
**Reporte Resultados Programas de Mejoramiento Genético
Frutícola de CORFO**

**Gerencia Capacidades Tecnológicas
Abril 2022**

Contenido

1. Introducción	3
2. Proyectos	3
2.1 PMG Duraznos/ Nectarines (09 PMG-7240)	4
2.1.1 Participantes	4
2.1.2 Objetivos	4
2.1.3 Actividades	4
2.1.4 Resultados	5
2.1.5 Capacidades instaladas	6
2.1.6 Prospectiva Futura	7
2.2 PMG Uva de Mesa (09 PMG-7229)	7
2.2.1 Participantes	7
2.2.2 Objetivos	7
2.2.3 Actividades	8
2.2.4 Resultados	8
2.2.5 Capacidades instaladas	9
2.2.6 Prospectiva Futura	9
2.3 PMG Cerezos (09 PMG-7243)	9
2.3.1 Participantes	10
2.3.2 Objetivos	10
2.3.3 Actividades	11
2.3.4 Resultados	11
2.3.5 Capacidades instaladas	12
2.3.6 Prospectiva Futura	12
3. Conclusiones	13
4. Anexo	¡Error! Marcador no definido.

1. Introducción

El presente análisis tiene por finalidad presentar los resultados obtenidos, las capacidades instaladas y las prospecciones a futuro del Instrumento Programa de Mejoramiento Genético Frutícola de CORFO. El aumento del rendimiento de los cultivos está compartido en un 50% al mejoramiento genético y el resto a un mejor manejo agronómico (fertilización, riego, nuevas tecnologías agrícolas, etc.). Debido al gran avance en la biotecnología, se proyecta que los aumentos de los rendimientos se deberán cada vez más a los aportes que haga la genética.

La metodología de un programa de mejoramiento genético frutícola está constituida por seis etapas:

- a) Importación y/o recolección de material genético para el descubrimiento y creación de variabilidad genética mediante la constitución de un banco de germoplasma y/o en otros casos mediante técnicas biotecnológicas para generar variabilidad adicional a la que existe en una determinada especie.
- b) Combinación de la variabilidad disponible, mediante cruzamientos dentro de las especies o cruzamientos interespecíficos
- c) Selección de los individuos con caracteres de interés y evaluación de los genotipos seleccionados, en diferentes condiciones edafoclimáticas y de manejo.
- d) Propagación o multiplicación de las variedades seleccionadas a través de la clonación (injertación, enraizamiento de estacas, etc.)
- e) Protección de las nuevas variedades vegetales por la vía de protección sui generis y patentes, en consideración a los mercados de destino.
- f) Distribución y comercialización de las variedades.

Estos programas (proyectos) tenían una duración de 10 años, con el objetivo de construir capacidades para el desarrollo de nuevas variedades frutícolas destinadas a la exportación.

Los Programas de Mejoramiento Genético finalizados, son los siguientes:

- PMG Duraznero – Gestionado por Universidad de Chile
- PMG Uva de Mesa – Gestionado por Biofrutales
- PMG Cerezos - Gestionado por Biofrutales

Cabe destacar que dos de los programas mencionados complementan o refuerzan los desarrollos del Consorcio Biofrutales, por tanto, las definiciones estratégicas tanto en materia de gobernanza como en propiedad intelectual están asociadas a dicha entidad. Respecto del programa de duraznos se aplicaron modelos de comercialización similares a los de Biofrutales, ya que el cotitular de los desarrollos y encargado de la transferencia tecnológica es ANA, uno de los socios de Biofrutales; el consorcio es también parte de las empresas asociadas al proyecto. Dos de los tres programas, el de Durazno y nectarina y el de Uva de Mesa, lograron llegar a resultados comerciales y cuenta con protección de variedades en Chile y/o patentes en el extranjero, lo cual evidencia resultados concretos acordes con los requeridos en el instrumento respectivo. Conviene señalar que estos dos programas

habían iniciado sus trabajos con anterioridad al instrumento de CORFO, por lo que los 12 o 14 años que demora el desarrollo de una nueva variedad pudieron obtenerse en el espacio del instrumento.

2. Proyectos

2.1 PMG Durazneros/ Nectarines (09 PMG-7240)

2.1.1 Participantes

- Desarrollador: Universidad de Chile
- Co desarrollador: Viveros Asociados Chile Ltda (ANA Chile). y Universidad Andrés Bello
- Mandante: Exportadora Magna Trading S.A., Frutícola Viconto S.A., Geofrut, Soc. Comercial El Amanecer De Mostazal, Agrícola Garcés Ltda., Soc. Agrícola El Porvenir S.A, Agrícola Vial y Cia. S.A. y Biofrutales.
- Interesado: Fedefruta

2.1.2 Objetivos

El objetivo general del PMG Duraznos/ Nectarinos es potenciar el Programa a través de la Asociación Tecnológica para la Selección Asistida y una Estrategia de Vinculación Nacional e Internacional para la Gestión de Nuevas Variedades.

Los objetivos específicos son:

1. Generar, desde una base genética enriquecida, nuevos genotipos de duraznero/nectarino orientados a satisfacer los requerimientos del mercado internacional de fruta fresca.
2. Evaluar en pre y pos cosecha las líneas genéticas avanzadas (LGA) y seleccionar aquellas destacadas por méritos técnicos.
3. Evaluar las variedades pre-comerciales (VPC) a través de ensayos de desempeño en escenarios reales de producción y mercado.
4. Evaluación de la factibilidad técnico-económica del uso de marcadores moleculares disponibles para MAB en el PMG chileno.
5. Establecer un programa de transferencia tecnológica que involucre a toda la cadena productiva asegurando la rápida adopción de la tecnología

2.1.3 Actividades

Las actividades de este programa se desarrollaron en tres etapas: 1) Desarrollo, Evaluación y Selección de la variabilidad genética; 2) Validación de nuevos Genotipos y uso de MAB; 3) Transferencia a los Mandantes (Mejoramiento Genético Participativo).

