



INFORME TÉCNICO

Avance	
Final	X

PROYECTO

Mejoramiento de la eficiencia productiva e inocuidad en el cultivo de frutillas de zonas rezagadas: determinación de los requerimientos técnicos y económicos de la implementación de unidades de cultivo forzado.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Centro Regional de Investigación Raihuén

Diciembre 2020

Código BIP	30.464.987-0 . %Transferencia mejoramiento del cultivo de frutillas+
Título del Proyecto	Mejoramiento de la eficiencia productiva e inocuidad en el cultivo de frutillas de zonas rezagadas: determinación de los requerimientos técnicos y económicos de la implementación de unidades de cultivo forzado.
Entidad responsable	INIA
Jefe del Proyecto	Cristian Balbontín Sepúlveda
Montos asignados (M\$)	232.657
Montos ejecutados (M\$)	XXXXXX.
Informe al	31 de diciembre 2020
Fecha elaboración	11 de enero 2021

1. RESUMEN EJECUTIVO FINAL

El Proyecto ha concluido cumpliendo con los productos y las metas definidas inicialmente, instalando 8 estructuras de macrotúnel para la producción de frutilla sobre sustrato en los predios de los agricultores, incluyendo sistema de riego y entrega de insumos para la producción, así como la asistencia técnica derivada de los resultados de los distintos ensayos efectuados en la estación experimental de INIA-Cauquenes. Estos resultados han sido publicados en distintos informativos que, en un lenguaje simple y directo, resumen los principales aspectos de la implementación y producción del cultivo hidropónico de frutillas en sistema de macrotúnel sobre sustrato.

La información contenida en los documentos señalados anteriormente abordan materias de implementación de estructuras de macrotúnel, instalación y funcionamiento de sistema de riego, confección de estructuras de soporte y sustratos, plantación, fertilización y nutrición, comportamiento de diferentes variedades en distintos sustratos, manejo de enfermedades, manejo calendarizado de labores y evaluación económica de este sistema de cultivo.

Se realizaron diferentes actividades de extensión; entre ellas, 16 visitas de grupos de grupos de agricultores y/o Prodesal de distintas comunas a los módulos de macrotúnel, tanto al ubicado en INIA Cauquenes como de productores asociados al proyecto, incluidas charlas técnicas y de capacitación, asistencia a un seminario internacional de cultivo hidropónico con los agricultores asociados al proyecto y la presentación de resultados en el IV congreso nacional de berries.

El seminario de término del proyecto se realizó bajo la modalidad on line, contando con 167 inscritos, destacando la participación de productores, profesionales y técnicos del rubro, estudiantes y académicos e investigadores nacionales y extranjeros.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la eficiencia, inocuidad y productividad del cultivo de frutilla en la zona rezagada mediante la determinación de estándares óptimos de manejo agronómico en sistemas de cultivo forzado.

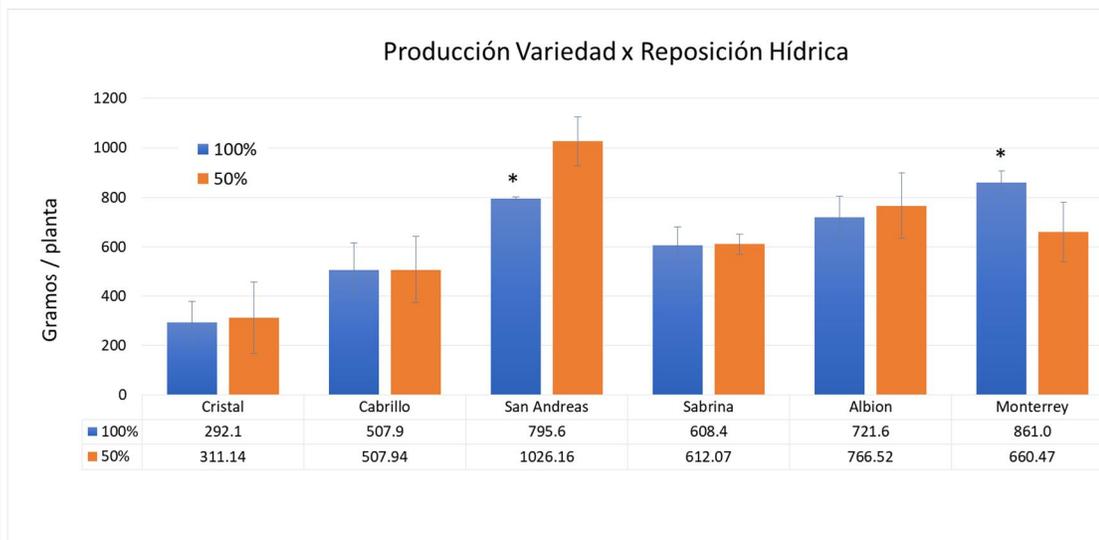
2.2 OBJETIVOS Y ESPECÍFICOS:

1. Evaluar técnica y económicamente la implementación de cultivo forzado mediante sistema de macro túnel sobre bandeja en frutilla.
2. Evaluar técnica y económicamente la implementación de cultivo forzado mediante sistema de macro túnel sobre camellón en frutilla.
3. Capacitar a Productores de frutilla en las nuevas alternativas de manejo y difundir los resultados del proyecto.

3. PRODUCTOS

Objetivo Especifico 1 y 2. Evaluar técnica y económicamente la implementación de cultivo forzado mediante sistema de macrotúnel.				
	Producto ofrecido (según proyecto aprobado)	Productos obtenidos	Justificación de diferencias (si las hay)	Fecha de obtención
1	Red de sensores térmicos	Producto reemplazado	Al inicio del proyecto el PZR pidió ampliar la cobertura de beneficiarios destinándose estos recursos a la implementación de macro túneles y sistemas de riego.	Informe semestral 2
2	Curva de producción de frutos y evolución fenológica en base a suma térmica	Producto Obtenido: Informativo INIA 70% Comportamiento productivo de diferentes variedades de frutilla sobre distintos sustratos en sistema de macro túnel+	Sin diferencias, producto obtenido.	Noviembre 2020
3	Registro de parámetros agroclimáticos para la gestión del riego	Producto reemplazado	Al no implementarse la red de sensores no se puede obtener este producto, sin embargo, la gestión del riego se realizó a través de la cuantificación gravimétrica del agua consumida y curvas de	

			retención de humedad de sustratos	
4	Curvas de producción de rendimiento v/s riego	Producto Obtenido:	<p>La producción de la mayoría de las variedades analizadas no se vio afectada a en al disminuir el volumen hídrico en un 50%. La variedad San Andreas registró un 29% más de producción, en tanto que la variedad Monterrey redujo su producción en un 23% frente a la restricción hídrica.</p> <p>Valor referencial de consumo de agua por planta: 85 litros/planta /kgde fruta.</p>	Noviembre 2020



Efecto del volumen de reposición hídrica sobre el comportamiento productivo de 6 variedades de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Asteriscos indican diferencias significativas en la producción de variedades ($p < 0,05$ Duncan test).

