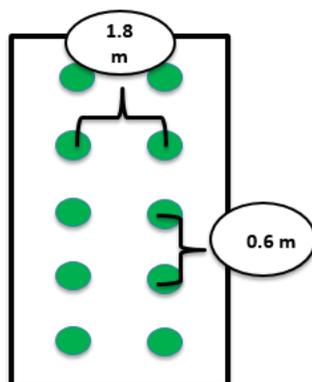


Figura 1: Distancia de plantación para los tratamientos en propagación de plantas de frutilla Variedad Camarosa.

7. Bibliografía

Avilés R., 2013. Manual de frutilla. 117 p. Boletín INIA N° 262. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Agroberries, 2015. Productos, frutilla. Disponible en <http://www.agroberries.cl/frutilla/>.
Leído el 13 de abril de 2018.

Barrueto, M. 2005. Efecto de poda y extirpación de plantas madres en vivero de frutilla (*Fragaria x ananassa* Duch). 36 p. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Chavez, M. 2006. Producción de *Trichoderma sp.* Y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). 113 p. Tesis Microbiólogo Industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

France, A. 2013. Manejo de enfermedades en frutilla. p 61-72. In Manual de frutilla. Boletín N° 262. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

González, S. 2006. Bromuro de metilo: un fumigante en retirada. 174 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA N° 20. Santiago, Chile.

Hartmann, H., y D. Kester. 1988. Propagación de plantas. 760 p. 2ª. ed. Compañía Editorial Continental, Ciudad de México, México.

Ministerio del Medio Ambiente. 2014. Proyecto terminal eliminación nacional del bromuro de metilo: Alternativas al bromuro de metilo. 128 p. ONUDI-PNUMA, Santiago, Chile.

ODEPA. 2018. Estadísticas agropecuarias. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>. Leído el 14 de abril de 2018.

Red Agrícola. 2017. Vivero Llahuen: el segundo mayor vivero de frutillas del planeta. Disponible en <http://www.redagricola.com/cl/vivero-llahuen-segundo-mayor-vivero-frutillas-del-planeta/>.

SAG. 2007. Normativa de frutillas. Disponible en http://www.sag.cl/sites/default/files/NORMATIVA_FRUTILLAS.pdf. Leído el 18 de julio de 2018.

Sudzuki, F. 1985. Cultivo de frutales menores. 184 p. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Universidad de Magallanes. 1995. Proyecto: Obtención de plantas de frutillas por micropropagación y su cultivo. Disponible en http://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/145175/FIA-PI-C-1994-1-A-012_PPTA.pdf?sequence=1. Leído el 18 de abril de 2018.

8. Plan de trabajo

El proyecto tendrá una duración de 444 días, aproximadamente 14 meses, tiempo aproximado para la obtención de plantas de frutilla listas para su comercialización.

En el proyecto destacan cinco etapas, la primera etapa comienza en mayo de 2019 y consiste en obtener los materiales necesarios para implementar el proyecto, incluido el material vegetal. La segunda etapa consiste en la preparación del sitio, ya sea con las labores culturales para preparar el suelo como también la instalación del sistema de riego y del sistema de vaporización.

La tercera etapa es la aplicación de las alternativas para desinfectar, la aplicación del producto químico se debe hacer 28 días previos al trasplante y la vaporización se realizará una semana antes.

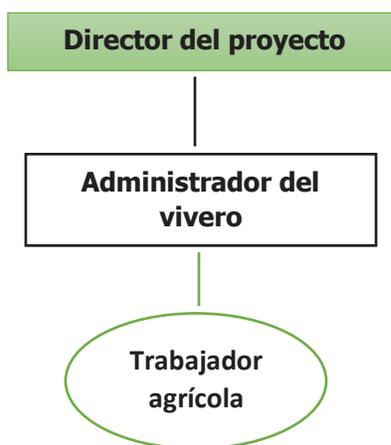
La cuarta etapa consiste en la implementación del plantel madre y las labores culturales para la obtención de las plantas comerciales, las cuáles serán cosechadas a partir de mayo de 2020.

Finalmente, la última etapa consiste en analizar los resultados a partir del análisis fitopatológico realizado antes del trasplante y después de la cosecha a las plantas, para luego analizarlos y obtener resultados luego de un mes.