La primera etapa comenzó el 2011 con la constitución del “Acuerdo de Colaboración entre PMG Australis Breeding® y un PMG Privado Europeo” para acceder al uso de material genético de élite y

realizar evaluaciones de postcosecha de los genotipos en origen según los requerimientos de la industria chilena. Además, formó un banco de germoplasma con 200 genotipos. Se generaron poblaciones todos los años del programa, al igual que la evaluación del desempeño de los seedlings y la selección de seedlings. Cabe destacar que el 2014 se realizaron evaluaciones de germoplasma de interés en California, USA, en todas las estaciones para incorporarlos en el banco de germoplasma del programa.

En la etapa de Validación de nuevos Genotipos y uso de MAB se generó una plataforma de breeding asistida por marcadores moleculares (MAB), en el cuál, se evaluó el estatus alélico del germoplasma, particularmente para caracteres que afectan el desempeño de postcosecha de la fruta. Se generó una base de datos de marcadores moleculares de genomas nacionales e internacionales. Se establecieron las condiciones de uso de marcadores moleculares para el modelo de uso de breeding asistido con el propósito de aumentar la velocidad y eficiencia del PMG.

A partir del año 2018 se iniciaron las actividades de evaluación de la calidad nutracéutica de la fruta con miras a generar variedades con más altos contenidos de polifenoles y mayor capacidad antioxidante; y el Uso de Marcadores Moleculares para la selección asistida (MAB) y control comercial.

En la etapa de Transferencia a los Mandantes se realizó durante todos los años Mejoramiento Genético Participativo (MGP) que vincula al PMG con los usuarios de las variedades, para mejorar la eficiencia en la generación de productos y reducir los tiempos de escalamiento por parte de la industria. A partir del 2016 comenzaron las actividades de evaluación en ensayos pre comerciales; registro de variedades y generación de modelo de negocio; y percepción de los consumidores.

2.1.4 Resultados

El programa cumplió con tener seis variedades de nectarino, denominadas “Andes Nec”, que actualmente están siendo cultivadas en Chile de manera comercial en alrededor de 600 hectáreas. A partir de 2015, Chile comenzó a exportar la fruta de las variedades ‘Andes Nec’ a los mercados internacionales y hasta la temporada 2020/2021 se han exportado más de 23 mil toneladas de fruta de las nuevas variedades, lo que significa ingresos por más de 27 millones de dólares para la economía nacional. A la fecha son 24 las empresas exportadoras que comercializan las variedades ‘Andes Nec’.

Las regalías que generen las variedades ‘Andes Nec’, por venta de plantas y por producción de fruta, seguirán siendo recaudadas por ANA-Chile, hasta que duren los derechos de protección sobre derechos de propiedad industrial en Chile (18 años) o hasta que duren los huertos comerciales establecidos.

El banco de germoplasma cuenta con alrededor de 200 accesiones de diversos orígenes con una calidad que supera las expectativas originales, ya que tiene una diversidad mucho mayor que la de colecciones semejantes (genotipos de pulpa blanca, amarilla, roja, pulpa fundente, no fundente, ‘stony hard’, ‘slow melting’, ‘slow softening’, entre otras). Con la introducción de germoplasma traído de colecciones de California, China e Italia, se logró esta alta variabilidad genética.

El mejoramiento genético asistido (MAB) se cumplió a través de la generación de un set de marcadores disponibles para el PMG para la selección asistida de caracteres de interés para el mejorador. De esta manera, se cuenta con marcadores para la predicción de caracteres mendelianos incluyendo: presencia de tricomas, color de pulpa, tipo de maduración y nivel de acidez. También, están a disposición del PMG, marcadores asociados a caracteres cuantitativos tales como: fecha de cosecha, sólidos solubles y harinosidad. Adicionalmente a ello, se generó una base de datos de marcadores moleculares que permiten hoy en día segregarse las variedades del PMG, utilizando tejido de la piel del fruto. Se caracterizaron las seis variedades desarrolladas ('Andes Nec-1' a 'Andes Nec-6'). De esta forma el programa cuenta con una herramienta útil, de control/verificación de la autenticidad genética de las variedades desarrolladas y protegidas por el programa, y así poder controlar el uso ilegal de ellas.

Se estableció un programa de transferencia tecnológica que involucra a toda la cadena productiva asegurando la rápida adopción de la tecnología a través de un modelo de mejoramiento genético participativo (MGP) con todos los agentes relevantes de la cadena productiva (viveros, productores, exportadores, comercializadores y consumidores).

Se concluye que el PMG cuenta con varios activos intangibles, entre ellos: 9 publicaciones, 5 patentes de plantas y 1 en proceso, 4 registros de protección vegetal en Chile con carácter definitivo y 2 con carácter provisorio, 3 solicitudes de protección vegetal en países extranjeros, 2 marcas comerciales registradas en Chile, 1 marca comercial registrada en 2 territorios extranjeros y en proceso de registro en otros 2 países, 4 dominios web registrados y 1 libro protegido por derecho de autor.

2.1.5 Capacidades instaladas

El programa cuenta con 179,6 m² de laboratorio de propagación y breeding en Rinconada de Maipú y 91,7 m² de laboratorio en el campus Antumapu. El terreno agrícola para uso experimental son 29.916 m² y 104,1 m² de invernadero, todo perteneciente a la Universidad de Chile en Rinconada de Maipú. Actualmente hay 1065 segregantes establecidos en terreno.