5	Curvas de retención de humedad.	Producto Obtenido: Informativo INIA 70 %Comportamiento productivo de diferentes variedades de frutilla sobre distintos sustratos en sistema de macro túnel+	Sin diferencias, producto obtenido. Se agregaron además otros parámetros como: índice de porosidad, aireación, densidad aparente y densidad de partículas	Noviembre 2020
6-7	Manual de programación de riego.	Producto reemplazado Informativos INIA 151 %Sistema de riego para la producción de frutilla en sustrato+	Se solicitó autorización para reemplazar el manual de programación de riego, dado que ya existían publicaciones que abordan este tema, cambiándose por un informativo conteniendo información acerca de la descripción y funcionamiento de los componentes de sistema de riego en sistema de macrotúnel sobre sustrato	Noviembre 2020
8	Manual de Evaluación técnica-económica de sistema de macro túnel	Producto Obtenido: Informativo INIA 74 %Evaluación económica del cultivo de frutillas en sistema de macrotúnel sobre sustrato+		Diciembre 2020

9	Curvas de producción bajo sistema de macro túnel para tres variedades de frutilla bajo diferentes niveles de fertilización	<p>Realizado:</p> <p>Información contenida en informativo INIA 152 %Referencias Nutricionales en cultivo de frutilla variedades Albión, Monterey y San Andreas+e informativo INIA 70</p> <p>%Comportamiento productivo de diferentes variedades de frutilla sobre distintos sustratos en sistema de macrotúnel+</p>	No se incluyeron distintos niveles de fertilización dado que el cultivo es extremadamente sensible a variaciones en la suplementación nutricional. Sin embargo se incluye la evaluación productiva de las variedades sobre tres sustratos diferentes.	Diciembre 2020.
10	Curvas de evolución nutricional anual en hojas de frutilla en diferentes variedades y niveles de fertilización.	<p>Producto Obtenido; informativo INIA 152</p> <p>%Referencias Nutricionales en cultivo de frutilla variedades Albion, Monterey y San Andreas+</p>	Se han incorporado otros tejidos análisis; raíces, tallos, hojas, flores y frutos	Noviembre 2020

11	Manual de eficiencia de uso de mano de obra en sistema de macrotúnel.	<p>Producto Obtenido:</p> <p>información incluida en informativo INIA 73</p> <p>Manejo Calendarizado del cultivo de frutillas sobre sustrato en sistema de macrotúnel+</p>		Diciembre 2020
12	Manual de cultivo de frutilla en sistema de producción de macrotúnel.	<p>Producto Obtenido:</p> <p>Información disponible en los informativos de implementación de estructuras de macrotúnel, implementación y funcionamiento de sistema de riego, confección de estructuras de soporte y sustratos, plantación, fertilización y nutrición, comportamiento de diferentes variedades en distintos sustratos, manejo de enfermedades, manejo calendarizado de labores y evaluación</p>		Diciembre 2020

		económica de este sistema de cultivo		
13	Calendario de labores	Producto Obtenido: informativo INIA M Manejo Calendarizado del cultivo de frutillas sobre sustrato en sistema de macrotúnel+		Diciembre 2020

Objetivo Especifico 3. Capacitar a Productores de frutilla en las nuevas alternativas de manejo y difundir los resultados del proyecto

	Producto ofrecido (según proyecto aprobado)	Productos obtenidos	Justificación de diferencias (si las hay)	Fecha de obtención
1	3 Charlas técnicas anuales 2017	Charlas contenidas en seminario de inicio de proyecto 1) Uso de variedades y sistemas de cultivo en frutilla. 2) Cultivo de frutillas bajo macrotúnel. 3) Manejo Nutricional de frutilla		Octubre 2017
	3 Charlas técnicas anuales 2018	1) Charla técnica cultivo de frutilla en sistema de macrotúnel. Dirigida a grupos GTT, Programa transferencia Tecnológica Territorial 2) Charla técnica Programación y verificación operativa de sistema de riego+ Dirigida a Productores Frutimar		27 Marzo 2018 17 de mayo 2018

		3) Charla técnica comportamiento de variedades, Dirigida a: Prodesal san Carlos		23 noviembre 2018
	3 Charlas técnicas anuales 2019	1) Charla técnica: Manejo de plantación frutilla en sistema de macro túnel. Dirigida a: Prodesal Yervas Buenas 2) Charla técnica: Manejo de variedades de frutilla en sistema de macrotúnel Dirigida a: Prodesal Quillón 3) Charla técnica: Comportamiento varietal de frutillas en sistema de macrotúnel Dirigida a: Prodesal Santa Juana 4) Charla técnica: Aspecto de manejo sustratos y fertilización del cultivo de frutillas en sistema de macrotúnel		15 de enero de 2019 4 de junio 2019 10 de octubre 2019 17 octubre 2019

		Dirigida a: Prodesal Pelarco		
	3 Charlas técnicas anuales 2020	<p>1) Charla Técnica: "Avances en la Producción de Frutilla Hidropónica en Sistema de Macrotúneles: impacto en el comportamiento varietal y calidad de frutos"</p> <p>Dirigido a público general</p> <p>Modalidad on Line.</p> <p>2) " Producción de frutillas hidropónica sobre sustrato en macrotúneles: Comportamiento varietal en diferentes sustratos".</p> <p>Dirigido a Agricultores Taller Gore EPA, Araucania</p> <p>Modalidad on Line.</p>	<p>Durante el periodo 2020 solo se realizaron 2 charlas técnicas, dada la contingencia sanitaria, sin embargo mayor se incluyeron 4 charlas técnicas en el seminario final del proyecto.</p>	<p>4 de agosto 2020</p> <p>6 de octubre 2020</p>

