

FRUTILLA CHILENA NATIVA

Fragaria chiloensis





Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Edición 2018

Este documento se encuentra bajo una Licencia [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).

Basada en una obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda. Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.procisur.org.uy>

Coordinación editorial: Rosanna Leggiadro
Corrección de estilo: Malvina Galván
Diseño de portada: Esteban Grille
Diseño editorial: Esteban Grille

FRUTILLA CHILENA

Figueroa, Carlos R.

Concha, Cristóbal M.

Figueroa, Nicolás E.

Tapia, Gerardo¹

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y CULTURALES

1.1. FRAGARIA CHILOENSIS EN CHILE

Fragaria chiloensis (L.) Mill. es una especie nativa de América del Norte y del Sur, de la cual existe una subespecie en Chile (spp. *chiloensis*), la frutilla chilena, que presenta dos formas botánicas: *f. patagonica*, la cual presenta frutos rojos de tamaño pequeño, y *f. chiloensis*, la cual posee frutos de mayor tamaño de color blanco o blanco-rosado concociéndose comúnmente como frutilla blanca (Hancock et al., 1999).

Se cree que las primeras plantas de *F. chiloensis*, llegaron a América del Sur a través de las aves migratorias, las cuales habrían depositado semillas provenientes de América del Norte. Estas plantas, evolucionaron separadamente de las del norte del continente, dando origen a las distintas formas botánicas que se conocen en la actualidad en el territorio chileno (Hancock et al., 1999).

Según diversos registros, los pueblos originarios Pehuenches y Mapuches, fueron los primeros que cultivaron esta especie hace más de 1000 años. Los Mapuches denominaban “Quellen” a la frutilla de fruto blanco grande (*f. chiloensis*), y “Lahuen” a la de fruto rojo pequeño (*f. patagonica*) (Hancock et al., 1999). La mayor parte de la evidencia sugiere que, las plantas de fruto blanco fueron las principales plantas domesticadas por los Mapuches.

Los frutos blancos (albinos) son raros en la naturaleza (Hancock et al., 2003). Sin embargo, las *f. chiloensis*, se han encontrado en diversas zonas silvestres del sur de Chile. Reportándose que las plantas que producen estos frutos están más emparentadas con la frutilla domesticada de fruto blanco, que actualmente, es cultivada por pequeños agricultores, que con las plantas silvestres de fruto rojo (Lavín, 1997; Hancock et al., 1999).

¹ Figueroa, Carlos R.*; Concha, Cristóbal M.; Figueroa, Nicolás E.: Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca, Chile. Tapia, Gerardo: Unidad de Recursos Genéticos Vegetales, INIA- Quilamapu, Avda. Vicente Méndez 515, Chillán, Chile *Autor correspondiente, agradece a los proyectos CONICYT, PIA/ACT-1110 y Fondecyt/Regular 1140663. Tel. +56 71 2200277. Email: cfigueroa@utalca.cl

1.2. FRAGARIA CHILOENSIS EN EUROPA Y EL ORIGEN DE LA FRUTILLA COMERCIAL (FRAGARIA ×ANANASSA)

El espía francés Amedeé François Frezier, en 1771 fue encargado por el rey Luis XIV, de una misión, con el fin de explorar las fortificaciones españolas cerca de Concepción (Lat. 36°50'S; Long. 73°00'O); se percató del inusual tamaño, aroma y sabor de las frutillas cultivadas en las cercanías. Asombrado por su descubrimiento, colectó y llevó de vuelta a Europa varias plantas de frutilla blanca. En el duro viaje de 6 meses en barco de regreso a Europa, sobrevivieron solo cinco plantas, las cuales fueron entregadas a diversas personas; incluyendo al jardinero del rey M. Antoine Jussieu. Desafortunadamente, las plantas que sobrevivieron al viaje eran todas femeninas, así que, si bien las plantas podían crecer y generaban muchos estolones, no producían frutos (Darrow, 1966). Esto fue una gran decepción para los europeos, quienes deseaban ver los frutos de esta particular frutilla, los cuales, según Freizer, eran “a veces tan grande como un huevo de gallina”.

Durante muchos años, se obtuvieron pocos frutos y de pequeño tamaño de las plantas femeninas de *F. chilensis*; y esto, sólo ocurría cuando éstas eran cultivadas cerca de las especies *Fragaria virginiana* Mill. y *Fragaria moschata* Duch. (que poseía frutos de gran tamaño).

No fue sino, hasta que el joven francés de 17 años Antoine Nicolas Duchesne, descubrió como obtener frutos de las plantas femeninas de *F. chilensis*, que esta especie demostró su potencial (Darrow, 1966).

Duchesne estudió la sexualidad en diversas especies del género *Fragaria* y descubrió que algunas eran unisexuales (presentan solo androceo o gineceo), mientras que otras eran hermafroditas. Duchesne observó esto, por primera vez, en *F. moschata*, y descubrió que, como la planta de *F. chilensis* era similar morfológicamente a *F. moschata*, y ésta tenía flores masculinas, podía ser utilizada para polinizar las plantas femeninas de *F. chilensis*.

Usando una planta masculina de *F. moschata* como dadora de polen y un pincel para polinizar las flores de *F. chilensis*, observó que después de unos días el receptáculo de éstas se ensanchaba, signo de una fecundación exitosa. Después de algunas semanas, Duchesne obtuvo frutos de *F. chilensis* de gran tamaño, los cuales presentó al rey Luis XV; quien impresionado por el trabajo del joven, ordenó que las frutillas fueran retratadas para la colección de la Biblioteca Real de Botánica y que Duchesne cultivara en el jardín real más plantas de *F. chilensis* junto a todas las variedades de frutilla de Europa (Darrow, 1966).

Pronto las plantas de *F. chilensis* fueron cultivadas en diversas zonas de Francia e Inglaterra, con mayor éxito en la región costera de Brest en Francia, debido a que esta especie tenía mayor preferencia por los climas costeros. Esto permitió, a los franceses ser los principales productores de



esta fruta por un siglo; hasta que una nueva especie de frutilla, la frutilla comercial (*Fragaria ×ananassa* Duch.), con mayor calibre de fruto, desplazó a la especie traída desde América (Darrow, 1966).

La frutilla comercial, o frutilla ananá debido a su olor, sabor y forma similar al de una piña, fue reportada por primera vez en 1759, por el botánico inglés Philip Miller, que la clasificó como *F. virginiana* variedad "Surinam". Durante los siguientes años, diversas plantas de *F. ×ananassa*, fueron encontradas en distintos países como Holanda, Suiza, Alemania e Inglaterra.

En 1766, Duchesne sospechó, que esta frutilla era un cruce entre la frutilla escarlata (*F. virginiana*) y la frutilla chilena (*F. chiloensis*), siendo la primera la dadora de polen. En 1771, Duchesne clasificó a esta especie con un nuevo nombre botánico, llamándola *Fragaria ananassa*, la especie de frutilla conocida a nivel mundial (Darrow, 1966), cuyo progenitor materno es la frutilla chilena.

1.3. CULTIVO EN CHILE DE FRAGARIA CHILOENSIS

En Chile, el cultivo de *F. chiloensis* tuvo su apogeo en la primera mitad del siglo XX, cuando surgió una gran industria de enlatados de frutilla chilena en distintas ciudades en el sur del país, estando la principal en Nueva Imperial (Lat. 38°44'S; Long. 72°57'O), por lo que se logró expandir su cultivo a cientos de hectáreas.

Desde la década de 1950, su popularidad decayó debido a los mayores rendimientos y rentabilidad de nuevos cultivares europeos de *F. ×ananassa*; y con la posterior introducción de variedades californianas de esta especie en 1960, los cuales poco a poco fueron desplazando a la frutilla chilena (Hancock et al., 1999).

Aunque ya para 1970 su cultivo iba en franco retroceso, la gente que vivía de ella cuenta que "uno podía ver el tren y a personas con canastas de mimbre llenas de frutilla blanca yendo hacia la ciudad para venderla" (Omar Orellana, comunicación personal).

Los cambios en el uso del suelo para urbanización, el desarrollo de grandes plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus radiata*, en conjunto con la fumigación aérea, podrían haber tenido un efecto importante en los rendimientos y calidad de la frutilla chilena, contribuyendo a la pérdida casi total de su cultivo (Omar Orellana, comunicación personal).