9. Resultados esperados

A partir de los diferentes tratamientos de este ensayo, se busca demostrar la efectividad de las diferentes alternativas presentadas en el control de patógenos para la propagación de plantas de frutillas, donde cada alternativa se espera sea efectiva para el reemplazo del bromuro de metilo en este proceso. La aplicación del producto químico Metham sodio se espera sea altamente efectivo controlando patógenos en el suelo para obtener plantas libres de microorganismos, sin embargo, se debe tener cuidados especiales por el periodo de reingreso que el control requiere. La aplicación de los productos biológicos a partir de los géneros de *Trichoderma* y *Bacillus* se espera que logren el control efectivo de hongos y nematodos, por lo que el control de malezas deberá ser muy riguroso en todo el proceso. Mientras que la vaporización de suelo se espera que sea la alternativa más efectiva al uso del bromuro de metilo, ya que gracias al uso de elevadas temperaturas (85 °C) se podrán controlar los organismos fitopatógenos.

10. Organización



Cuadro 3: Descripción de funciones y costos asociados a la mano de obra.

Nombre del profesional	Formación/grado académico	Cargo en el proyecto	Funciones (N°)	Costo del personal (MM\$)	Aporte FONDO CONCURSABLE (MM\$)
Constanza Beltrán	Ingeniero Agrónomo	Director del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Gestión del proyecto. -Contratación de personal. -Análisis de datos. - Redacción del informe final. 	4,2	2,94
Ismael Rojas	Ingeniero Agrícola	Administrador del vivero	<ul style="list-style-type: none"> -Ejecución del proyecto. -Delegación de manejos productivos. -Supervisión de labores. -Encargado de riego. 	9,1	6,37

Ramón Díaz	Educación media completa	Obrero agrícola	-Ejecución de las labores productivas. -Manejo de plantas (trasplante, raleo de flores, desmalezado, cosecha).	4,2	2,94
---------------	-----------------------------	--------------------	---	-----	------

11. Presupuesto

El proyecto de investigación tiene un costo total de \$62.538.583.

Para poder financiar el proyecto, se postulará a fondos de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), quien da un plazo máximo de 48 meses para desarrollar el proyecto, y cofinancia hasta el 70% del costo total de este. Además, entrega un financiamiento máximo de \$150.000.000.

11.1 Presupuesto total por cuenta (MM\$)

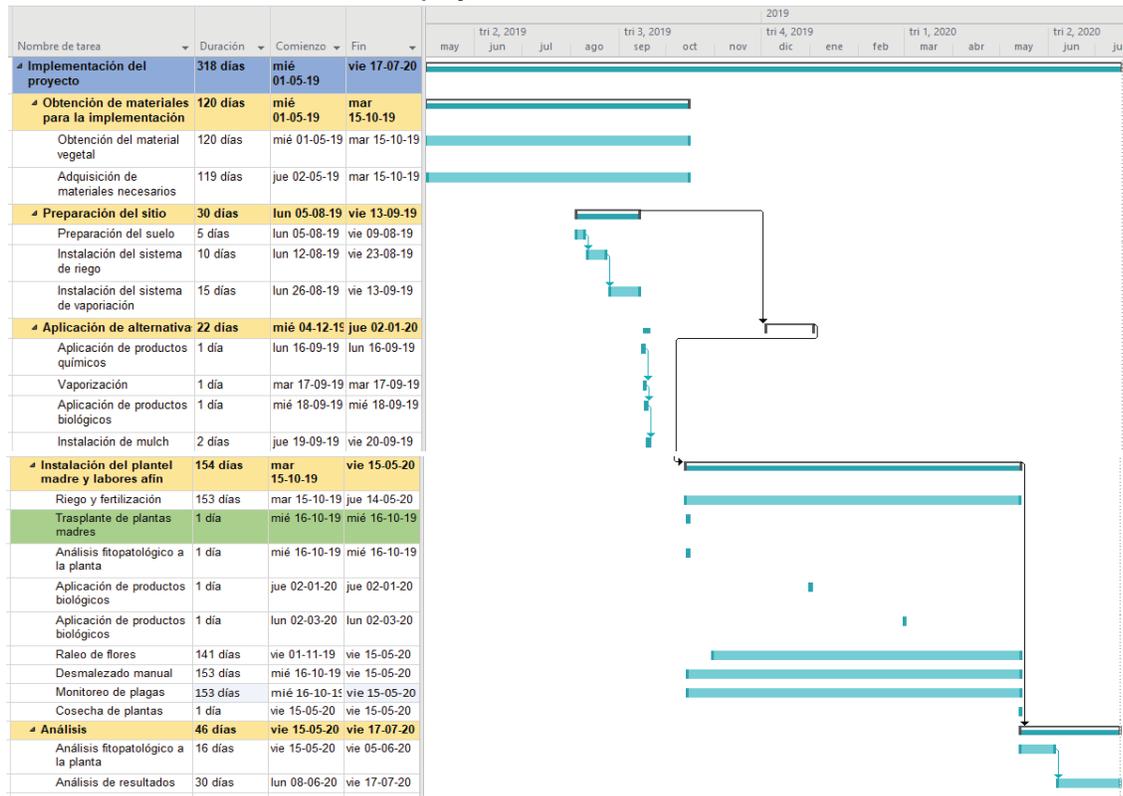
	Cuenta	FONDO CONCURSABLE	APORTE EMPRESA		Total(MM\$)
			Pecuniario	No pecuniario	
A.	Total Recursos Humanos	12,355	5,295	-	17,650
B.	Total Subcontratos	15,351	6,579	-	21,930
C.	Total Gastos de Inversión	1,031	0,441	0,230	1,703
D.	Total Gastos de Operación	11,862	5,084	-	16,947
E.	Total Gastos de Administración	3,119	1,336	-	4,456
	Porcentaje de Aporte (%)	70%	29,63%	0,36%	100%
TOTAL(MM\$)		43,719	18,736	0,230	62,686