2	Seminario Final	<p>4 Charlas técnicas abordando materias de</p> <p>1) fertilización</p> <p>2) manejo de enfermedades</p> <p>3) manejo de plagas</p> <p>4) Comportamiento varietal en sistema de cultivo de frutilla en macrotúnel sobre sustrato.</p>		16 diciembre 2020
3	4 días de campo	<p>Día de Campo 2018</p> <p>Estación Experimental INIA Cauquenes</p> <p>Módulo de Cultivo de frutilla en macrotúnel</p> <p>Día de Campo 2019.</p> <p>Visita de Seremi de Agricultura a modulos de Cauquenes y Pelluhue</p> <p>Día de Campo 2019</p> <p>Estación Experimental INIA Cauquenes</p> <p>Módulo de Cultivo de frutilla en macrotúnel</p> <p>Día de Campo 2020</p>		<p>18 de octubre 2018</p> <p>05 de febrero de 2019</p> <p>15 de octubre 2019</p>

			No se realizaron días de campo durante el año 2020 dada la contingencia sanitaria.	
4	2 manuales de manejo	<p>Informativo INIA 152</p> <p>Referencias Nutricionales en cultivo de frutilla variedades Albion, Monterey y San Andreas+</p> <p>Informativo INIA 71</p> <p>Identificación y manejo de enfermedades de frutilla en sistema de macrotúnel+</p> <p>Informativo INIA 73</p> <p>Manejo Calendarizado del cultivo de frutilla sobre sustrato</p>		<p>Noviembre 2020</p> <p>Diciembre 2020</p>
5	Calendarización de labores	<p>Informativo INIA 73</p> <p>Manejo Calendarizado del cultivo de frutilla sobre sustrato</p>		Diciembre 2020

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Resultado esperado (según proyecto aprobado)	Resultado obtenido	Justificación (si las hay)	Fecha de obtención
Que el proyecto establezca las bases para el incremento tanto de la productividad como del periodo de cultivo de la frutilla	Aumento de producción por unidad de superficie de 94% en comparación a cultivo al aire libre.	Ver detalle en sección 4. innovaciones o impactos científicos y tecnológicos logrados	Diciembre 2019
Aumento en la eficiencia del recurso hídrico y de la mano de obra	<p>El sistema de producción en macrotúnel permite un ahorro de 68% en la cantidad de agua necesaria para producir un kg de frutilla, frente al sistema de cultivo al aire libre</p> <p>No se evidenciaron diferencias en la velocidad de realización de labores culturales en ambos sistemas (aire libre v/s macrotúnel), Sin embargo, la ergonomía de la labor fue altamente superior en este último sistema, considerando que la cosecha se realiza de pie, en tanto que en el sistema tradicional la cosecha debe efectuarse agachado</p>	Ver detalles en informativo INIA 73	Diciembre 2020

Manuales específicos de cada etapa	<p>Informativo INIA 152</p> <p>Referencias Nutricionales en cultivo de frutilla variedades Albion, Monterey y San Andreas+</p> <p>Informativo INIA 71</p> <p>Identificación y manejo de enfermedades de frutilla en sistema de macrotúnel+</p> <p>Informativo INIA 73</p> <p>Manejo Calendarizado del cultivo de frutilla sobre sustrato</p>		Diciembre 2020
------------------------------------	---	--	----------------

Disminución del volumen de pesticidas y fertilizantes aplicados	El sistema de producción de frutilla en macrotúnel sobre sustrato disminuye en un 43% el uso de agroquímicos	El volumen de agroquímicos utilizados se reduce por efecto de aplicación localizada	Diciembre 2020
---	--	---	----------------

Agroquímicos	Sistema sobre suelo		Sistema macrotúnel	
	\$ Hectárea	\$ m ²	\$ Macrotúnel	\$ m ²
Fertilizantes	1,934,832	1,935	172,220	638
Fungicidas	282,923	283	168,250	623
Acaricida	58,575	59	5,150	19
Insecticidas	93,740	94	9,670	36
Herbicidas	66,348	66	20,600	76
Total (\$)	2,436,418	2,436	375,890	1,392

Comparación de costos en agroquímicos utilizados en la producción de frutillas en sistema tradicional sobre suelo y de macrotúnel sobre sustrato. Datos obtenidos de Odepa (2020) y generados por el proyecto. Valores expresados en \$.

4. INNOVACIONES O IMPACTOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS LOGRADOS

Innovación o impacto contemplado (según proyecto aprobado)	Innovación o impacto obtenido	Justificación de diferencia (si las hay)	Fecha de obtención
Aumento de la eficiencia de uso de agua	Se logró un ahorro de agua del 68% (L/kg de fruta) en comparación a sistemas al aire libre	Aplicación de agua localizada al sustrato en sistema de macrotúnel disminuye perdidas por evaporación y percolación	Diciembre 2019
Aumento de la producción de frutilla	<p>Aumento de producción por planta:</p> <p>Aumento de un 20% en comparación de producción por planta al aire libre.</p> <p>Aumento de densidad de plantación:</p> <p>Aumento de densidad de plantación de 100 % en comparación a cultivo al aire libre</p>	<p>1 kg/ planta en sistema de macro túnel en comparación a 0,8 kg planta en sistema al aire libre</p> <p>Sistema al aire libre</p> <p>60.000 plantas por ha, es decir 6 pl/m²</p>	Diciembre de 2019

	<p>Aumento de Producción total por unidad de superficie</p> <p>Aumento de producción por unidad de superficie de 130% en comparación a cultivo al aire libre</p>	<p>Macrotúnel: 3000 plantas en 270 m² resulta en un una densidad de 11 pl / m²</p> <p>Sistema al aire libre 6 pl/m² * 0.8 kg/pl = 4.8 kg/m²</p> <p>Macrotúnel: 11 pl/m² * 1 kg/p = 11 kg/m²</p>	
Aumento de la precocidad en la producción	<p>120 días de precocidad en sistema macro túnel: Inicio de producción mes de julio.</p> <p>Sistema de producción al aire libre inicio de producción mes de noviembre</p>		Julio 2019
Aumento en la eficiencia del uso de mano de obra	Aumento de la ergonomía de trabajadores en cosecha de pie frente a trabajadores agachados.		Diciembre 2020

6. EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES

N°	Actividad	Programada	Estado	Justificación de diferencias	Fecha de ejecución
1	Prospección edafológica en áreas productoras	2016	Reemplazada por aumento de número de unidades demostrativas	Al inicio del proyecto el PZR pidió ampliar la cobertura de beneficiarios destinándose estos recursos a la implementación de macro túneles y sistemas de riego. Ver detalles en sección anexo	Informe semestral 2
2	Implementación de red meteorológica zonal	2016	Reemplazada por aumento de número de unidades demostrativas	Al inicio del proyecto el PZR pidió ampliar la cobertura de beneficiarios destinándose estos recursos a la implementación de macro túneles y sistemas de riego. Ver detalles en sección anexo	Informe semestral 2
3	Captura de información, encuesta taller / visitas a terreno	2016	Ejecutada	Convenio firmado 26/09/2016 Inicio de actividades noviembre de 2016	Marzo 2017 Informe semestral 1

4	Determinación de áreas de producción	2016	Ejecutada	Convenio firmado 26/09/2016 Inicio de actividades noviembre de 2016	Marzo 2017 Informes semestrales 1-5
5	Planificación diseño experimental	2016	Ejecutada	Periodo de licitación - importación e instalación de macro túneles	Junio 2017 Informe semestral 2
6	Implementación de ensayos	2016	Ejecutada	Periodo de licitación - importación e instalación de macro túneles	Julio 2018 Informe semestral 3
7	Seminario de inicio de actividades	2016	Ejecutadas	Coordinación de expositores y productores	Octubre 2017
8	Manejo de Unidades experimentales	2016-2019	Ejecutada		Desde Julio 2018 a diciembre de 2019
9	Muestreo y registro de variables de cada unidad experimental	2016-2018	Ejecutada		Desde Julio 2018 a diciembre 2019
10	Charlas relacionadas a cada unidad experimental	2016-2018	Ejecutadas		Desde octubre 2017 a octubre 2020,

					detallado en la sección 3.
11	Recolección y análisis de datos primera temporada	2016-2017	Ejecutada		Abril . diciembre 2018 Informe semestral 4
11	Evaluación parcial primera temporada	2016-2017	Ejecutada	Instalación de macro túneles y época de plantación	Julio . diciembre 2018 Informes semestral 4
12	Seminario, día de campo, publicación divulgativa	2017	Ejecutada		Octubre 2017 informe semestral 2
13	Planificación de ensayos segunda temporada, ajuste de condiciones experimentales	2017	Ejecutada	Inicio de plantación primera temporada abril 2018 Termino de primera temporada noviembre 2018	Noviembre 2018 Informe semestral 5
14	Recolección y análisis de datos de segunda temporada	2017-2018	Ejecutada 2018-2019	Inicio de plantación segunda temporada enero 2019	Informe semestral 5
15	Evaluación parcial segunda temporada	2018	Ejecutada	Inicio de plantación segunda temporada enero 2019	Enero 2019

16	Análisis de datos	2018	Ejecutada		Abril . Noviembre 2020
	Días de campo	2019	Ejecutada		Detallado en sección 3.
17	Seminario Final Resultados consolidados del proyecto y publicaciones divulgativas	2019 2019	Ejecutado		Diciembre de 2020

Indicadores de cumplimiento

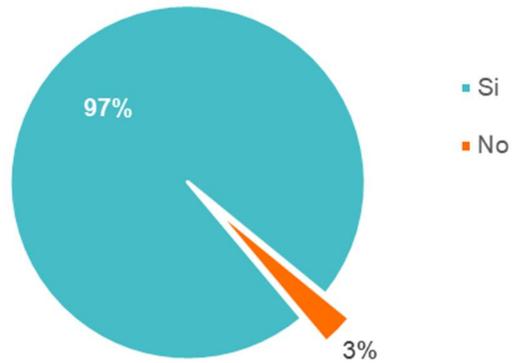
	Indicador	Meta programada	Mata alcanzada	Observaciones
1	Intención o interés de adopción de tecnología	0	97% de inscritos en seminario final contestaron afirmativamente sobre la adopción de esta tecnología. Total Inscritos 167.	Se realizara en seminario de termino de proyecto mediante encuesta a asistentes

Seminario Final



Número, porcentaje y actividad de asistentes al seminario de finalización de proyecto.

% Productores interesados en implementar tecnología de cultivo de frutillas en macro tunnel



Porcentaje de agricultores interesados en la adopción de tecnología de producción de frutillas en sistema de macrotúnel sobre sustrato

1	Aumento de producción	50 ton/ha	110 ton/ha	<p>El promedio de producción en sistema al aire libre es de 48 toneladas con una densidad de 60000 plantas por ha, lo cual implica una producción de 0,8 kg por planta o de 4,8 kg/m²</p> <p>En nuestro ensayos, el mejor tratamiento de evaluación de variedades y de sustratos promedió 1.0 kg por planta. Considerando una densidad de plantación en el sistema de macrotúnel de 11 plantas por m², se obtiene un estimado de producción de 11 kg/m²</p> <p>Lo anterior extrapolado a hectárea como unidad de producción implica una producción de 110 toneladas</p>
2	Aumento de eficiencia de uso de agua	267 lts /kg	85 litros por kg	<p>Considerando un consumo de agua promedio en sistema al aire libre de 267 litros por kg, el sistema de cultivo en macro túnel sobre sustrato registro un consumo de 85 litros lo cual supone un ahorro del 68% frente al sistema al aire libre</p>
3	Incremento de número de agricultores capacitados en los diferentes módulos de cultivo	80%	100%	<p>Todos los beneficiarios del proyecto, aparte de quienes visitan las instalaciones del proyecto han sido capacitados en las bases productivas de este sistema mediante charlas técnicas y días de campo</p>

8. METODOLOGÍA:

Objetivo Especifico 1 y 2. Evaluar técnica y económicamente la implementación de cultivo forzado mediante sistema de macro túnel

- La metodología empleada para la determinación de estándares técnicos de los resultados del proyecto se detallan en los informativos adjuntos; brevemente cada ensayo constó de diferente número de tratamientos de acuerdo a variedad, sustrato, determinación nutricional, entre otros, con una unidad experimental de 5 plantas y 3 réplicas cada uno. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y determinación de medias de acuerdo al test de Duncan.
- En la determinación de estándares económicos se realizó la cuantificación de inversiones, materiales fungibles y mano de obra para la realización de labores culturales requeridos por el sistema, se emplearon criterios de evaluación del valor actual neto y periodo de retorno de la inversión en un plazo de 10 años, considerando distintos escenarios en términos de unidades de macrotúneles implementados para este sistema de cultivo.