Por otra parte, es importante señalar que también ha contribuido a su declive, la falta de un programa de mejoramiento genético continuo y el uso de técnicas de agricultura moderna (como riego por goteo, uso de mulch, control de enfermedades y fertilización), así como el uso de plantas de alta calidad sanitaria, los cuales son vitales para incrementar los rendimientos y calidad de fruto en esta especie (Retamales et al., 2005).



Sin embargo, su cultivo sigue siendo realizado en pequeña escala por comunidades rurales de las regiones del Maule, Biobío (Fig. 1A) y Araucanía, manteniendo la tradición por varios siglos.

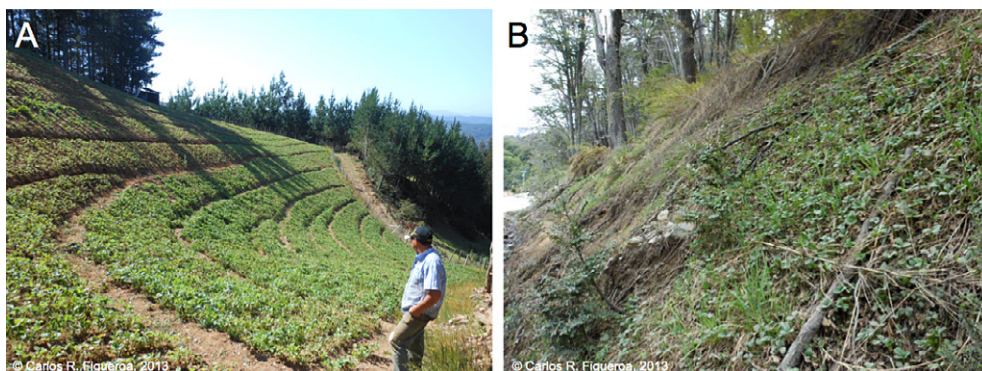


Figura 1. Hábitats representativos de la frutilla chilena. (A) cultivo de frutilla blanca (*f. chiloensis*) en Contulmo (Región del Biobío, Chile); (B) frutilla silvestre (*f. patagonica*) en bosque nativo de sector cordillerano de la Región del Biobío, Chile

2. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. IDENTIFICACIÓN

2.1.1. Nombres comunes: Frutilla chilena nativa; Frutilla blanca o Frutilla silvestre.

2.1.2. Nombre Científico: *Fragaria chiloensis* (L.) Mill.

2.2.3. Sinonimia: *Fragaria vesca* var. *chiloensis* L., *Potentilla chiloensis* (L.) Mabb.

2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

2.2.1. Reino: Plantae

2.2.2. División: Tracheophyta

2.2.3. Clase: Magnoliopsida

2.2.4. Orden: Rosales

2.2.5. Familia: Rosaceae

2.2.6. Género: *Fragaria* L.

2.2.7. Especie: *Fragaria chiloensis* (L.) Mill.

2.2.8. Nombre común: Frutilla chilena nativa, blanca o silvestre.



2.3. CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA

2.3.1. Hoja

El color de la hoja depende de la accesión en particular, puede ir desde el verde claro al verde oscuro. El número de hojas varía, en un rango de 8 a 45 hojas, dependiendo de cuantas coronas tenga la planta. Son obovadas, de textura cartácea, de pubescencia media a densa en el envés y escasa en el haz (Lavin et al., 2005). Las hojas van insertas en la corona (tallo) junto con las yemas axilares. Esta corona se alarga lentamente formando nudos y entrenudos muy cortos (Lavín y Maureira, 2000).

2.3.2. Flor

Las flores de accesiones silvestres, presentan 5 o 6 pétalos, si bien, hay algunas con 7 y algunas domesticadas tienen 8; sólo se encuentran plantas con flores femeninas y hermafroditas. Las primeras tienden a ser más pequeñas, con estaminodios cortos de color amarillo pálido y anteras atrofiadas, mientras que las segundas, poseen estambres largos, de color amarillo oscuro y con polen en las anteras (Maureira et al., 1996).

2.3.3. Fruto

El órgano comestible, corresponde al receptáculo engrosado, siendo los aquenios los verdaderos frutos. En cuanto a color, los frutos de la forma botánica chilensis, varían de un blanco pálido a un rosado translúcido, y de la forma patagónica, van desde el rojo claro al rojo oscuro, siendo el fruto de ambas formas, más coloridos en el lado con luz.

Los frutos son no climatéricos, de pubescencia media, de forma globosa o globosa cónica y presentan un peso promedio de entre 1 a 2 g en las accesiones silvestres, y de 6 a 14 g en las accesiones domesticadas (Figueroa et al., 2008), las que a veces pueden dar fruto de 24 g (Maureira et al., 1996).

Los frutos de *F. chilensis* cultivados, se destacan principalmente por su pulpa de color blanco, su gran dulzor y aroma, comparado con la frutilla comercial, aunque presentan una baja uniformidad en cuanto a tamaño y calidad del fruto (Nishizawa et al., 2005; Retamales et al., 2005; Figueroa et al., 2008).

2.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA, SUPERFICIE EN LA ZONA O TERRITORIO

En Chile, *F. chilensis* se distribuye desde la Región del Maule (Lat. 35°30'S) hasta la Región de Magallanes (Lat. 47°33'S) (Lavin et al., 1993; Hancock et al., 1999). Sin embargo, antiguamente esta especie podía encontrarse hasta en Santiago (Lat. 33°27'S), ocupando gran parte del territorio chileno desde Chile central hasta el extremo sur (Darrow, 1966).



2.5. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

2.5.1. Ecología

En general, *F. chilensis* crece en hábitats, donde la competencia con otras especies es baja. Suele encontrarse en lugares con una importante presencia de bosque nativo (Gambardella et al. 2000), y donde existe escasa presión antrópica, como áreas protegidas o sectores escasamente poblados, con baja presencia de plantaciones forestales o campos (Fig. 1B). Sin embargo, también es posible encontrarla creciendo, en sectores de pastoreo de animales en suelos muy compactados, cerca de la playa. En la costa, muy cerca de la orilla, puede encontrarse en algunos casos asociada a otras especies silvestres que suelen protegerla contra la herbivoría. En este ambiente, la frutilla chilena coloniza las playas y dunas de arena, principalmente de la costa de Chiloé (Lat. 42°40'S) (Gambardella et al. 2000).

2.5.2. Suelo

Debido a su amplio rango de distribución, esta especie se adapta a diferentes condiciones de suelo. En la zona más icónica de producción de frutilla blanca en las comunas de Contulmo (Lat. 38°00'S; Long. 73°14'O) y Purén (Lat. 38°01'S; Long. 73°05'O), se encuentra en suelos, en su mayoría derivados de cenizas volcánicas antiguas, conocidos como suelos rojos-arcillosos (Romero y Rojas, 1988). Este suelo presenta, en general, buena fertilidad, pero con propiedades físicas deficientes, producto de su densidad, expansión y contracción de sus arcillas (Murphy et al., 1983).

Por otra parte, en la zona de Constitución (Lat. 35°20'S; Long. 72°25'O), donde esta especie también se encuentra de forma silvestre, los suelos son, en general una transición entre laterítico pardo rojizo y pardo no cálcico, con buenas condiciones de drenaje y baja fertilidad (Roberts y Díaz, 1959).

Finalmente, varias accesiones de *F. chilensis*, se pueden encontrar a los pies de la Cordillera de los Andes, entre la Región del Maule (Lat. 35°S) y la Región de Los Lagos (Lat. 41°S), donde predominan los suelos del tipo Trumao. Estos suelos derivan de cenizas volcánicas y en general se pueden encontrar de dos tipos: bien drenados y húmedos (Roberts y Díaz, 1959).

2.5.3. Clima

En Chile, *F. chilensis* habita en condiciones climáticas muy variables. Un estudio publicado por Lavín y col. (2000), en donde se colectaron 304 accesiones de *F. chilensis* entre la Región del Maule (Lat. 35°S) y la Región de La Araucanía (Lat. 38°S), muestra que la especie, se distribuye predominantemente en áreas de clima mediterráneo, marino o polar, siendo el clima mediterráneo marino, donde se encuentra el mayor porcentaje del total de las accesiones colectadas. Es importante enfatizar que este clima se caracteriza por una gran amplitud térmica anual (> 20%).