Las hectáreas de campo para uso comercial corresponden a 600 ha pertenecientes a 60 empresas con un promedio de 9,4 ha cada una que van desde la región metropolitana a la región del Maule. Los RRHH se disminuyeron porque se terminaron los recursos del programa y han mantenido una cantidad de personas que se ha financiado con otros proyectos de la Universidad. Actualmente los profesionales que quedan en el programa son: Rodrigo Infante, único investigador que continúa; Carolina Kusch, única profesional; y Keila Peña, único técnico profesional.

Las capacidades instaladas están siendo utilizadas en otra línea de trabajo que es el programa de mejoramiento genético de ciruelo, el cual lleva adelante la Universidad de Chile, además del desarrollo de nuevas variedades se está realizando la gestión de la PI relacionadas a ellas y la transferencia tecnológica hacia la industria.

2.1.6 Prospectiva Futura

Para seguir desarrollando los resultados que se obtuvieron del programa, se están buscando alianzas con empresas privadas y asociados con empresas agrícolas y exportadoras. La Universidad de Chile está muy interesada en el programa por ser inédito y novedoso, por esta razón están comprometidos con el uso de las capacidades instaladas para seguir siendo usadas en el desarrollo de nuevas variedades y en la vinculación con la industria.

Hay dos equipos de trabajo encargados de la propiedad intelectual que se desarrolló, el primero está conformado por la Universidad de Chile liderado por Carolina Kusch y el segundo pertenece a la vicerrectoría de investigación y desarrollo. Este último equipo ha desarrollado capacidades instaladas, por lo tanto, existe un compromiso por seguir trabajando en el programa de mejoramiento genético.

Actualmente, Rodrigo Infante es el único profesional que trabaja en el programa que es financiado por la Universidad de Chile. Debe conformarse un nuevo equipo de trabajo financiado con recursos externos y generar alianzas para solventar el gasto.

2.2 PMG Uva de Mesa (09 PMG-7229)

2.2.1 Participantes

- Desarrollador: Biofrutales S.A.
- Co desarrollador: INIA
- Mandante: Agrícola Brown Ltda y Viveros Asociados Chile Ltda (ANA Chile).
- Asociado: Fedefruta

2.2.2 Objetivos

El objetivo general del PMG Uva de Mesa es obtener nuevas variedades de uva de mesa que respondan a demandas de productores y consumidores incorporando herramientas biotecnológicas.

Los objetivos específicos son:

1. Aumentar el número de segregantes para la selección de variedades, generar poblaciones para estudios genéticos y ampliar la base genética a través de la incorporación de nuevo germoplasma.
2. Incorporar nuevas tecnologías de mejoramiento, como la selección asistida por marcadores moleculares, la resistencia genética a enfermedades fungosas, la mutagénesis y los sistemas derivados de estudios de genómica.
3. Evaluar el comportamiento productivo y calidad sanitaria de selecciones intermedias y avanzadas generadas por mejoramiento genético convencional, transgenia y mutagénesis, incluyendo la aptitud para el almacenaje en poscosecha y la calidad organoléptica.
4. Generar nuevas variedades con potencial comercial.

5. Desarrollar e implementar una estrategia de transferencia tecnológica y de comercialización para las nuevas variedades, que incluya la protección de la propiedad intelectual y la difusión de resultados, tanto en Chile como en el extranjero.

2.2.3 Actividades

Este programa se organizó en 10 fases, en la que cada una corresponde a un año. Los primeros 4 años del programa correspondientes a la etapa n°1 “Desarrollo del programa” se basaron en el desarrollo de poblaciones tanto para realizar estudios genéticos/genómicos, como poblaciones segregantes procurando caracteres de interés comercial (apirenia, calibre, estructura racimo, sabor) y adicionalmente tolerancia a hongos. Cabe destacar las siguientes actividades: Mutagénesis, la cual se basa en el desarrollo de una población mutagenizada; Evaluación fitopatológica para la tolerancia a hongos de población top tolerante derivada de transformación genética; Cruzamientos de poblaciones para estudios genéticos y genómicos; Fingerprinting pre-comercial que consiste en un sistema de identificación genética de materiales en instancias previas al registro.

La etapa n°2 “Desarrollo antes de la evaluación intermedia” que tiene la duración de un año correspondiente a la fase 5, representa la continuidad de trabajos de línea base: selección de individuos que actúen como parentales, desarrollo de nuevos cruzamientos, generación de poblaciones segregantes para caracteres de interés comercial (apirenia y oídio) y la consolidación del nuevo esquema de mejoramiento.

La etapa n°3 “Validación técnica de resultados” conformados por la fase 6 y 7 continúa los trabajos de línea base: selección de individuos que actúen como parentales, desarrollo de nuevos cruzamientos y generación de poblaciones segregantes para caracteres de interés comercial (apirenia y oídio).

Finalmente, la etapa n°4 “Transferencia al mandante” fue dividida en tres Fases (Fase 8, 9 y 10) correlativas a los años de ejecución del proyecto. Esta Etapa continúa los trabajos de línea base, cierra las evaluaciones pre- y pos-cosecha de selecciones avanzadas desarrolladas de forma previa al proyecto, continúa la evaluación de selecciones primarias desarrolladas en las Etapas 1, 2 y 3, y comienza la evaluación de segregantes intermedios y avanzados generados en el proyecto. Es importante mencionar que se realizó la evaluación de población mutagénica, y la estimación de parámetros y QTLS de población de estudio genéticos/ genómicos.

2.2.4 Resultados

A la fecha se han acumulado más de 41.000 segregantes, 53 selecciones intermedias han sido analizadas, de las cuales 20 siguen vigentes. Se aprobó por parte del comité de INIA el registro de una nueva variedad, correspondiente a la selección avanzada 3.3.142, y se han registrado 3 nuevas variedades: ‘Iniagrape-one’, ‘INIA-G2’, e ‘INIA-G3’. De estas últimas, la empresa licenciante ANA ha realizado el lanzamiento comercial de dos de estas variedades, una de ellas con registro de marca comercial Maylen® (Iniagrape-one cv.)