Objetivo específico 3: Capacitar a Productores de frutilla en las nuevas alternativas de manejo y difundir los resultados del proyecto

- La capacitación de los agricultores se llevó a cabo mediante charlas, visitas a módulos experimentales, asistencia a seminarios, y asesoría permanente en operatividad de sistemas de riego, fertilización y manejo de enfermedades y plagas, comportamiento varietal, confección de sustratos y estructuras de soporte de acuerdo a los resultados del proyecto. Se confeccionaron y difundieron informativos que resumen el manejo técnico y evaluación económica de este sistema de cultivo

10. CONCLUSIONES

El proyecto ha llevado a cabo las diferentes actividades propuestas inicialmente y entregado los productos comprometidos. Asimismo, los resultados reflejan la factibilidad técnica y económica de su implementación, lo cual ha sido sintetizado en informativos que especifican diferentes aspectos del manejo de este sistema.

Por otra parte, los agricultores asociados al proyecto recibieron la capacitación técnica para asegurar la funcionalidad de las unidades de cultivo en macrotúnel y de riego que fueron instalados en sus predios. De igual forma, el proyecto extendió sus resultados a un mayor número de agricultores interesados en la adopción de esta tecnología capacitándolos por medio de visitas a módulos experimentales, productivos, días de campo y charlas en modalidad on line. Finalmente toda la información relativa a los resultados del proyecto quedará a disposición del público general en la biblioteca digital de INIA.



Manejo calendarizado del cultivo de frutillas sobre sustrato en sistema de macrotúneles

Cristián Balbontín, Juan Hirzel, Paz Millas, Luis Devotto, Felipe Pérez - INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 73



El manejo de frutillas cultivadas en sustrato, bajo invernadero, es diferente al cultivo de frutillas realizado de forma tradicional al aire libre sobre suelo. Las principales diferencias están dadas por la preparación de estructuras y sustratos previas

a la plantación, la fecha de plantación, las labores culturales (podas, raleos de flores, aspectos de sanidad vegetal y manejo de plagas) y cosecha, así como también el manejo de la fertilización y el riego. El objetivo de este informativo es, por tanto, proveer al agricultor de una guía visual detallada en las áreas de manejo para evitar errores que pueden traducirse en pérdidas de rendimiento o la totalidad cultivo.

La información presentada en este documento fue generada en el proyecto Transferencia Mejoramiento del Cultivo de Frutilla, ejecutado por INIA, con el apoyo del Gobierno Regional del Maule, a través del Programa de Zonas de Rezago, en la Provincia de Cauquenes, entre los años 2018-2020.

De acuerdo a la fenología, las principales fases del cultivo son:

- Pre - plantación
- Plantación
- Desarrollo vegetativo
- Floración y fructificación
- Desarrollo y maduración de frutos





Referencias de concentraciones nutricionales en cultivos de frutillas variedades Albion, Monterey y San Andreas

Juan Hirzel - Felipe Pérez M. - Cristián Balbontín S., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 152

Este informativo tiene por finalidad presentar antecedentes nutricionales del cultivo de frutilla en las condiciones del secano interior y zona costera de la región del Maule. Estos pueden ser utilizados como referencia general de comparación para fines de diagnóstico nutricional en sistema de cultivo en macro túneles sobre sustrato.

En términos prácticos, cuando un agricultor necesite evaluar el estado nutricional de su cultivo de frutilla dentro de los primeros 250 días desarrollo, podrá utilizar esta referencia comparativa. Por ejemplo, en el caso de presentarse un problema dentro del cultivo que pueda ser atribuido a una causa nutricional, el productor podrá coleccionar muestras de tejido aéreo (hojas + tallos), realizar análisis de nutrientes en un Laboratorio acreditado, y comparar sus resultados con la información presentada en este Boletín. Por ejemplo, si al realizar el análisis foliar (hojas + tallos) éste muestra que la concentración de potasio en la variedad Monterey es del 1,5 % (sub óptimo, siendo el normal de 3%), este elemento deberá ser suplementado incrementando la dosis de potasio entre un 50 a 100% respecto de la dosis que está siendo usada. Después de 2 a 4 semanas

el análisis deberá ser repetido para cerciorarse de que la deficiencia ha sido corregida.

La información presentada en este documento fue generada como resultados del proyecto Transferencia Mejoramiento del Cultivo de Frutilla, que fue ejecutado por INIA, con el apoyo del Gobierno Regional del Maule a través del Programa de Zonas de Rezago, en la Provincia de Cauquenes, entre los años 2018-2020.

Materiales y métodos

Plantas de frutilla de las variedades Albion, Monterey y San Andreas del tipo frigo, fueron establecidas en 21 de enero de 2019, sobre bolsas de cultivo de fibra de coco y chips de coco en igual proporción con un distanciamiento de 8 cm. Las flores de las plantas fueron raleadas a los 20, 50, y 80 días después de plantación, comenzando la producción a los 107 días después de establecidas. El manejo del riego se realizó mediante determinación gravimétrica de la pérdida producida por evapotranspiración (determinando el peso de plantas testigo o controles).





Identificación y manejo de enfermedades de frutilla en sistema de macrotúnel

Paz Millas, Andrés France, Juan Hirzel, Luis Devotto, Felipe Pérez, Cristián Balbontín, INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 71

El sistema de cultivo de frutilla sobre sustrato en sistema de macrotúnel presenta varias ventajas en comparación al sistema de cultivo al aire libre, entre las que se encuentran una mínima presencia de malezas, nulo efecto de las lluvias, una disminución considerable en el uso de insumos como fertilizantes, agua y pesticidas, al proveer a las plantas de un espacio aislado de crecimiento, evitando pérdidas por lixiviación de nutrientes, y evaporación de agua. Además este sistema ofrece una alta eficiencia en el uso de mano de obra en labores de plantación, poda y cosecha. Sin embargo dadas las condiciones de alta humedad, temperatura y baja ventilación del macrotúnel es preciso un adecuado monitoreo y control de las enfermedades, que pueden presentarse con mayor severidad en estas condiciones.