Un porcentaje no menor del total de accesiones recolectadas se encontró en la cordillera media y otras zonas del sur, donde predomina un clima polar del tipo alpino de tundra.

Otro punto importante a considerar, es el amplio rango de alturas en que se puede encontrar la especie, pues se encuentran plantas desde el nivel del mar (1 a 2 msnm) hasta los 1850 msnm (Lavin et al., 2000).

2.6. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

2.6.1. Sistema reproductivo

La flor, es comúnmente hermafrodita, aunque también se pueden encontrar flores pistiladas (femeninas). Cada flor perfecta, está constituida por un cáliz (de 6 a 7 sépalos), una corola con 5 a 7 pétalos blancos y numerosos estambres insertos en el receptáculo, el cual contiene los pistilos dispuestos en espiral en torno a él (Lavín y Maureira, 2000).

Sus principales formas de reproducción, son mediante la producción de frutos (sexual) y mediante la generación de estolones (asexual). El estolón corresponde a un brote largo y rastrero generado a partir de las yemas axilares ubicadas en la base de la corona. Está formado por, dos entrenudos y una yema terminal, la cual al desarrollarse, forma una nueva planta (Lavín y Maureira, 2000).

2.6.2. Estados fenológicos

Branzanti (1989), establece que *F. chilensis*, florece durante un breve período en primavera, sin presentar una segunda floración en verano. La frutilla chilena corresponde a una especie perenne, de día corto.

El ciclo anual de la planta se divide en: floración, aparición de estolones, fructificación y receso (Lavín y Maureira, 2000). La diferenciación de sus yemas ocurre entre finales de verano y principios de otoño, cuando los días se acortan y la temperatura desciende. Florece en la siguiente primavera y presenta solo una fructificación importante. Durante la primavera se generan los estolones, los cuales se producen ininterrumpidamente hasta principios de otoño.

A pesar de lo anterior, la fenología puede ser variable, dependiendo de las diferentes accesiones que se puedan encontrar. En este sentido, Lavín y Maureira (2000) caracterizaron 6 accesiones de *F. chilensis*, encontrando accesiones que presentaron flores durante más de 9 meses, que sugirieron la existencia de genotipos de día corto. Además, en algunos casos la fructificación y generación de estolones se extendió por 6 meses.

2.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y NUTRICIONALES DEL FRUTO

2.7.1. Características químicas

Los principales compuestos químicos, de importancia comercial descritos en la frutilla chilena, corresponden a flavonoides. Un estudio realizado por



Schmeda-Hirschmann et al. (2011), determinó que el principal compuesto fenólico presente en esta especie, es el ácido elágico, además de, proantocianidinas y glucósidos de quercitina y kaempferol.

La planta acumula taninos condensados de alto peso molecular en los rizomas, mientras que la hoja contiene principalmente taninos hidrosolubles y flavonoides (Schmeda-Hirschmann et al., 2011).

En otro análisis químico de los frutos, Simirgiotis et al. (2009), se reportó que el mayor glucósido de flavonol presente en los frutos, fue quercitina-3-O-glucuronido. Este estudio consignó además, diferencias importantes en las antocianinas presentes en *F. chiloensis*, siendo cianidina-3-glucósido la predominante en la f. chiloensis y pelargonidina-3-glucósido en la f. patagonica.

2.7.2. Características nutricionales

A nivel nutricional, el fruto posee compuestos antioxidantes, dado principalmente por la presencia de diversos flavonoides (Simirgiotis y Schmeda-Hirschmann, 2010). Desde este punto de vista, se puede situar a *F. chiloensis* dentro de la categoría de alimento funcional, al cumplir un rol beneficioso para la salud.

Un punto importante a mencionar dentro de las características nutricionales del fruto de *F. chiloensis*, es la composición de azúcares, que contribuye a su dulzor tan característico.

Nishizawa y col. (2005) estudiaron 2 accesiones de *F. chiloensis*, encontrando que el contenido de sólidos solubles era superior a varios cultivares de *F. ×ananassa* tales como cv. Seascape, cv. Tudla o cv. Reiko. En las accesiones analizadas de *F. chiloensis*, la glucosa y la fructosa fueron los azúcares predominantes, con entre 25 – 35 mg por g de peso fresco, dejando la sacarosa en segundo plano.

3. RECURSOS GENÉTICOS

3.1. VARIABILIDAD GENÉTICA DISPONIBLE

Diversos autores han señalado que, *F. chiloensis*, puede ser un importante reservorio de genes de interés para el mejoramiento genético de *F. ×ananassa* (Carrasco et al., 2007; Hancock et al., 2008). Esto se debe, a que posee baja susceptibilidad a patógenos, virus y diversas plagas, así como mayor tolerancia a la sequía, la salinidad, el frío y al alto número de inflorescencias (Branzanti, 1989; Hancock, 1990; Hancock et al. 1999, 2010; Lavín y Maureira, 2000; Nishizawa et al., 2005; Luby et al., 2008). A su vez, el cruzamiento de esta especie con la frutilla comercial podría generar híbridos que posean un rendimiento considerablemente mayor que los presentes en *F. chiloensis* (Finn et al., 2013).



La variabilidad genética disponible en la especie es alta. Carrasco y col. (2007) analizaron la variabilidad genética en 216 accesiones de ambas formas botánicas de *F. chiloensis*, reportando una alta variabilidad a nivel de especie, y una menor diversidad en la f. chiloensis comparado con la f. patagónica. El análisis de variabilidad molecular (AMOVA), determinó un grado de diferenciación moderada entre accesiones y que se agrupan preferentemente de acuerdo a su forma botánica.

En relación a la variabilidad fenotípica existente en el germoplasma chileno de *F. chiloensis*, que ocupa una gran diversidad de climas y ambientes, hay gran variabilidad en cuanto a las características, como el color, la forma y el grosor de hoja; el grado de pubescencia del haz de la hoja y pecíolo, la cantidad de estolones, entre otros (Lavín et al., 2005).

También, existe diversidad en relación a la tolerancia a diversos tipos de estrés. En este sentido, Muñoz (2014) analizó el efecto de distintas concentraciones de NaCl en el desarrollo vegetativo de *F. ×ananassa* var. Camarosa y de dos accesiones de *F. chiloensis*, una domesticada y una silvestre de playa. Se reportó que, los genotipos domesticados presentan niveles similares de tolerancia al estrés salino, mientras que la accesión silvestre tiene una mayor tolerancia y presenta baja inhibición del desarrollo por efecto del NaCl.

Resultados similares se han observado al analizar distintas conductividades eléctricas en esta especie mediante la adición de NaCl, donde las accesiones de *F. chiloensis* fueron más tolerantes comparadas con las de *F. ×ananassa* (Arellano, 1999). Además, se ha reportado que *F. chiloensis* de los sitios arenosos cercanos al mar, presentan mayor tolerancia comparado con plantas provenientes de montaña y bosques (Arellano, 1999).

En relación a la diversidad existente en la floración y el fotoperíodo; Del Pozo y Lavín (2005) estudiaron 56 accesiones de *F. chiloensis* f. patagónica y reportaron que un 64% florece a los 6 meses y un 12% casi todo el año. Los autores indican que, en base a la larga duración de su período de floración y más de 6 meses de producción de fruta, gran parte de las accesiones de f. patagónica estudiadas, tendrían un fotoperíodo neutro, lo cual sería muy interesante para alargar la floración de esta especie. A su vez, respecto al largo período de floración, se han descrito marcadores Inter-Seuencias Simples Repetitivas (ISSR), los cuales podrían pertenecer a un loci de carácter cuantitativo (QTL) que regule esta característica (Carrasco et al., 2013). Estos datos sugieren la posibilidad de utilizar estas accesiones para incrementar el largo de la floración en accesiones de frutilla chilena domesticada.

En términos de resistencia al estrés biótico, se ha estudiado también, el nivel de resistencia al hongo patógeno *Botrytis cinerea*. Los resultados indican que accesiones domesticadas de Contulmo (*F. chiloensis* f. chiloensis) han

mostrado mayor tolerancia a la infección en hoja y fruto comparado con la frutilla comercial (*F. ×ananassa*) y la frutilla chilena silvestre (*F. chiloensis* f. patagonica), lo que estaría dado por una mayor expresión de genes de resistencia a patógenos (González et al., 2009, 2013).