Por último, se obtuvieron dos registros por derecho de autor: el primero un protocolo de trabajo para laboratorio de cultivo de tejido (Certificado 306.571) y “Berry Analyzer 2.0” (Certificado N° 308.478) que es una herramienta para la medición de tamaño de frutos a partir de fotografías.

Se concluye que, se avanzó en el nivel de madurez tecnológica con 10 selecciones avanzadas y tres vigentes, tres variedades registradas con atributos de calidad y larga vida de postcosecha y una de ellas con marca comercial Maylen[®] en Chile y el mundo.

2.2.5 Capacidades instaladas

Al cierre del proyecto hay 18.885 segregantes en campo, no quedaron segregantes en laboratorio, invernadero o sombreadero, ya que todos fueron plantados. De los segregantes en campo la mitad aproximadamente se encuentra aún en etapa de desarrollo, por lo que su fruta aún no ha sido evaluada.

El proyecto cuenta con 200 mt² dedicados al PMG. (Laboratorio Fenotipado: 98mt² + Cultivo Tejido 1: 81mt² + Cultivo Tejido 2: 18mt²). Además, existen otros 100 mt² de laboratorio que apoyan al proyecto en actividades puntuales, tales como uso de cámaras de frío en postcosecha (2 meses al año), virología (uso compartido con otros proyectos) y biología molecular en el laboratorio de recursos genéticos (3 meses al año). El laboratorio de poscosecha también es usado en otras líneas de trabajo de INIA.

El PMG de vides cuenta con aproximadamente 12 ha con sistemas de conducción y riego tecnificado para vides, 412 m² invernadero y sombreadero. Los laboratorios y el terreno agrícola para uso experimental pertenecen a INIA La Platina.

Al cierre del proyecto Maylen[®] Iniagrape-one cv. es la única variedad del programa con una marca comercial y ventas dentro y fuera del país. En total, en la temporada 2021 se contabilizaron un total de 440 hectáreas en Chile, India, Australia, Perú, Egipto, España y Grecia. En Chile, existen 335 hectáreas que están en manos de 80 productores licenciados entre las regiones de Atacama y O'Higgins.

Por último, debido a un rediseño del trabajo se redujo en un 55% los RRHH desde profesionales con PhD hasta técnicos de campo. Actualmente la única profesional del programa es Paola Barba con el apoyo de técnicos y operarios.

2.2.6 Prospectiva Futura

Este programa generó capacidades que actualmente están reducidas, pero las capacidades más críticas siguen en el programa como el propio breeder. Como resultado durante la ejecución del programa se obtuvieron 3 variedades: 'Iniagrape-one' cv., 'INIA-G2' e 'INIA-G3'. Además, se presentó en febrero de 2022 una cuarta variedad, 'INIA-G4'.

La variedad más desarrollada es Maylen[®] 'Iniagrape-one' cv., que comenzó el proceso de comercialización en 2014 y a la fecha no se proyecta un aumento de la superficie en Chile. INIA-G2 no

se ha llevado a un plano comercial porque esta variedad es superada por otras alternativas del mercado. Por otro lado, INIA-G3 ya se lanzó comercialmente en el año 2021, tiene un mercado más pequeño y específico que Maylen® y se espera que tenga 1/3 del impacto que ha tenido esta última. Con INIA-G4 se proyecta un impacto superior que el de Maylen®, ya que el mercado potencial de esta es mayor. Se espera que se inicie su fase comercial en el año 2022.

El Programa de Mejoramiento Genético de Uva de Mesa de CORFO ha finalizado, pero este sigue en desarrollo y será apoyado por CORFO mediante PTEC Fruticultura Zona Norte que gestiona Biofrutales durante los próximos 3 años (2022-2024).

2.3 PMG Cerezos (09 PMG-7243)

2.3.1 Participantes

- Desarrollador: Biofrutales- Biotecnología Frutícola S.A
- Co desarrollador: INIA
- Mandante: Viveros Asociados Chile Ltda (ANA Chile). Univiveros, Viveros los Olmos, Viveros Buenos Aires de Angol.
- Interesado: Fedefruta

2.3.2 Objetivos

El objetivo general del PMG Cerezos es establecer en Chile un Programa de Mejoramiento Genético para Cerezos con el objeto de crear nuevas variedades comerciales que satisfagan los requerimientos de productores y consumidores y que permita disminuir la dependencia del sector productivo de variedades extranjeras.

Los objetivos específicos son:

1. Desarrollar una estrategia general para desarrollar un Programa de Mejoramiento Genético del cerezo en Chile.
2. Establecer una colección de germoplasma y bloque de progenitores.
3. Generar 2.500 segregantes por año para la selección de variedades y para disponer de poblaciones para realizar estudios genómicos.
4. Seleccionar individuos con características superiores de acuerdo con los objetivos del Programa.
5. Desarrollar e implementar una estrategia de transferencia tecnológica y de comercialización para las nuevas variedades, que incluya la protección de la propiedad intelectual y la difusión de resultados, tanto en Chile como en el extranjero.

2.3.3 Actividades

Las actividades fueron divididas en tres etapas: Etapa N° 1 “Desarrollo del Programa” correspondiente a la fase inicial, Etapa N° 2 “Validación técnica de los resultados” que corresponde a la evaluación de selecciones y Etapa N° 3 “Transferencia al mandante” que compete a la transferencia de selecciones, evaluación comercial y propagación.

El desarrollo del programa comienza con la constitución de un banco de germoplasma, el cual busca establecer colección de variedades, líneas o genotipos a utilizar como parentales en los cruzamientos. Se desarrollaron técnicas masivas de diagnóstico viral, capacitaciones del equipo de trabajo en técnicas de mejoramiento genético y asesorías de expertos en el extranjero. En esta etapa se establecen familias de segregantes en parcela de selección fase I.