El cultivo en sistema de macrotúnel se caracteriza por emplear una alta densidad de plantación. En este sentido, la densidad de plantación en el sistema al aire libre varía normalmente entre 5,5 a 6 plantas/m², en tanto que en el sistema de macrotúnel este número puede alcanzar las 11 o 12 plantas/m². Lo anterior plantea un serio desafío en términos de proveer una adecuada aireación entre plantas que minimice la

propagación de enfermedades fungosas. Además, se debe considerar que este sistema de cultivo se orienta a la obtención de producciones tempranas, en época invernal, por lo cual las condiciones de alta humedad ambiental pueden ser propicias para el desarrollo de enfermedades que afectan la producción.

Enfermedades de la raíz, de las hojas o las que afectan a flores y frutos se presentan tanto en el cultivo de frutilla al aire libre como también en condiciones de cultivo en el sistema de macrotúnel. Por tanto el objetivo de este informativo es proveer al agricultor de una guía referencial que otorgue las herramientas visuales de identificación temprana de las principales enfermedades que pueden afectar las plantas en este sistema de cultivo y entregar algunas alternativas de manejo cultural y/o químico que deben ser implementadas para prevenir su ocurrencia y propagación.

De acuerdo a la parte de la planta que se afecta podemos dividir a las enfermedades en aquellas que afectan a la raíz, el follaje y la fruta.





Comportamiento productivo de diferentes variedades de frutilla sobre distintos sustratos en sistema de macrotúnel

Cristián Balbontín, Juan Hirzel, Paz Millas, Luis Devotto, Felipe Pérez, INIA Quilmapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INFORMATIVO N° 70

El cultivo de frutilla hidropónica sobre sustrato en sistema de macrotúnel para la producción de fruta fresca ofrece numerosas ventajas, entre las que se encuentran: obtener producciones más tempranas, producir fruta de excelente características organolépticas, disminuir considerablemente el uso de insumos (agua, fertilizantes, pesticidas y mano de obra), además de ofrecer una mayor comodidad de en labores de cultivo y colecta de frutos, respecto al manejo convencional al aire libre. Sin embargo, este sistema también presenta desafíos al agricultor interesado en implementarlo, dado que a menudo desconoce el comportamiento de las variedades en condiciones de cultivo invernal y particularmente su respuesta al sustrato sobre el cual las plantas serán establecidas.

La conveniencia del uso de sustratos de diferente naturaleza es un tema de consulta recurrente entre los agricultores. Una de las opciones más comunes es el empleo de bolsas de cultivo de fibra de coco de diferentes marcas comerciales, no obstante el costo y la disponibilidad de éstas puede limitar la adopción de esta tecnología, por lo que es necesario evaluar otras alternativas que puedan ser implementadas. Por otra parte es importante que el agricultor tenga

conocimiento del comportamiento productivo de las diferentes variedades, para programar de mejor forma la de cosecha considerando la cantidad de fruta producida y época de obtención de frutos. En tal sentido, el presente informativo técnico tiene como objetivo mostrar el comportamiento productivo y de calidad de frutos de 6 variedades de frutilla cultivadas sobre 3 sustratos en sistema de macrotúnel.

La información presentada en este documento fue generada como resultados del proyecto Transferencia Mejoramiento del Cultivo de Frutilla, ejecutado por INIA, con el apoyo del Gobierno Regional del Maule a través del Programa de Zonas de Rezago, en la Provincia de Cauquenes, entre los años 2018-2020.

Materiales y métodos

Plantas de frutilla de las variedades Albion, Monterey, San Andreas, Sabrina, Cabrillo y Cristal del tipo frigo, fueron establecidas el primer día de febrero de 2019, sobre bolsas de cultivo de distintos sustratos con un distanciamiento de 8 cm. Las flores de las plantas fueron raleadas a los 20, 50, y 80 días después de plantación, contabilizándose





Análisis económico del cultivo de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato en la Región del Maule

Cristián Balbontín, Fernanda Rubilar, Felipe Pérez - INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 74



En Chile el cultivo de frutilla alcanza una superficie de 1.272 hectáreas, de las cuales el 44% se ubica en la Región del Maule (Odepa-Ciren 2020). En general su cultivo se desarrolla con riego localizado en camellones plastificados sobre el suelo. Estudios de INIA en la zona de Cauquenes han demostrado que es posible desarrollar este cultivo en sistema de macrotúnel bajo plástico, cultivada sobre un sustrato que le otorga condiciones óptimas de arraigamiento a la planta y evita problemas de plagas y enfermedades provenientes del suelo, aumenta la eficiencia del uso de insumos como

agua, fertilizantes y pesticidas. Este sistema permite adelantar la época de cosecha, obtener buenas producciones y al mismo tiempo obtener mejores precios fuera de temporada (Foto 1).

En este Informativo se entrega información de costos, producción, ingresos e indicadores de resultado económico que se deben considerar para iniciar este tipo de sistema de producción de frutillas fuera de su temporada habitual en la provincia de Cauquenes, Chile central.

Costos de producción y resultado económico:

Para el cálculo de los costos de producción y resultado económico se incluyeron los costos en insumos y mano de obra incurridos en la instalación y costo operativo de la producción en macro túneles. La unidad de análisis considerada fue de 1 a 5 macro túneles de 270m². La evaluación económica se estableció en un periodo de 10 años, debido al tipo de inversión inicial que se realiza en estructuras metálicas con un largo periodo de vida útil, así como las mesas y el sistema de fertirrigación que se requiere para el desarrollo del proyecto. Otros antecedentes generales para el cálculo económico fueron interés al capital de 12% según datos de INDAP para la evaluación de proyectos agrícolas, \$20.000 por jornada hombre (jH) y tipo de cambio a la fecha del análisis (1 USD= \$715 pesos).





Producción de frutillas en estructuras de soporte sobre sustratos en sistemas de macro túnel

Cristián Balbontín S. – Felipe Pérez M., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO Nº 143

En Chile el cultivo de la frutilla enfrenta importantes limitaciones para su desarrollo, debido a varios factores entre los que se encuentran el alto consumo de agua y fertilizantes, incremento de enfermedades y plagas, como consecuencia de la utilización intensiva de suelos y agroquímicos.

Una alternativa al sistema tradicional de cultivo sobre suelo, lo constituye el uso de mesas y sustratos en sistemas de macro túnel, que pueden ayudar a solucionar varios de los problemas antes mencionados.