3.2. CONSERVACIÓN DEL GERMOPLASMA

En la Estación Experimental Cauquenes (Región del Maule, Chile) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA,) existió un banco de germoplasma con más de 100 accesiones de esta especie, procedentes de la Región del Maule hasta la Región de Aysén (Lat. 45°S) y desde la costa hasta la Cordillera de los Andes (Becerra et al., 2001; Del Pozo y Lavín, 2005; Lavín et al., 2005). Lamentablemente, este banco ya no existe debido al terremoto del 2010, el cual destruyó las colecciones in vitro, y cortó las líneas de distribución de agua, lo que resultó en la muerte de las plantas en un verano especialmente caluroso (Arturo Lavín comunicación personal). Lo mismo ocurrió con parte de esta colección que se encontraba en la Universidad de Talca (Región del Maule, Chile) (Carrasco et al., 2007; Finn et al., 2013), por lo cual, al día de hoy, no se sabe exactamente que material ha sobrevivido.

Actualmente, el programa de Recursos Genéticos del Instituto de investigaciones agropecuarias INIA-Quilamapu, trabaja en la regeneración de la colección perdida en la estación experimental Cauquenes. Esto se realiza a partir de una colección almacenada de semillas, que consta de 120 accesiones, correspondientes a dos colectas realizadas en los años 1992 y 1995. Esta colección incluye materiales obtenidos desde las regiones de Maule, Bio-Bio, La Araucanía, Los Lagos y Aisen.

A su vez, esta unidad de Recursos genéticos, cuenta con metodologías de conservación in vitro de *Fragaria chiloensis*; utiliza un medio de cultivo que contiene elementos retardantes del crecimiento y permite su mantenimiento a bajas temperaturas durante períodos prolongados (datos no publicados).

Adicionalmente, el grupo del Dr. Figueroa cuenta con una colección compuesta por 62 accesiones, el que se encuentra actualmente resguardado en la Universidad de Talca. Estas colecciones permiten contar con un importante respaldo de la diversidad existente en la especie y la posibilidad de hacer uso de este germoplasma con fines de investigación y mejoramiento genético.

4. IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA

En la actualidad, los rendimientos de la frutilla chilena, son muy bajos comparados con la frutilla comercial, la cual puede llegar a las 50 ton/ha en Chile (INDAP, 2005; Chilealimentos, 2008). Los agricultores que se dedican



al cultivo de la frutilla chilena, desconocen los rendimientos exactos de sus plantaciones, lo cual dificulta saber con precisión el potencial de las accesiones domesticadas, pero de acuerdo a diversos reportes, estos serían de entre 1 a 10 ton/ha (Lavín y Maureira, 2000; Retamales et al. 2005; Finn et al. 2013; Ingrid Cerna, comunicación personal).

Solamente en pequeñas localidades como Chanco (Lat. 35°44' S; Long. 72°32'O), Constitución (Lat. 35°20' S; Long. 72°25'O), Curepto (Lat. 32°05'S; Long. 72°01'O), Contulmo y Purén se encuentran productores que se dedican al cultivo comercial de *F. chiloensis*, en superficies que fluctúan entre 1/8 a 1 ha. El cultivo de esta especie, se encuentra también alrededor de estas localidades y en pequeños lugares aislados, lo que sumado a los bajos rendimientos, mantiene el cultivo de esta especie confinado a pequeños huertos caseros tradicionales (Lavín y Maureira, 2000), y se mantiene como un ingreso importante para la pequeña agricultura.

En Contulmo, la “Fiesta de la Frutilla”, ha sido realizada anualmente a mediados de diciembre, desde el año 2000. Es un evento importante para los agricultores y la ciudad, donde la producción de frutilla blanca se vende fresca o en diversas preparaciones. La “Fiesta de la Frutilla” es un evento costumbrista, que busca retomar las tradiciones propias del campo chileno, reuniendo a la comunidad y sus visitantes entorno a la frutilla blanca; producto único en el mundo y del cual Contulmo es, desde el año 2001, la Capital Mundial. (I. Municipalidad de Contulmo, 2015).

Aunque los precios de este cultivo alcanzan valores muy superiores a los de la frutilla comercial (entre US\$ 18-20/kg para la especie nativa y US\$1-4/kg para la comercial), la mayor parte de la producción se vende en la misma zona de producción y alrededores (Giaccomozzi, 2005). Además, su rápida tasa de ablandamiento (que implica una alta susceptibilidad al daño mecánico) (Figueroa et al. 2008) impide que se pueda vender en localidades más lejanas, donde podría alcanzar precios aún mayores.

Cabe destacar, el potencial comercial que posee este cultivo. Ruz entrevistó a 34 restaurantes con público de nivel socioeconómico alto en Santiago de Chile y encontró que el 82% están dispuestos a incluir a la frutilla chilena como producto gourmet en diversas preparaciones (Ruz, 2011). Sin embargo, la falta de conocimiento y su alto valor, han limitado su uso.

5. MANEJO DEL CULTIVO

Debido a que la frutilla chilena tiene un alto precio en el mercado, por sus características organolépticas como dulzor y aroma, posee un alto potencial para ser un nuevo cultivo enfocado al mercado gourmet. Algunas investigaciones en esta especie, han estudiado, entre otros, la mejor manera de cultivarla.



Los principales estudios agronómicos en *F. chiloensis*, se encuentran recopilados en Lavín y Maureira (2000). Las recomendaciones agronómicas para su cultivo, son similares a las de *F. xananassa*, debido a que ambas pertenecen al mismo género. También existen estudios, que han analizado factores tales como, la edad de la planta, el sustrato sobre el rendimiento, la duración del período de cosecha (Ávila, 2012; Hernández, 2012), el efecto de la conductividad eléctrica en sistemas hidropónicos (Salazar, 2011; Vergara, 2012), nuevos lugares de cultivo para esta especie (Contreras y Retamales, 2005), el uso de túneles (Talep, 2008) y las aplicaciones de calcio (Figueroa et al., 2012), entre otras.

5.1. VARIEDADES DISPONIBLES

En la actualidad, no existen variedades comerciales de esta especie. Sin embargo, la Universidad de Talca tiene un programa de mejoramiento en frutilla chilena (Finn et al., 2013), cuyos individuos más prometedores presentan una duración de la cosecha de 18 semanas y rendimientos de 150 g/planta (Muñoz, 2010).

Por otra parte, se han caracterizado accesiones domesticadas que utilizan los agricultores de las zonas de producción. Estas accesiones, provienen de plantas originadas de semillas de hace muchos años, y mantenidas mediante estolones a lo largo del tiempo, las que han sido intercambiadas entre distintos agricultores de una localidad para establecer nuevas plantaciones (Retamales et al., 2005). Cada accesión, presenta una mayor adaptación al tipo de clima en el cual se cultiva, por lo que se debería utilizar ecotipos adaptados a la zona geográfica donde se desea plantar.

5.2. ZONAS AGROCLIMÁTICAS APTAS PARA EL CULTIVO

Actualmente, la mayor parte de las plantaciones, se encuentran en las comunas de Contulmo y Purén (Hancock et al., 1999; Finn et al., 2013) en la zona de la Cordillera de Nahuelbuta (Lat. 37°43'S, Long. 73°02'O), la que se caracteriza por sus inviernos fríos y lluviosos, primaveras frescas con nevadas ocasionales y veranos secos. En la zona central de Chile, existen pequeñas plantaciones en las zonas costeras de Chanco, Constitución y Curepto (Hancock et al., 1999; Finn et al., 2013), donde los inviernos son más suaves y los veranos muy calurosos.

Se ha estudiado el comportamiento de esta especie en la Región Metropolitana de Santiago de Chile (Lat. 33°26'S, Long. 70°39'O), la que se caracteriza por su clima muy seco y caluroso. Según reportaron los autores, las plantas se desarrollaron normalmente, aunque su producción fue entre 5-10 veces menor comparado con la de frutilla comercial, y solo presentó un peak de producción, al contrario de la comercial que tuvo dos (Contreras y Retamales, 2005).