En la etapa de validación técnica de los resultados se realizaron evaluaciones de selecciones intermedias y la certificación de selecciones para la verificación de la calidad genética y sanitaria de las selecciones intermedias. Al igual que la etapa anterior, se establecieron familias de segregantes en parcela de selección en Fase I. Además, se establecieron parcelas de evaluación en predios de productores en Fase II.

Durante la etapa N° 2 se establecieron 3 condiciones para la continuidad del programa: Seguimiento del establecimiento de 5 selecciones intermedias al término de la ejecución del programa; seguimiento de las metas cuantitativas establecidas en la propuesta original en relación con variedades obtenidas y mercados alcanzados; seguimiento del fortalecimiento de la estrategia de difusión y transferencia de buenas prácticas en conjunto con otras iniciativas de CORFO.

En la etapa de transferencia al mandante, se transfieren formalmente las selecciones intermedias a los interesados para su evaluación comercial y su multiplicación masiva, además, se establecen acuerdos de evaluación de las selecciones en el extranjero (búsqueda empresa interesadas, limpieza de material y gestión ante organismos regulatorios, certificados fitosanitarios).

2.3.4 Resultados

El Programa de Mejoramiento Genético del Cerezo comenzó tres años más tarde, por lo tanto, solo se han obtenido selecciones avanzadas, las selecciones 5, 15, 16 y 21. Una de ellas, la Selección 21, es bicolor (tipo Rainier), de media estación con características superiores en cuanto a tamaño, firmeza, sabor, adaptación, productividad y postcosecha. Las otras tres corresponden a cerezas de piel roja, buena calidad de fruta y también, de media estación. Estos cuatro genotipos ya se encuentran establecidos sobre tres portainjertos en las dos zonas agroclimáticas que cubre el programa para su futura evaluación en etapa Parcela Fase III.

Este trabajo a su vez, desde el punto de vista de los resultados en la obtención de nuevas variedades, está en la etapa previa a la liberación de la primera variedad del Programa. Se estima que la Selección 21, reuniendo características superiores, sería clave para el exitoso posicionamiento del Programa en el contexto nacional e internacional.

El programa generó dos protocolos, el primero de termoterapia para plantas libres de virus. El segundo de rescate de embriones en cerezos, en donde el SAG está realizando un estudio en base al protocolo desarrollado en el PMG. El protocolo es libre y se va modificando cada año para aumentar la eficiencia de este, se puede ocupar principalmente en cerezo, pero también en otras especies de Prunus (ciruelo, duraznero) y para la mejora genética de bajo requerimiento de frío.

2.3.5 Capacidades instaladas

Al cierre del proyecto hay un total de 45.244 segregantes, de este total hay 5.500 segregantes en laboratorio que serán plantados en octubre del 2022.

El programa cuenta con 200 m² de laboratorio, en donde, 25 m² corresponde a cultivo tradicional, 25 m² de invernaderos y sombreaderos y 20 m² para cultivo in vitro en INIA La Platina. La evaluación de fruta se realiza en el Centro de Carozos en INIA rayentué (Rengo), en INIA La Platina en el Laboratorio de postcosecha (La Pintana) y en INIA Intihuasi (La Serena).

Las hectáreas de campo para uso experimental es un total de 20,6 has, de las cuales, 4,8 has pertenecen a Buin, 5,5 has a Rayentué y 8 ha a Ovalle. Todo pertenece a INIA a excepción del terreno en Ovalle que es arrendado por la transferencia de los proyectos. Aún no hay hectáreas de campo para uso comercial, ya que aún no se tienen variedades comerciales.

El banco de germoplasma se sigue utilizando para hacer cruzamientos y ha sido usado para otros proyectos de investigación de la UNAB y U de Chile en conjunto con INIA y Biofrutales.

Respecto a los RRHH el programa ha capacitado técnicos en mejoramiento genético que son parte esencial del trabajo. A la fecha no ha habido una reducción significativa del personal contratado.

2.3.6 Prospectiva Futura

Al haber comenzado más tarde, aún no se obtienen variedades comerciales en este programa. Se tiene una variedad de cereza bicolor que ya se encuentra en una etapa de escalamiento avanzado correspondiente a la selección 21 y se espera que salga al mercado en tres años. Tras esta variedad pre comercial vienen tres selecciones full color, siempre en la época de cosecha que apunta el programa que son principalmente variedades tempranas y de media estación.

Estas variedades están especialmente adaptadas a las condiciones de clima donde hay poca oferta de frío invernal, es decir, el programa se concentra desde Rancagua hacia el norte, lo que no significa que estas variedades no puedan funcionar en otras condiciones.

Al igual que el Programa de Mejoramiento Genético de Uva de Mesa, el Programa de cerezo continúa a través de PTEC Fruticultura Zona Norte que gestiona Biofrutales durante los próximos 3 años (2022-2024).

3. Conclusiones

El instrumento Programa de Mejoramiento Genético frutícola de CORFO ha finalizado, pero estos programas continúan en desarrollo. Se generó una gran variabilidad genética mediante la constitución de los bancos de germoplasma, con accesiones traídas de diferentes partes del mundo. Se desarrollaron protocolos y se ganaron experiencias para una mayor eficiencia de un programa de mejoramiento genético

Los programas generaron capacidades instaladas que efectivamente han sido afectadas por el término de los proyectos, por lo que tienen la misión de buscar alianzas y fuentes de financiamiento externo para seguir desarrollándose. Los PMGs de uva de mesa y cerezo, continúan la fase de escalamiento comercial a través de PTEC Fruticultura Zona Norte que gestiona Biofrutales financiado por CORFO, por los próximos 3 años.