11.2 Presupuesto total por año (MM\$)

	Cuenta	Año 1	Año 2	Total(MM\$)
A.	Total Recursos Humanos			
	<i>Pecuniario</i>	15,030	2,620	17,650
	<i>No Pecuniario</i>	-	-	-
B.	Total Subcontratos			
	<i>Pecuniario</i>	18,930	3	21,930
	<i>No Pecuniario</i>	-	-	-
C.	Total Gastos de Inversión			
	<i>Pecuniario</i>	-	1,472	1,703
	<i>No Pecuniario</i>	0,230	-	0,230
D.	Total Gastos de Operación			
	<i>Pecuniario</i>	11,607	5,340	16,847
	<i>No Pecuniario</i>	-	-	-
E.	Total Gastos de Administración			
	<i>Pecuniario</i>	3,819	0,637	4,456
	<i>No Pecuniario</i>	-	-	-
	Total(MM\$)			
	<i>Pecuniario</i>	49,386	13,069	62,455
	<i>No Pecuniario</i>	0,230	-	0,230

12. Anexos

12.1. Anexo 1: Carta Gantt del proyecto



12.2. Anexo 2: detalle de presupuesto

Recursos Humanos	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Incentivos Director	14	mes	\$ 300.000	\$ 4.200.000
Administrador del vivero	14	mes	\$ 650.000	\$ 9.100.000
Trabajador agrícola part time	14	mes	\$ 300.000	\$ 4.200.000
Maestro constructor part time	5	días	\$ 30.000	\$ 150.000
Subtotal				\$ 17.650.000

Subcontratos	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Terreno	14	meses	\$ 1.500.000	\$ 21.000.000
Arriendo de maquinaria	1	día	\$ 70.000	\$ 70.000
Arriendo cincel inyector	1	día	\$ 60.000	\$ 60.000
Arriendo caldera móvil	1	día	\$ 3.250.000	\$ 3.250.000
Subtotal				\$ 24.380.000

Gastos de inversión	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Sistema de riego presurizado	500	m ²	\$ 2.600	\$ 1.300.000
Notebook lenovo	1	unidades	\$ 230.000	\$ 230.000
Telefonos celulares (Moto C)	2	unidades	\$ 54.990	\$ 109.980
Termómetro	1	unidades	\$ 63.112	\$ 63.112
Subtotal				\$ 1.703.092

Gastos de operación	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Fertilizantes	1	Unidad	\$ 102.803	\$ 102.803
Plantas	500	unidades	\$ 10.500	\$ 5.250.000
Análisis fitopatológicos	177	unidades	\$ 60.000	\$ 10.620.000
Tubos galvanizados	16	unidades	\$ 20.290	\$ 324.640
Film plástico	1	unidad	\$ 35.000	\$ 35.000
Carpa	1	unidad	\$ 55.000	\$ 55.000
Nemasol o methamsodio				\$ 150.000
Semillas de lechuga	250	semillas	\$ 5.000	\$ 5.000
Bromuro de metilo				100.000
TRIBAC BIO	1	L	\$ 45.020	\$ 45.020
BAFEX-N	5	Kg	\$ 201.190	\$ 201.190
Bomba de espalda	1	unidad	\$ 24.990	\$ 24.990
Bloqueador solar	1	L	\$ 17.990	\$ 17.990
Azadón	1	unidad	\$ 15.830	\$ 15.830
Subtotal				\$ 16.947.463

Gastos de administración	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Luz y agua	14	meses	\$ 65.000	\$ 910.000
Planes telefónicos e internet	14	unidades	\$ 30.000	\$ 420.000
Subtotal				\$ 1.330.000