Los macro túneles son estructuras cubiertas con plástico para controlar las condiciones ambientales, principalmente temperatura y viento, y aislar el cultivo en su interior de los efectos de lluvia excesiva.

Se ha demostrado que el uso de mesas de cultivo, en un sistema de macro túnel, facilita la realización de labores de recolección de frutos, monitoreo de plantas, podas y control de enfermedades, en tanto que la utilización de sustratos como fibra de coco, turba, cascarillas de arroz, etc., provee un soporte óptimo para el desarrollo de raíces, mejorando la aireación y temperatura del medio radicular, junto con minimizar la presencia de enfermedades e insectos en esta zona. Asimismo, aumenta la eficiencia del uso de agua y nutrientes, reduciendo pérdidas por percolación.

A continuación se presentan, algunas alternativas e instrucciones de fabricación de estructura de mesas de soporte de cultivo y usos de sustratos para el cultivo de la frutilla, para un sistema de macro túnel. Estos antecedentes son posibles gracias al proyecto "Mejoramiento del Cultivo de Frutillas" que contó con financiamiento del Gobierno Regional de Maule, a través del Programa de Zonas de Rezago, y que ejecutó INIA.



Foto 1. Estructura metálica de soporte central para el cultivo de frutilla en tres niveles.



Foto 2. Estructura metálica de soporte para el cultivo de frutilla sobre sustrato en un solo nivel.



GOBIERNO
REGIONAL
DEL MAULE



Implementación de estructuras de macro túneles para el cultivo de frutilla sobre sustrato en la provincia de Cauquenes

Cristian Balbontin S., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO Nº 65

El cultivo de la frutilla en la provincia de Cauquenes se ha desarrollado de forma tradicional en sistemas de plantación en suelo sobre camellón. Estas prácticas han funcionado de forma adecuada hasta hace unos años. Sin embargo, la escasez de terreno para realizar rotación de cultivos, la contaminación del suelo por organismos fitopatógenos, la baja disponibilidad de agua y presencia de lluvias erráticas durante el periodo de cosecha, han promovido la necesidad de implementar nuevos esquemas de producción, evolucionando hacia el cultivo en sistemas intensivos, mediante la utilización de macro túneles y de sustratos.

El uso de estos elementos presenta varias ventajas, entre ellas, el adelantamiento de la fecha de cosecha, la protección frente a eventos climáticos dañinos, ahorro hídrico, control de malezas y mejoramiento en la sanidad del sistema radicular al evitar la propagación de enfermedades fitopatógenas y de larvas rizófagas.

El proyecto INIA "Transferencia en el Mejoramiento del Cultivo de Frutillas" financiado por el Gobierno Regional de la Región del Maule, a través del Programa de Gestión Territorial para Zonas Rezagadas, contempla la instalación de macro túneles, los cuales serán establecidos en predios de agricultores beneficiarios de manera de determinar experimentalmente los parámetros críticos técnicos y económicos de la producción de frutillas en este tipo de sistema.

El modelo de macrotúnel a utilizar en el proyecto es una estructura compuesta por pilares y arcos en acero galvanizado (Foto 1). Las estructuras presentan un largo de 30 metros por 9 de ancho. Los pilares se instalan mediante un sistema de anclaje tipo barreno, enterrado a 80 cm de profundidad, con una distancia de 3 metros entre cada pilar. Estas estructuras son modulares, vale decir, pueden anexarse más estructuras, tanto a lo largo como a lo



Foto 1.

ancho. La altura a la cumbre es ajustable, con un máximo de 4,3 metros, lo que permite tener una mayor ventilación, siendo posible reducir la altura en zonas de vientos fuertes. La función principal de estas estructuras tipo macrotúnel es la obtención de frutillas fuera de temporada en estado fresco, modalidad cada vez más requerida por el público en los supermercados (Foto 2).

Cada macrotúnel utiliza como cubierta polietileno de 150 micrómetros (μm) de grosor, otorgando las siguientes características: transmisión de luz de 87%, difusión de luz de 90% y termicidad de 85%, lo cual es ventajoso en términos de producción invernal. Las características del polietileno pueden permanecer estables durante tres temporadas.



Plantación de frutillas sobre sustratos en sistemas de macro túnel

Cristián Balbontín S.- Juan Hirzel,- Felipe Pérez M., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 146

En la plantación, una de las actividades más importantes en el cultivo de frutillas, las plantas deben quedar correctamente establecidas a nivel radicular y se debe cuidar el riego para que no sufran las consecuencias del déficit hídrico. En este sentido, el uso de sustratos presenta varias ventajas en comparación al establecimiento del cultivo sobre suelo, en especial si se considera que el uso de sustratos, previene la presencia de enfermedades, plagas y semillas de malezas. Asimismo, el empleo de sustratos provee un ambiente ideal para el desarrollo de raíces, manteniendo una temperatura óptima para su crecimiento. También reduce pérdidas por percolación de agua y fertilizantes, manteniendo la humedad y los nutrientes aplicados a través del sistema de fertirrigación que son de fácil aprovechamiento para las raíces de las plantas.

Sin embargo, para tener éxito en la plantación de frutillas sobre sustratos en sistemas de macro túnel, se deben considerar algunos aspectos que, aunque simples, resultan muy relevantes, constituyéndose en una valiosa guía de trabajo para la producción de frutillas de la zona centro sur de Chile, especialmente para el área costera de Maule sur.

Aspectos claves en la plantación de frutillas sobre sustratos

De acuerdo a la experiencia generada por el proyecto "Mejoramiento del Cultivo de Frutillas" del Gobierno Regional de Maule, a través del Programa de Zonas de Rezago, ejecutado por INIA, se presentan los aspectos claves del proceso de plantación de frutillas sobre sustratos, que consideran 5 aspectos de importancia para el éxito del cultivo. Estos son: fecha

de plantación, adecuación del sustrato antes de la plantación, corte y desinfección de raíces, plantación y fertilización inicial.

■ Fecha de plantación

Uno de los objetivos de la utilización del sistema de macro túnel es adelantar la producción de frutos hacia periodos en donde se alcanzarán mejores precios. En Chile, esta situación ocurre durante el periodo invernal, principalmente en los meses de julio, agosto e inicios de septiembre.