Para la continuidad de los programas es importante que se adapten a los nuevos requerimientos climáticos. Se fueron seleccionando variedades bajo temperaturas cambiantes incorporando manejos agronómicos claves para enfrentar el cambio climático, como la elección de los portainjertos y tecnologías de riego. Por lo que esta nueva genética desarrollada se enfoca en la calidad de la fruta, la cual ha tenido que adaptarse a las condiciones climáticas. El PMG de cerezo tiene un mayor enfoque al cambio climático, ya que se están desarrollando variedades de bajo requerimiento de frío.

Finalmente, es importante destacar que estas variedades se desarrollaron bajo las condiciones climáticas en Chile, por lo tanto, tienen una mayor adaptación en comparación a variedades extranjeras. Por eso es importante que estos programas deben continuar desarrollándose, ya que generaron variedades específicas para Chile y propiedad intelectual que beneficia al país.

4. Anexos

Anexo 1: Principales indicadores de capacidades instaladas

Pilar	Indicadores	Durazno/nectarines 09PMG-7240	Uva de Mesa 09PMG-7229	Cerezos 09PMG-7243
Mejoramiento genético	Número de accesiones, Banco de germoplasma	200	218	86
	Número de segregantes en laboratorio	0	0	5.500
	Número de segregantes en campo	1065	18.885	45.244
Infraestructura	Mt2 de laboratorio utilizados en el programa	180 m2 laboratorio de propagación y breeding	200 Mt2 en INIA La Platina	220 m2

	Mt2 de infraestructura tecnológica utilizada en el programa	30.380 m2	120.612 m2	206.220 m2
	Hectáreas de frutales para uso experimental	30.200 m2 Terreno agrícola más Invernaderos	12 há de parrones y espalderas con riego tecnificado 412 Mt2 invernadero y sombreadero	20,6 ha
	Hectáreas de frutales para uso comercial	600 ha d	440 hectáreas	0
Capital Humano	Número de PhD participantes en el programa	7	12	7
	Total jornadas completa equivalentes de PhDs participantes del programa	1,6	2	0,36
	Número de MSc participantes en el programa	2	2	2
	Total jornadas completa equivalentes de MSc participantes del programa	1,1	1	1,1
	N° de profesionales totales en labores de investigación y desarrollo tecnológico en el programa	5	10	2
	Total jornadas completa equivalentes de profesionales participantes del programa	4,9	5	2,7
	N° de técnicos totales en labores de investigación y desarrollo tecnológico en el programa	3	22	11
	Total jornadas completa equivalentes de técnicos en labores de investigación y desarrollo tecnológico participantes del programa	2	13	4
Comercialización	Número de Licencias	36 Administradas por ANA Chile	1 licencia: Maylen 'Iniagrape-one' cv.	0

	Ingresos por licencias	\$246.670.968 Valor aproximado año	\$ 922.303.181 Regalias netas	0
Conocimiento y Activos Tecnológicos	Número de nuevas variedades vegetales concedidas al programa en Chile	4 variedades; Andes-Nec1 a Andes-Nec4, protección definitiva concedida y 2 variedades con protección provisoria.	3 variedades vegetales: 'Iniagrape-one'; 'INIA-G3'; 'INIA-G4'	0
	Número de solicitudes de nuevas variedades vegetales por el programa en el extranjero	3 solicitudes de Andes-Nec4 en Argentina, Sudáfrica y Australia. 1 solicitud de patente de planta en EEUU de Andes-Nec6	1 variedad, INIA-G3	0
	Número de nuevas variedades vegetales concedidas en el extranjero al programa	5 patentes de planta concedidas en EEUU, Andes-Nec1 a Andes-Nec4; Andes-Nec5	1 variedad (Iniagrape-one) registrada en 15 territorios	0
	Número de marcas solicitadas por el programa	1 marca registrada (confidencial)	0	0
	Número de marcas concedidas al programa	2 marcas: Australis Breeding; y (registro confidencial)	1 marca "Maylen"	0
	Número de marcas solicitadas por el programa en el extranjero	2 solicitudes (coofidencial)	0	0

	Número de marcas concedidas al programa en el extranjero	2 marcas concedidas (confidencial)	1 marca "Maylen"	0
	Registros de derechos de autor por el programa	1 registro de Derecho de Autor, Libro: "El cultivo del Duraznero hacia el siglo XXI"	2 registros de derecho de autor: Protocolo de trabajo para laboratorio de cultivo de tejido. Certificado 306.571.; "Berry Analyzer 2.0". Certificado N° 308.478.	0
Colaboración y Redes	N° de convenios vigentes entre empresas, centros y universidades nacionales	1; Universidad Andrés Bello	5 convenios vigentes entre Biofrutales y: Los Olmos; Univiveros; El tambo; Agrícola Brown; INIA	5 convenios vigentes: ANA; Univiveros; Los Olmos; El Tambo; INIA
	N° de convenios vigentes entre empresas, centros y universidades internacionales	1; Universidad de Milán	0	0
Desarrollo Tecnológicos	Número de desarrollos tecnológicos (productos, procesos, servicios) desarrollados por el programa (equivalentes a TRL4)	20 selecciones	33 selecciones primarias	0
	Número de productos en fase de prototipo a escala pre-comercial desarrollados por el programa (equivalentes a TRL5 a TRL6)	13 LGA: 7 LGA 2020-2021; 6 LGA 2019-2020	23 selecciones: 20 selecciones intermedias fenotipadas, y 3 selecciones avanzadas (3.3.142, 3.6.112 y selección 5)	41 selecciones intermedias y 4 selecciones avanzadas