El cultivar proveniente de Contulmo, se podría recomendar desde Constitución hasta Valdivia (Lat. 39°48'S; Long. 73°14'O), se sugiere por los lugares donde se cultivan actualmente, tanto la frutilla chilena como la frutilla comercial, y por los registros históricos, que mencionan un abundante cultivo de frutilla chilena por todo el sur de Chile desde hace 50 años (Hancock et al., 1999; Finn et al., 2013).

5.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

La plantación de esta especie, puede realizarse a fines de otoño en las zonas costeras, o con el micro clima adecuado. La plantación también puede ser durante el verano, mientras se cuente con un buen sistema de riego, para que la planta tenga un buen desarrollo en otoño, que le permita una mayor producción la siguiente temporada (Lavín y Maureira, 2000). En las plantaciones de verano, las flores deben ser cortadas para ayudar al desarrollo de la planta y coronas, lo que resultará en una mayor producción de fruta la siguiente primavera. Los estolones siempre deben ser cortados, para evitar el gasto innecesario de energía por parte de la planta (Lavín y Maureira, 2000).

5.4. PREPARACIÓN DE SUELO Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Debido a que en la actualidad está prohibido el uso del bromuro de metilo, se sugiere el uso de un insecticida, nematicida, herbicida y fungicida para una correcta desinfección del suelo. Asimismo, se aconseja una solarización en verano, para disminuir la carga de organismos patógenos (Lavín y Maureira, 2000).

El suelo debe tener una buena porosidad y alto contenido de materia orgánica (sobre el 2%). En caso de excesiva acidez o alcalinidad del suelo, se sugiere usar enmiendas de cal o azufre, respectivamente, para ajustar el pH entre 5-7. Se recomienda el uso de camellones para incrementar la fertilidad del suelo, así como su temperatura y humedad, y el uso de mulch plástico para el control de malezas y disminuir la pérdida de frutos debido al contacto con el suelo (Lavín y Maureira, 2000).

Se ha determinado que, distintas mezclas de pino compostado con perlita (3:1, 2:1, y 1:1) no presentan diferencias entre sí, y que la edad de las plantas tiene mayor relevancia para la producción de la fruta. Las plantas de tres años de edad presentan mayor cantidad de flores, flores cuajadas y frutos, comparado con plantas de menor edad. Sin embargo, no existen diferencias en la calidad de la fruta en relación a la edad de las plantas (Hernández, 2012).

López (2010) y Ávila (2012) reportan resultados similares al analizar idénticas mezclas de sustratos y plantas de uno o dos años, en cultivo hidropónico, respectivamente. No se observaron efectos debido al sustrato, sólo debido a la edad de las plantas, las de dos años tenían mayores rendimientos.



Por otra parte, se ha analizado el efecto del uso de mulch y de túneles, en el rendimiento de esta especie en las localidades de Putú (Lat. 35°12'S; Long. 72°17'O) y Contulmo. Se reporta que el uso en conjunto de mulch bicolor blanco-negro y túneles, logra un incremento del rendimiento de un 83%, adelantando el inicio de la cosecha y el momento de mayor producción, en aproximadamente nueve días. Así mismo, este tratamiento incrementa el contenido de sólidos solubles de los frutos hasta en un 30% (FIA, 2011a).

En otro ensayo similar en Contulmo, se observó que el uso de túneles, aumenta ligeramente el peso promedio de los frutos, duplicando el número de estos y triplicando el rendimiento total (Valenzuela, 2004).

Por su parte, Talep (2008) indica que para las localidades de Putú y Chanco (costa de la Región del Maule) el uso de túnel y mulch negro incrementa el rendimiento, así como el contenido de sólidos solubles y disminuye la acidez del fruto. Asimismo, los tratamientos con mulch negro y túnel, en combinación y separado, incrementan la coloración roja del fruto.

El uso de técnicas como mulch, túneles, cultivo hidropónico y cultivo bajo invernadero, aumenta la temporada de cosecha, desde 3 semanas a 3 meses, y elevan los rendimientos desde 3-6 ton/ha a 9-10 ton/ha (FIA, 2011b).

5.5. FERTILIZACIÓN

La fertilización, se aconseja que sea integrada al sistema de riego por goteo, y en bajas dosis continuas (20 Kg/ha de NPK). Estas dosis deben aumentar al acercarse la floración y producción de frutos (septiembre-diciembre), son alrededor de 2 veces más intensas para N (40 Kg/ha) y 4 veces para K (80 Kg/ha), manteniendo los niveles de P. En general se considera que una fertilización con 170 Kg de K, 70 Kg de N y 50 Kg de P por hectárea/año es adecuada y logra buenos rendimientos, sin resultar en deficiencia o toxicidad (Lavín y Maureira, 2000).

En sistemas de cultivo hidropónico, se ha observado que conductividades eléctricas en el rango de 1,5-3 dS/m, no tienen efecto sobre diversos parámetros de crecimiento, productividad y calidad del fruto en esta especie (Salazar, 2011; Vergara, 2012). También, se ha demostrado que la aplicación de *Trichoderma harzianum*, permite aumentar el número de raíces, el peso fresco y seco de la hoja, la corona y la raíz. (Riquelme, 2005).

5.6. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

El riego es crítico para lograr altos rendimientos, pues si bien, la frutilla chilena es más resistente a la sequía comparada con la frutilla comercial, el rendimiento sigue siendo muy dependiente de una buena disponibilidad de agua.

Aunque los requisitos hídricos dependen de cada variedad, condiciones climáticas y características del suelo. Se aconseja contar con un sistema



de riego por goteo para un uso eficiente del recurso, así como para evitar saturar el suelo; y regar alrededor de 4.500-6.000 m³/ha/temporada, es muy importante que el agua sea de buena calidad y debe estar libre de contaminantes y sales, especialmente cloro, sodio y boro (Lavín y Maureira, 2000).

5.7. CONTROL DE MALEZAS

El uso de mulch, junto con la aplicación de herbicidas, previo al cultivo y a la solarización del suelo, son las principales formas de control de malezas. En el caso de un cultivo sin el uso del mulch, o donde surjan malezas alrededor de las plantas, se debe proceder a la remoción manual de estas o con la aplicación de herbicidas (Lavín y Maureira, 2000).

5.8. ESTADO FITOSANITARIO

5.8.1. Plagas

La mayoría de las plagas en la frutilla, tienen importancia cuarentenaria, y algunas como los áfidos son vectores de virus. Los más importantes son las larvas en suelo, tales como, la del burrito, las arañitas y áfidos en las hojas (Lavín y Maureira, 2000).

En relación a los áfidos, el pulgón de la frutilla (*Chaetosiphon fragaefolli*), se ve favorecido por el clima templado en primavera, y debe ser considerado en invernaderos, por su mayor temperatura y humedad relativa. Su daño está provocado por la succión de la savia, que disminuye el crecimiento de la planta y a su vez transmite distintos virus. Se encuentra en el envés de las hojas y en las hojas jóvenes sin expandir. Se controla con insecticidas de contacto, y se considera que no es una plaga de importancia económica en condiciones de campo (Lavín y Maureira, 2000).

Existen dos especies de arañitas que atacan este cultivo, las cuales son *Tetranychus urticae* y *Tetranychus cinnabarinus*. Estas se presentan como pequeñas manchitas rojas en el envés de las hojas, especialmente en primavera y verano. Se controlan con acaricidas, se debe tener cuidado en eliminar todos los individuos y reaplicar cuando eclosionen los huevecillos, aproximadamente cada 20 días. El daño estará determinado por la tasa de reproducción, la que puede ser muy elevada y generar daño a las plantas en climas calurosos (Lavín y Maureira, 2000).

Otras plagas, como el cabrito del duraznero (*Aegorhinus phaleratus*), producen daño, provocado tanto por adultos como larvas. Las primeras se alimentan de las hojas y flores, provocando frutos deformes, y las segundas del floema y raíces, generando heridas. Esta plaga es controlada con el uso de insecticidas y su ataque ha sido reportado en casos muy puntuales, cercanos a bosques de pino (Lavín y Maureira, 2000).