A fin de lograr lo anteriormente señalado, la plantación, en la zona centro sur de nuestro país, debe realizarse en verano, específicamente entre fines de enero hasta la primera quincena de febrero. Se debe considerar que, durante esta etapa, y debido a las altas temperaturas estivales, las plantas pueden ser dañadas por los altos niveles de radiación y déficit hídrico. Es recomendable mantener un ambiente fresco en el invernadero, mediante una adecuada ventilación, riego y uso de malla sombreadora.

Las plantas establecidas en esta fecha demorarán un periodo aproximado de 30 a 40 días desde la plantación hasta el desarrollo de las primeras flores. A partir de este evento y dependiendo de la temperatura, la maduración de frutos ocurrirá 40 a





Sistema de riego para producción de frutilla en sustrato

Abelardo Villavicencio P. - Felipe Pérez M. - Cristián Balbontín S., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 151

En el Centro Experimental Cauquenes de INIA, se ha desarrollado un sistema de producción de frutilla en sustrato bajo macro túnel, el cual, busca optimizar el consumo hídrico, fertilización y productividad del cultivo, como una alternativa de producción invernal de frutilla. Este sistema presenta ventajas como: proveer al sistema radical de una humedad constante; lograr independencia de variables meteorológicas como la temperatura y precipitaciones invernales; reducir riesgo de asfixia radical; facilitar la automatización y programación del sistema de riego; optimizar el uso de agua y fertilizantes; asegurar el humedecimiento de toda el volumen de raíces efectivas; reducir problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo; no es necesario realizar control de malezas; aumentando los rendimientos y mejora la calidad de la producción. Sin embargo, todo este proceso de producción requiere un control estricto del riego, la fertilización y de las condiciones fitosanitarias.

Un aspecto de alta relevancia para el éxito del sistema de frutillas en sustrato, es el requerimiento de adecuados conocimientos técnicos en el manejo del cultivo de frutilla, lo que puede ser abordado, eficientemente, con un programa de capacitación previo o durante la implementación y realización del cultivo en conjunto con los productores. Así, el uso de metodologías de extensión como el "aprender haciendo", son fundamentales para que los productores adopten la tecnología y la utilicen de una manera adecuada. Por esta razón, es indispensable preparar y ejecutar un programa de capacitación integral y participativo con los productores, para disminuir la probabilidad de un mal funcionamiento del sistema de riego para producción de frutillas en sustrato.

Sistemas de producción

Para la producción hidropónica existen diferentes alternativas de sistemas de producción. En este proyecto, el sistema que se trabajó fue en sustrato, principalmente, en base a fibra de coco. Además, otros materiales y sus distintas combinaciones resultaron exitosos, tales como: turba, cascarilla de arroz, corteza de pino compostado y otros. Estos materiales se implementaron en bolsas de mangas de riego (1m de largo) dispuestos en los canales de cultivo.

Sistema de riego

Al tratarse de sistemas de riego hidropónico, el monitoreo constante de la solución de entrada y de drenaje, para determinar conductividad eléctrica y pH, son fundamentales en el manejo de la solución nutritiva y del cultivo. Existen dos alternativas de manejo, las cuales se clasifican como:

Sistemas a solución perdida: el agua de drenaje no se reutiliza en la producción. Se recomienda utilizar este drenaje en riego de otras unidades o parcelas no sometidas a cultivo hidropónico.



GOBIERNO
REGIONAL
DEL MAULE

Anexo 2. Memoria fotográfica Proyecto

Implementación de macrotúneles e instalación de estructuras de cultivo



Instalación de soportes laterales de macrotúneles. Estación Experimental INIA Cauquenes.



Instalación de soportes laterales de macrotúnel. Parcela de Humberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Instalación de arcos en macrotúneles. Parcela de Rigoberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Instalación de Macrotúnel. Parcela de Pedro Yebenez, agricultor asociado al proyecto.



Instalación de estructuras de soporte de cultivo. Parcela de Jorge Canales, agricultor asociado al proyecto.



Instalación de cubierta de macrotúnel. Parcela de Rigoberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Instalación de sistema de riego. Parcela de Marcelo Sáez, agricultor asociado al proyecto.



Habilitación de sistema de Riego. Parcela de Alberto Jara, agricultor asociado al proyecto.

Etapas de producción de frutillas en sistema de macrotúnel sobre sustrato



Labores de plantación sobre sustratos. Parcela de Humberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Labores de plantación sobre sustratos. Parcela de Jorge Canales, agricultor asociado al proyecto.



Labores de plantación sobre sustratos. Parcela de Carlos Espinoza, agricultor asociado al proyecto.



Etapa de crecimiento vegetativo de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato.



Etapa de crecimiento vegetativo de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Parcela de Humberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Evaluación de parámetros de crecimiento de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Estación Experimental INIA Cauquenes.



Evaluación de parámetros de fisiológicos de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Estación Experimental INIA Cauquenes.



Registro de eventos fenológicos de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Estación Experimental INIA Cauquenes.



Floración y fructificación de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Estación Experimental INIA Cauquenes.



Fructificación y maduración de frutos. Parcela de Humberto Moraga, agricultor asociado al proyecto.



Maduración de frutos. Estación Experimental INIA Cauquenes.

Actividades de coordinación, difusión y capacitación



Reunión de programación de actividades. Parcela de Carlos Espinoza, agricultor asociado al proyecto.



Seminario apertura de proyecto. Pelluhue, octubre 2017



Participación de agricultores asociados al proyecto en seminario internacional de hidroponía, Centro de Eventos Rosa Agustina, Olmué, octubre 2018



Actividad de capacitación en sistemas de riego. Parcela de Carlos Espinoza, agricultor asociado al proyecto, mayo 2018



Capacitación en nutrición de plantas de frutilla en sistema de macrotúnel sobre sustrato. Estacion Experimental INIA Cauquenes, junio 2018.



Charla técnica a agricultores de PDTI, Cañete. Junio 2019.



Charla técnica a agricultores de Prodesal Quillón. Junio 2019.



Charla técnica a agricultores de Prodesal Santa Juana, octubre 2019



Día de Campo. Estación Experimental INIA Cauquenes. Octubre 2019



Agricultores Frutimar asociados al proyecto. De izquierda a derecha Pedro Yebenez, Marcelo Sáez, Jorge Canales, Cristian Balbontín (INIA), Felipe Perez (INIA), Humberto Moraga, Carlos Espinoza, Alberto Jara, Rigoberto Moraga.