	Número de productos en fase de incorporación comercial en el mercado desarrollados por el programa (equivalentes a TRL7 a TRL9)	1 variedad; Andes-Nec6	3 variedades: 2 variedades en escalamiento internacional (INIA-G2 e INIA-G3); 1 variedad comercializada internacionalmente (Maylen, Iniagrape-one cv.)	0
Transferencia Tecnológica	Plan de transferencia tecnológica para el escalamiento Industrial y explotación comercial	6 modelos de negocios, para las 6 variedades Andes-Nec	2 planes: Maylen 'Iniagrape-one'cv.; Inia-G3	1 selección 21
	Licencias otorgadas en Chile a tecnologías protegidas en Chile por derechos de propiedad industrial	6 licencias otorgadas para las 6 variedades Andes-Nec, a ANA-Chile	0	0
	Número de mecanismos de transferencia tecnológica implementados por el programa.	1, Mejoramiento Genético Participativo	1 plan: Maylen 'Iniagrape-one'cv.	0

Anexo 2: Recursos Humanos durante los 10 años del programa en PMG Durazno/ Nectarin

Estudios	Nombre	Cargo en SGP	% de Dedicación	Participación en el programa (y subproyectos) en el período rendido
Doctor	Rodrigo Infante	Director 1	16,3	Es el director del proyecto y se encarga de la coordinación tanto técnica como administrativa del programa.
	Victor Hugo Escalona	Director Alterno 1	11,8	Función de Director alternativo del PMG, y actividades de evaluación en postcosecha.
	Claudio Meneses	Profesional 3	11,6	Profesional UNAB encargado de aumentar la eficiencia en la obtención de los resultados comprometidos debido a la posibilidad de utilizar estrategias de alto rendimiento en la genotipificación y validación de marcadores.
	Igor Pacheco	Profesional 2	11,6	Profesional encargado de potenciar ciertas áreas complementarias, que buscan incorporar nuevos caracteres a las variedades generadas. Particularmente, la

				evaluación de la calidad nutracéutica de la fruta.
	Rodrigo Uribe	Investigador 5	5	Encargado de realizar estudios respecto de la percepción de los consumidores, definiendo así gustos y preferencias objetivas de las nuevas variedades en comparación con la oferta actual. Realizará además estudios de marketing enfocados a definir la disposición a pago de los consumidores.
	Carlos Muñoz	Investigador 4	8,5	Encargado de poner a punto los protocolos de propagación de los materiales seleccionados, particularmente enfocado a la generación de materiales saneados, que puedan estar disponibles para la fase de exportación de las nuevas selecciones avanzadas/ variedades hacia el Extranjero.
	Loreto Contador	Profesional 16	100	Experta en análisis sensorial. Análisis de la bibliografía de análisis sensorial de frutos de carozo, con el fin de ordenar los desarrollos generados en el PMG para proyectar los pasos a seguir en un programa orientado a satisfacer los gustos y preferencias de los consumidores.
Magíster	Marjorie Millanao	Profesional 1	100	Profesional en apoyo del breeding y para gestionar y asegurar el ingreso de nuevos materiales genéticos desde el extranjero.
	Pía Rubio	Asesor	100	Trámites relacionados al envío de material de propagación de genotipos
	Gabino Reginato	Investigador 3	8,5	Investigador permite evaluar y llevar a cabo a nivel de campo, las pruebas de plantación en alta densidad.
	Paulina Andrea Arrano Salinas	Profesional 7	100	Profesional UNAB: Biología mención medio ambiente. Ing. en Biotecnología. Magíster en Biotecnología. Saturación de un mapa genético 2. Genetificación de poblaciones segregantes 3. Análisis de secuencias genómicas
	Tamara Hube	Profesional 8	100	Profesional UNAB Ingeniería en Biotecnología. Magister en Biotecnología/ Puesta a punto de genotipificación por redundancia de secuencias
	Tomas Osvaldo Carrasco Valenzuela	Profesional 7	100	Profesional UNAB: Ing. En Biotecnología. Magíster en Biotecnología./ Determinación de estatus alélico del banco de germoplasma de duraznero

Profesional	Maria Clara Ogno	Profesional 9	17,7	Profesional A.N.A Encargada de planificar, programar y llevar a cabo los compromisos adquiridos por A.N.A. en marco del PMG, apoyar las actividades de "Australis Breeding", gestiona con las empresas asociadas al PMG, difundiendo la información disponible en cada selección que estén evaluando, estimular en las empresas la plantación de germoplasma más promisorio.
	Andrés Valdivieso	Profesional 4	20	Desarrollo Comercial (Licenciamientos-Contrato)
	Paz Barrios	Técnico 4	28,4	(ANA) Apoyo técnico de laboratorio. Evaluaciones de huerto, cosecha y Post-cosecha.
	Carolina Kusch	Coordinador 1	100	Profesional encargado de incrementar la transferencia de la información generada, tratando de llegar a la mayor cantidad de posibles usuarios que estén interesados tanto en el uso de la tecnología generada como de los nuevos genotipos.
	Keila Peña	Coordinador 3	90	Gestión en Uchile, seguimiento, vinculación empresas y entidades
	Pablo Jimenez	Ingeniero 1	45	(Reemplazo a Patricio Zapata) Encargado de análisis genotípicos de las nuevas de variedades del PMG
	Patricio Zapata	Ingeniero 1	86,4	Prof. labores de genotipificación de las nuevas variedades, procurando generar herramientas de apoyo a la protección de la propiedad intelectual relacionada con estos genotipos.
	Gerardo Nuñez	Profesional 7	100	Bioquímico /biotecnólogo UNAB
	M.Victoria Lillo Carmona	Profesional	100	Bioquímico /biotecnólogo UNAB
	Pablo Cid	Profesional 14	100	Desarrollo de aplicación para toma y análisis de datos de terreno
Alejandra Estefania Cifuentes Esquivel	Profesional 10	100	Profesional UNAB: Bioquímico. Doctorado ciencias silvoagropecuarias y veterinarias / Búsqueda e identificación de marcadores moleculares a calidad de la fruta prunus pérsica. Evaluación de marcadores moleculares asociados a calidad de fruta en variedades y poblaciones segregante de Prunus persica	