5.8.2. Enfermedades

Dentro de las enfermedades de origen fúngico, la más importante, es la provocada por el hongo *Botrytis cynerea*, el cual infecta las flores y especialmente los frutos, este ataque es intenso en temperaturas elevadas y alta humedad ambiental. Se presenta como una pudrición blanda, con tonos grisáceos, sobre todo en los frutos en poscosecha. Persiste en los restos de los tejidos enfermos, por lo que deben ser eliminados, y evitar la humedad y el contacto de los frutos con el agua. Tradicionalmente se ha controlado con el uso de fungicidas, como captan o benomil (Lavín y Maureira, 2000).

Otra enfermedad importante en la frutilla es el oidio, causado por *Sphaerotheca macularis*. Los síntomas involucran, el cubrimiento del envés de las hojas por un polvillo blanco y un enrollamiento de éstas hacia arriba; y disminuye el rendimiento y calidad de fruta. La enfermedad es favorecida por climas calurosos y secos; ya que la germinación de las esporas es favorecida por una alta humedad ambiental.

Se debe eliminar restos de podas y partes enfermas, y tratar a las plantas con una mezcla de azufre y benomil. Es necesario, realizar aplicaciones preventivas de antifúngico, e incrementar la dosis en cuanto se observe presencia de este hongo, pues se disemina muy rápidamente. Se considera que, las plantas de *F. chiloensis* son más tolerantes a su ataque, comparado con otras especies, por su cutícula relativamente más gruesa. La incidencia de este patógeno es elevada a fines de primavera cuando el clima se vuelve más seco y caluroso (Lavín y Maureira, 2000).

En el caso de los virus, existen alrededor de 30 enfermedades en la frutilla atribuidas a estos, como el moteado, el bandeado de venas, la amarillez de los bordes, entre otras. La mayoría de los virus son latentes en la frutilla, razón por la cual, no muestran síntomas al comienzo de la infección. Sin embargo, estos aumentan progresivamente con el tiempo y cuando la planta envejece, y pueden llegar a infectar al 90% de las plantas en menos de 3 años, con pérdidas del rendimiento de entre un 20-30%. La estrategia de control, es usar plantas libres de virus (las que de momento no existen en forma comercial, solo a nivel de laboratorio), control de vectores aéreos y subterráneos, y eliminar las plantas enfermas para limitar la propagación de la enfermedad (Lavín y Maureira, 2000).

5.9. PODA

Durante el otoño se deben eliminar las hojas de las plantas para evitar las infecciones fúngicas, debido a las lluvias, y para incrementar la ventilación, dejando dos o tres hojas. Se debe eliminar los estolones en las plantas utilizadas para producción de fruta, pues disminuye el rendimiento de la siguiente temporada (Lavín y Maureira, 2000).



Se ha determinado que el uso de inhibidores de la síntesis de giberelinas, a fines de primavera y comienzos de verano, permite controlar eficientemente el número de estolones en esta especie.

El uso de malla sombreadora negra tiene un efecto similar, pero disminuye el peso fresco y seco de los estolones. Todos los tratamientos, disminuyen en menor o mayor grado el peso fresco y seco de diversos órganos vegetativos como hojas y corona, lo cual puede disminuir el rendimiento en la siguiente temporada (González, 2004).

5.10. OTROS

5.10.1. Postcosecha

Varios de los estudios fisiológicos de la frutilla chilena, se han realizado durante la postcosecha. Cabe señalar, que la aplicación de auxinas en postcosecha, permite limitar la pérdida de peso, y la aplicación de calcio permite una menor degradación de la pared celular durante el almacenaje en frío de la frutilla chilena (Figueroa et al., 2012).

También, se ha observado que la aplicación de los elicitors metil jasmonato y quitosano, en floración y precosecha, permite aumentar la tasa de tolerancia a *Botrytis*; disminuye la incidencia de daño hasta por 3 días, así como incrementa el contenido de antocianinas y la firmeza del fruto (Saavedra et al., 2016).

Finalmente, se ha reportado que el uso de atmósfera modificada, logra aumentar la vida de poscosecha en la frutilla chilena hasta en una semana, y permite contar con un producto con mayor firmeza, aroma y capacidad antioxidante (Loyola et al., 2008; Valdenegro et al., 2010).

5.10.2. Cultivo *in vitro*

Se ha desarrollado un protocolo de cultivo *in vitro* para esta especie, el cual permite producir una gran cantidad de plantas sanas y libres de enfermedades en corto tiempo. Las plantas derivadas de cultivo *in vitro*, son más vigorosas, presentan un mejor aspecto y desarrollo que las plantas madre propagadas por estolones, y se espera que sus rendimientos en términos de fruto sean mayores (Concha et al. 2013).

6. USOS, PROCESOS Y PRODUCTOS

6.1. USOS TRADICIONALES

El uso de *F. chiloensis* tiene una amplia y rica historia. El pueblo mapuche, utilizaba infusiones de frutilla chilena para tratar indigestiones, hemorragias y diarreas (De Mõesbach, 1992; Hancock et al. 1999). El fruto contiene



ácido elálgico (anticancerígeno), además de propiedades antirreumáticas y diuréticas (Villagrán, 1994). Sin embargo, el uso más significativo de la frutilla blanca, por parte del pueblo mapuche, es la realización de un fermentado llamado “lahueñe mushca” utilizado en ceremonias religiosas (Labarca, 1994).

6.2. PRODUCTOS

6.2.1. Productos artesanales

Durante las fiestas de la frutilla blanca, se ofrece principalmente el fruto fresco, en conserva, así como mermeladas, postres y pasteles. El producto principal es un ponche denominado “clery” (vino blanco con frutilla blanca) y es la principal forma de venta del producto. Giacomozzi (2012) indica que la Ilustre Municipalidad de Purén y los hoteles de la zona, compran prácticamente la totalidad de la producción para poder ofrecer “clery” como productos exclusivos en las fiestas.

A pesar de ser ampliamente cotizados durante las festividades, estos son de elaboración artesanal, se comercializan a baja escala durante el corto periodo de cosecha; aunque existe evidencia que los agricultores congelan la fruta para poder preparar este cotizado brebaje durante todo el año.

6.2.2. Productos industriales

A nivel industrial, no se generan productos en base a frutilla chilena. Esto se debe, en parte, a que los volúmenes de producción en las zonas productoras, son relativamente bajos como para alcanzar a satisfacer la demanda de materia prima.

7. ANTECEDENTES DE MERCADO

Según Adasme y col. (2006), alrededor de un 70% de la población urbana de Santiago de Chile desconoce la existencia de *F. chiloensis*. Sin embargo, al probar la frutilla blanca hay una clara preferencia sobre la frutilla roja.

En un estudio efectuado por González (2009) en las Regiones del Maule y del Biobío, se encuestaron 49 restaurantes, a pesar de encontrarse en regiones donde se cultiva esta especie, el 49% de los administradores de los locales, no conocía la frutilla blanca. Al ser informados sobre las propiedades del fruto, el 92% se mostró dispuesto a su utilización.

Un estudio realizado por Ruz (2011) determinó que el 61% de los restaurantes encuestados se mostró dispuesto a pagar un sobreprecio por la frutilla blanca en relación al valor de la frutilla comercial.

Por otra parte, Lavin y Maureira (2000) realizaron un estudio, dando esta especie a gustar a consumidores finales en supermercados de la Región



del Maule y del Biobío. La mayoría consideró la fruta de excelente calidad, agradable sabor y aroma, y mostró disponibilidad a su consumo de forma regular. Un punto importante es, la inclinación de los consumidores a que el producto sea comercializado por supermercados.

Por otra parte, la Fundación “Slow Food” para la Biodiversidad, que promueve la protección de la biodiversidad de la comida y su producción ambientalmente amigable alrededor del mundo, ha incorporado a la frutilla chilena a un proyecto mundial conocido como “El Arca del Gusto”, donde se destaca como baluarte de Chile. Esto indica una importante tendencia, asociada al rescate de las tradiciones gastronómicas y al creciente mercado gourmet en Chile (Slow Food Foundation for Biodiversity, 2015).

8. CONSIDERACIONES FINALES

El potencial comercial que posee *F. chiloensis* para ser producida a mayor escala para el mercado gourmet es innegable. Lo que permitiría contar con un producto endémico que puede mostarse como algo único y exclusivo de Chile, mejorando la rentabilidad de su cultivo y la situación de quienes viven de él.