Anexo 3: Recursos Humanos durante los 10 años del programa en PMG Uva de Mesa

Estudios	Nombre	Cargo en SGP	% de Dedicación	Participación en el programa (y subproyectos) en el período rendido
Doctorado	Aguirre Dumenez, Carlos Roberto	Operario 20	100	Desarrollo de herramientas para gestión de datos
	Barba Burgos, Paola	Director 1	49	Directora del proyecto, responsable de gestión y transferencia de resultados. Fitomejoradora, encargada de dirección técnica y estudios genéticos dentro del proyecto.
	Defilippi Bruzzone, Bruno	Investigador 2	5	Líder de laboratorio de post-cosecha, encargado de gestión y asesoría técnica en la evaluación a cosecha y post-cosecha de las selecciones avanzadas del programa
	Herrera Manthey, Guido Fernand	Investigador 12	6	líder del laboratorio de virología, responsable de limpieza de virus en selecciones avanzadas y mantenimiento de repositorio de plantas libres de virus.
	Madariaga Villarroel, Mónica	Investigador 8	6	Líder del laboratorio de virología, responsable de limpieza de virus en selecciones avanzadas y mantenimiento de repositorio de plantas libres de virus.
	Mejía., Nilo	Investigador 6	5	Mapeo de QTL y uso de marcadores moleculares
	Meza Duran, Pablo Andrés	Investigador 10	4	Entomólogo, apoyo fitosanitario del programa.
	Peppi Aronowsky, Cecilia	Investigador 13	50	Responsable de escalamiento comercial de selecciones
	Pinto Contreras, Manuel Enrique	Investigador 1	3	responsable de escalamiento comercial de selecciones
	Prieto Encalada, Humberto Godo	Director alterno 1	28	Líder del laboratorio de biotecnología.

	Salazar Suazo, Erika Roxana	Investigador 11	7	Líder de unidad de recursos genéticos de INIA La Platina. Apoyo para realización de cruzamientos dirigidos.
	Uquillas Herrera, Maria Carolina	Director 1	37	Directora de proyecto .
Magíster	Cid Araneda, Pablo Francisco	Profesional 12	100	Desarrollo de herramientas tecnológicas para la toma y gestión de datos
	Ibacache Gonzalez, Antonio Edu	Investigador 5	7	Ing. Agrónomo senior. Responsable de manejo y evaluación de selecciones en localidad de Vicuña
Profesional	Alarcón Alarcón, Víctor Luis	Profesional 15	100	Apoyo escalamiento comercial de selecciones avanzadas y manejo de selecciones intermedias
	Baeza Lezana, Camila	Ayudante 8	100	Responsable de actividades de selección asistida por marcadores
	Carvajal Salazar Denisse Tiare	Operario 23	100	Gestión de datos
	Cruz Tapia, Giovanni Edison	Profesional 7	100	gestión financiera del proyecto
	Garcia Rojas, Miguel Angel	Profesional 16	100	Jefe de laboratorios, apoyo gestión e investigación.
	Micono Iribarren, Maria De Los	Profesional 17	100	profesional equipo de biotecnología.
	Torres Zuñiga, Héctor	Profesional 2	100	Responsable de escalamiento comercial de selecciones
	Weber Jimenez, Juan Pablo	Ayudante 7	100	Responsable de actividades de selección asistida por marcadores.
Profesional Administrativo	Cubillos Loyola, Felipe	Apoyo administrativo 2	100	Gestión financiera del proyecto

	Krautwurst Vásquez, Esteban E	Apoyo administrativo 3	50	Personal de apoyo Financiero
	Rodríguez Thompson, Ricardo	Apoyo administrativo 4	25	Personal de apoyo Financiero
	Chacon Silva, Alfonso	Profesional 1	5	Apoyo gestión administrativa
Técnico	Pinolef Catrilaf, Ariel Erick	Profesional 10	100	Jefe de campo del proyecto en La Platina, responsable de liderar todas las labores de campo: Establecimiento, evaluación y selección de segregantes, manejos fitosanitarios, etc.
	Granifo Arancibia, Natalia	Ayudante 4	100	Jefe de laboratorio de cultivo de tejido y rescate de embriones

Anexo 4: Recursos Humanos durante los 10 años del programa en PMG Cerezo

Estudios	Nombre	Cargo en SGP	% de Dedicación	Participación en el programa (y subproyectos) en el período rendido
Doctor	Angélica Salvatierra	Investigadora	20	Encargada regional del Programa en la zona Norte.
	Bruno Defilippi	Investigador	5	Encargado de las evaluaciones de poscosecha de segregantes y selecciones del Programa.
	Mónica Madariaga	Investigadora	5	Encargada de virología.
	Humberto Prieto	Investigador	5	Biotecnología (rescate de embriones)
	Patricio Hinrichsen	Investigador	5	Biotecnología (marcadores)
	Erika Salazar	Investigadora	5	Encargada de las labores de introducción de material vegetal desde el extranjero.
Magister/doctor	José Manuel Donoso	Director alternativo	40	Mejorador genético, diseño y estrategia de cruzamientos, encargado de las evaluaciones de campo y laboratorio, relaciones internacionales, transferencia tecnológica.
Magister	Gamalier	Director	40	encargado del manejo agronómico, transferencia

	Lemus			tecnológica y coordinación general de actividades.
Profesional	Catalina Pérez	Ayudante de investigación	100	Encargada de la propagación de segregantes en INIA La Platina (in vitro).
	Melissa Pizarro	Ayudante de investigación	100	Encargada R.M del Programa. Manejo agronómico.