Sin embargo, hay puntos claves a fortalecer. En primer lugar se debe implementar un manejo agronómico adecuado por parte de los agricultores, con el fin de obtener mayores rendimientos y calidad de fruto. Otro punto importante es la limitada vida postcosecha de esta especie, la que se puede incrementar mediante el manejo tradicional, así como, con el uso de la biotecnología para encontrar soluciones sustentables con el medio ambiente. También, se debe poner en marcha un programa de mejoramiento genético, que pueda generar variedades con mayores rendimientos, calidad de fruto y adaptación a nuevas zonas de cultivo, utilizando la amplia variedad genética existente en Chile y las variedades de la frutilla comercial. Por otra parte, el desconocimiento general de la población respecto a la existencia de esta frutilla, demuestra la necesidad de implementar un plan de marketing para dar a conocer esta especie.

Es necesario, contar con un cultivo con altos rendimientos y mejor calidad del fruto, que permita ser una verdadera alternativa comercial para el mercado gourmet.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Adasme C, Spiller A, Diaz J. 2006. "Determinación de Preferencias del Consumidor de la Región Metropolitana hacia la frutilla blanca (*Fragaria chiloensis*)". Un Análisis Conjunto y una Prueba Sensorial. *Economía Agraria* 10: 1-10.
- Arrellano C. 1999. "Respuesta de *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. y *Fragaria x ananassa* Duch. a tres niveles de NaCl en la solución nutritiva". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 90 p.
- Ávila R. 2012. "Efecto de la utilización de diferentes proporciones de sustrato y edad de la planta (1 y 2 años) de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*) en rendimiento y calidad de fruto". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 55 p.
- Becerra V, Paredes M, Romero A, Lavín A. 2001. "Biochemical and molecular diversity in Chilean strawberries (*Fragaria chiloensis* L. Duch.) and its implication for genetic improvement of the species". *Agricultura Técnica* 61: 413-428.
- Branzanti E. 1989. "La fresa". Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 350 p.
- Carrasco B, Garces M, Rojas P, Saud G, Herrera R, Retamales J, Caligari P. 2007. "The Chilean Strawberry [*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.]: Genetic Diversity and Structure". *Journal of the American Society for Horticultural Science* 132: 501-506.
- Carrasco B, Retamales J, K. Quiroz, Garriga M, Caligari P, García-Gonzales R. 2013. "Inter Simple Sequence Repeat Markers Associated with Flowering Time Duration in the Chilean Strawberry (*Fragaria chiloensis*)". *Journal of Agricultural Science and Technology* 15: 1195-1207.
- Chilealimentos. 2008. "Situación actual y perspectivas del negocio de la frutilla". <http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/Seminarios/2008/Berries/HERRERA.pdf> Citado 25 julio de 2015.
- Concha C, Zuñiga P, Rios D, Figueroa CR (2013) "Desarrollo de una metodología para micropropagación de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*) mediante cultivo in vitro". *Simiente* 83: 109-111.
- Contreras T, Retamales J. 2005. "Horticultural performance of native white Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.) in San Pedro, Metropolitan Region of Chile". *HortScience* 40: 1651-1652.
- Darrow, G. 1966. "The Strawberry: History, Breeding and Physiology". New York. Holt, Rinehart and Winston. 447p.
- De Mõesbach E. 1992. "Botánica indígena de Chile". Andrés Bello, Chile. 140 p.
- Del Pozo A, Lavín A. 2005. "Distribution and ecotypic differentiation of *Fragaria chiloensis* in Chile". *HortScience* 40: 1635-1636.
- FIA (Fundación para la Innovación Agraria). 2011a. "Túneles y mulch en Frutilla nativa chilena". Ficha de valorización de resultados. Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Ministerio de Agricultura, Chile.
- FIA (Fundación para la Innovación Agraria). 2011b. "Frutilla nativa chilena: pasado, presente y futuro". Ficha de valorización de resultados. Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. Ministerio de Agricultura, Chile.
- Figueroa CR, Pimentel P, Gaete-Eastman C, Moya M, Herrera R, Caligari P, Moya-León M. 2008. "Softening rate of the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit reflects the expression of polygalacturonase and pectate lyase genes". *Postharvest Biology and Technology* 49: 210-220.
- Figueroa CR, Opazo M, Vera P, Arriagada O, Díaz M, Moya-León M. 2012. "Effect of postharvest treatment of calcium and auxin on cell wall composition and expression of cell wall-modifying genes in the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit". *Food Chemistry* 132: 2014-2022.
- Finn C, Retamales J, Lobos G, Hancock J. 2013. "The Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*):

- over 1000 years of domestication". HortScience 48: 418-421.
- Gambardella M, Infante R, López-Aranda JM, Faedi W, Roudeillac PH. 2000. "Collection of wild and cultivated native *Fragaria* in southern Chile". IV International Strawberry Symposium 567: 61-63.
- Giaccomozzi R. 2005. "Entrevista al Diario Renacer de Angol". http://www.renacerdeangol.cl/prontus4_noticias/site/artic/20051019/pags/20051019040329.html Citado 22 agosto de 2015.
- Giaccomozzi R. 2012. "Entrevista al Diario El Mercurio". <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2012/03/28/Frutilla-blanca-un-cultivo-boutique-y-alternativo-para-potenciar.aspx> Citado 22 agosto de 2015
- González G, Moya M, Sandoval C, Herrera R. 2009. "Genetic diversity in Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*): differential response to *Botrytis cinerea* infection". Spanish Journal of Agricultural Research 7: 886-895
- González G, Fuentes L, Moya-león M, Sandoval C, Herrera R. 2013. "Characterization of two PR genes from *Fragaria chiloensis* in response to *Botrytis cinerea* infection: A comparison with *Fragaria x ananassa*". Physiological and Molecular Plant Pathology 82: 73-80.
- González P. 2004. "Control químico y fisiológico de estolones en *Fragaria chiloensis* (L.) Duch". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 22 p.
- González S. "Estudio de mercado de la frutilla (*Fragaria chiloensis*) en las regiones Séptima y Octava". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 69 p.
- Hancock J. 1990. "Ecological genetics of natural strawberry species". Hortscience 25: 869-870.
- Hancock J, Lavín A, Retamales J. 1999. "Our southern strawberry heritage: *Fragaria chiloensis* of Chile". HortScience 34: 814-816.
- Hancock J, Callow P, Serce S, Son P. 2003. "Variation in the horticultural characteristics of native *Fragaria virginiana* and *Fragaria chiloensis* from North and South America". Journal of the American Society for Horticultural Science 128: 201-208.
- Hancock J, Sjulín T, Lobos G. 2008. "Strawberry breeding". In: Hancock J, ed. *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*. Springer, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands. pp. 393-437.
- Hancock J, Finn C, Luby J, Dale A, Callow P, Serce S. 2010. "Reconstruction of the strawberry, *Fragaria x ananassa*, using genotypes of *F. virginiana* and *F. chiloensis*". HortScience 45: 1006-1013
- Hernández N. 2012. "Efecto del sustrato y la edad de la planta en el rendimiento, calidad y extensión del período de cosecha de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis* (L.) Duch.) cultivada en invernadero". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 58 p.
- Ilustre Municipalidad de Contulmo. 2015. Fiesta de la Frutilla. <http://www.contulmo.cl/paginanormal.php?pagina=11#.Vd4IC7TMHIM> Citado 26 agosto 2015.
- INDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario). 2005. Producción y Mercado de la Frutilla. <http://www.indap.gob.cl/extras/estrategias-por-rubros-2005/5region/9Frutillas-Produccion.Mercado.pdf> Citado 25 julio de 2015
- Labarca E. 1994. "Butamalón". Editorial Universitaria y Fondo de Cultura Económica.
- Lavín A, Muñoz C, Ballington J, Cameron J. 1993. "Colección de *Fragaria chiloensis* L. en la X y XI Regiones de Chile". Simiente 63: 18-20.
- Lavín A. 1997. "Caracterización botánica, fisiológica y agronómica de ecotipos chilenos de *Fragaria chiloensis* (L.) Duch., recolectados en las X y XI Regiones de Chile". Informe final, Proyecto Fondecyt 1940083.
- Lavín A, del Pozo A, Maureira M. 2000. "Distribución actual de *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. en Chile". Plant Genetic Resources Newsletter. 122: 1-6.

- Lavín A, Maureira M. 2000. "La frutilla chilena de fruto blanco". Boletín INIA N° 39.
- Lavín A, Barrera C, Retamales J, Maureira M. 2005. "Morphological and phenological characterization of 52 accessions of *Fragaria chiloensis* (L.) Duch". HortScience 40: 1637-1639.
- López M. 2010. "Absorción de nutrientes en frutilla chilena (*Fragaria chiloensis* L. Duch.) cultivadas en mezclas de sustrato". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 38 p.
- Loyola N, Barrera M, Acuña A. 2008. "Evaluation of the use of modified atmosphere in *Fragaria chiloensis* (L.) white ecotype". Idesia 26: 57-69.
- Luby J, Dale A, Hancock J, Serçe S. 2008. "Reconstructing *Fragaria x ananassa* utilizing wild *F. virginiana* and *F. chiloensis*: Inheritance of winter injury, photoperiod sensitivity, fruit size, gender, female fertility and disease resistance in hybrid progenies". Euphytica 163: 57-65.
- Maureira M, Lavín A, del Pozo A. 1996. "Caracterización fenotípica y fenológica de siete accesiones chilenas de *Fragaria chiloensis* (L.) Duch". Agricultura Técnica 56: 201-210.
- Muñoz C. 2014. "Efectos de la salinidad en el desarrollo vegetativo e intercambio gaseoso de *Fragaria x ananassa* y *Fragaria chiloensis*". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 58 p.
- Muñoz K. 2010. "Caracterización fenotípica de familias de *Fragaria chiloensis* y *Fragaria chiloensis x Fragaria x ananassa*". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 58 p.
- Murphy WM, Romero O, Barber LE. 1983. "Alfalfa yield on an andosol in Southern Chile: effects of timing and rate of liming and lime-pelleting of seed". Turrialba 33: 393-397.
- Nishizawa T, Nagasawa S, Mori Y, Kondo Y, Sasaki Y, Retamales J, Lavín A. 2005. "Characteristics of soluble sugar accumulation in commercially grown *Fragaria chiloensis*". HortScience 40: 1647-1648.
- Retamales J, Caligari P, Carrasco B, Saud G. 2005. "Current status of Chilean native strawberry and the research needs to convert the species into a commercial crop". HortScience 40: 1633-1634.
- Riquelme R. 2005. "Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento aéreo y radical en *Fragaria chiloensis* (L.) Duch. sometida a condiciones de estrés". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 40 p.
- Roberts R, Díaz C. 1959. "Los grandes grupos de suelos de Chile". Agricultura Técnica 19:7-36.
- Romero O, Rojas C. 1988. "Pradera en el secano interior de la IX Región (Malleco-Cautín)". En: Ruiz I. *Praderas para Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. 565 p.
- Ruz C. 2011. "Estudio de mercado de frutilla nativa (*Fragaria chiloensis* (L., Duch.)) en la Región Metropolitana". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 67 p.
- Saavedra GM, Figueroa NE, Poblete LA, Cherian S, Figueroa CR. 2016. "Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of *Fragaria chiloensis* fruit". Food Chemistry 190: 448-453.
- Salazar N. 2011. "Efecto de diferentes conductividades eléctricas de soluciones nutritivas en sistema NTF sobre producción y calidad organoléptica de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis* ssp. *chiloensis*)". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 49 p.
- Schmeda-Hirschmann G, Simirgiotis M, Cheel J. 2011. "Chemistry of the Chilean Strawberry (*Fragaria chiloensis* spp. *chiloensis*)". Gene, Genome, Genomics 5: 85-90.
- Simirgiotis M, Theoduloz C, Caligari P, Schmeda-Hirschmann, G. 2009. "Comparison of phenolic composition and antioxidant properties of two native Chilean and one domestic strawberry genotypes". Food Chemistry 113: 377-385.

- Simirgiotis M, Schmeda-Hirschmann G. 2010. "Determination of phenolic composition and antioxidant activity in fruits, rhizomes and leaves of the white strawberry (*Fragaria chiloensis* spp. *chiloensis* form *chiloensis*) using HPLC-DAD-ESI-MS and free radical quenching techniques". *Journal of Food Composition and Analysis* 23: 545-553.
- Slow Food Foundation For Biodiversity (2015) Ark of Taste (Chile): "Purén White Strawberry". <http://www.fondazioniSlowFood.com/en/slow-food-presidia/puren-white-strawberry/> Cited 25 Jul 2015.
- Talep R. 2008, "Efecto del uso de túneles y mulch sobre la calidad del fruto en frutilla nativa Chilena (*Fragaria chiloensis* L. Duch.)". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 43 p.
- Valdenegro M, Fuentes L, Urtubia A, Herrera R, Moya-León M. 2010. "Modified atmosphere packaging preserves quality and antioxidant properties in *Fragaria chiloensis*". *Journal of Biotechnology* 150 S1: 335.
- Valenzuela C. 2004. "Efecto del uso de túneles en frutilla nativa chilena (*Fragaria chiloensis* L. Duch.) en la zona de Contulmo (VIII Región)". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 42 p.
- Vergara V. 2012. "Efecto de distintas conductividades eléctricas en la solución nutritiva en la producción y calidad de frutos de plantas de segundo año de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*) cultivadas en sistema NFT". Memoria Título Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca. 42 p.
- Villagrán V. 1994. "El cultivo de la frutilla". Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Ministerio de Agricultura, Chile. 112 p.



10. RECETARIO

Clery de frutillas blancas

Ingredientes

- 1 botella de vino *Late Harvest* (375 ml.) o cualquier vino dulce chileno
- 6 frutillas blancas
- 2 duraznos medianos o 1 grande maduro
- 1 cucharada de Cointreau u otro licor seco

Preparación

Pelar los duraznos y cortar en trozos pequeños encima del jarro que se usará para el trago para aprovechar el jugo que sale al picarlos. Agregar las frutillas blancas lavadas y picadas en trozos, agregar el vino y el Cointreau, revolver y reposar en el refrigerador por 2-6 horas. Servir sobre hielo, tomar helado.

Filete con salsa borgoña

Ingredientes

- 3 medallones de filete (170 gr c/u)
- 1 cucharada de mostaza
- ½ tableta de caldo de carne
- Hierbas a gusto
- 1 cucharada de aceite de oliva
- ½ taza de vino tinto
- 1 ramita de romero (opcional)
- ½ sobre de salsa de carne Maggi
- ½ cucharadita de pimienta
- ½ taza de frutillas blancas cortadas en trozos (pueden ser congeladas)

Preparación

Condimentar los medallones de filete con la mostaza y la tableta de caldo. Agregar las finas hierbas a gusto y reposar durante 10 min. Calentar aceite de oliva en una sartén y dorar los medallones por ambos lados durante unos minutos. Condimentar con sal y pimienta, acomodar los medallones en una fuente para horno y reserva. En una cacerola juntar el vino tinto con el diente de ajo machado, el romero y la pimienta. Hervir a fuego medio hasta reducir a la mitad. Luego, disolver la salsa de carne según las indicaciones del envase y juntar con la reducción del vino. Agregar las frutillas blancas y hervir la preparación a fuego medio durante 8 a 10 minutos, revolviendo de vez en cuando hasta que la salsa espese. Condimentar si es necesario. Mientras, hornear la carne a temperatura alta de 180°C durante 10 a 15 minutos hasta alcanzar el punto de cocción preferido para la carne. Una vez listo, servir de inmediato ambas preparaciones



Mermelada casera

de frutilla blanca con vainilla, canela y clavo

Ingredientes

- 500 gramos de frutillas blancas
- 200 gramos de azúcar
- 1 ramita de vainilla
- Media rama canela
- Canela en polvo
- 2 clavos
- Un poco de jugo de limón

Preparación

Lavar las frutillas blancas y partirlas en trozos pequeños poniéndolas en una olla y añadiendo el jugo de limón y los 200 gramos de azúcar. Añadir también la ramita de vainilla partida por la mitad, la media rama de canela y los dos clavos; poner todo a fuego medio/bajo durante unos 15 minutos, removiendo continuamente. Después subir el fuego para que evapore el líquido y coja la consistencia que deseamos, durante otros 15 minutos aproximadamente.



