ISSN: 1688-9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Jornada de Divulgación

Producción de frutilla

Más tecnologías
Para la producción familiar
2da edición

DGDR
BID

Programa de Investigación en Producción Hortícola
Serie Actividades de Difusión Nº 784
15 de agosto de 2018

LAS BRUJAS

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

D.M.T.V., Ph.D. José Luis Repetto - Presidente

Ing. Agr., Mag. Mariana Hill - Vicepresidenta

MINISTERIO DE GANADERÍA
AGRICULTURA Y PESCA
REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

Ing. Agr., M.Sc. Diego Payssé Salgado

Ing. Agr. Jorge Peñagaricano

Ing. Agr. Pablo Gorriti

Ing. Agr. Alberto Bozzo

TABLA DE CONTENIDOS

Alternativas innovadoras para la producción de frutilla en el sur del país.
DGDR/INIA/COOPUNSA

Cecilia Berrueta, Erica Martínez, Gustavo Giménez

P. 3 – Antecedentes

P. 3 - Más Tecnologías segunda edición

P. 4 – Metodología

P. 5 – Resultados obtenidos

P. 5 – Experiencia 1

P. 8 – Comportamiento vegetativo

P. 8 – Monitoreo ambiental de macrotúneles

P. 9 – Experiencia 2

P. 10 – Desarrollo vegetativo

P. 11 – Condiciones ambientales en microtúneles con mallas de sombreo

P. 12 – Experiencia 3

P. 13 – Efectos de los tratamientos sobre el ambiente de los macrotúneles

P. 14 – Producción de fruta

P. 15 - Experiencia 4 – Vivero hidropónico

P.16 – Costos de instalación de un sistema de cultivo hidropónico

P. 17 – Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico identificados

P. 18 - Reflexiones finales

P. 19 - Materiales de difusión e instancias de intercambio

P. 20 - Agradecimientos

JORNADA DE DIVULGACIÓN DEL PROYECTO:

ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA PRODUCCION DE FRUTILLA EN EL SUR DEL PAIS

DGDR/INIA/COOPUNSA

Antecedentes

El proyecto ALTERNATIVAS INNOVADORAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FRUTILLA EN EL SUR DEL PAIS: CONTROL AMBIENTAL e HIDROPONÍA EN SISTEMAS PROTEGIDOS, surge de la necesidad de dar continuidad a la línea de investigación iniciada en año 2015 a partir del proyecto, "Nuevo sistema de producción de frutilla en el sur del país", apoyado por la primera edición de "Más Tecnologías, para la producción familiar", DGDR/MGAP, llevado adelante por la Cooperativa de Productores Punta del Sarandí, en conjunto con INIA Las Brujas. En dicho proyecto se validaron nuevas tecnologías para el cultivo de frutilla, apuntando a la ampliación del período de la oferta de fruta de calidad para la región sur del país. Se evaluó el resultado del uso de plantas frescas de variedades nacionales (INIA) cultivadas en microtúnel para la producción invernal y se comparó con el sistema tradicional con plantas frigo importadas. El principal objetivo fue brindar a los productores nuevas herramientas, que les permita distribuir las tareas más uniformemente, obtener mejores precios de venta y mantener los ingresos familiares más estables en el año.

Otro aspecto importante que se pretendió mejorar, fue bajar la dependencia de plantas importadas que genera el sistema de producción dominante, mediante la inclusión de nuevas variedades nacionales de frutilla adaptadas a nuestras condiciones climáticas.

Durante el proceso de ejecución del mencionado proyecto, y a partir de la interacción del equipo técnico con los productores participantes, surgió la necesidad de continuar investigando, desarrollando e implementando nuevas estrategias productivas. Estas inquietudes dieron lugar a los puntos centrales de la propuesta presentada al Más Tecnologías segunda edición, apuntando a mejorar la productividad, el resultado económico, la facilidad y distribución de tareas e ingresos, que permitan un desarrollo sostenible de las familias productoras de frutilla.

Más Tecnologías segunda edición

Este nuevo proyecto pretende validar nuevas estrategias de producción, basadas en las interrogantes y necesidades de información que demandan los productores de la zona. Se pretende profundizar en la producción de frutilla bajo estructuras de protección como macrotúneles, evaluar mallas de sombreo y sistemas de humidificación para extender el período de cosecha (aumentar la producción invernal y estival), modificando

el microclima de las plantas. Además, se analizó el sistema de producción de frutilla hidropónico, profundizando en los resultados productivos, los cambios en el manejo del cultivo y los costos asociados a esta tecnología. En los experimentos se continuó con la validación de plantas frescas de variedades de origen nacional y plantas frigo importadas.

El objetivo del trabajo fue mejorar la producción y la calidad de la oferta de frutilla, que genere un beneficio a los ingresos familiares de los productores y mejore la oferta del producto para el consumidor final. A su vez, se consideraron otros aspectos importantes que también hacen a la producción de alimentos como el cuidado de los recursos naturales y la salud humana, y aspectos que tienen que ver con la distribución de las tareas en el año que mejoren la calidad del trabajo de los productores familiares.

El enfoque del trabajo fue la investigación participativa en predios de productores. Esta experiencia conjunta permitió la interacción de los productores y sus familias con el equipo técnico de la cooperativa, el equipo de DGDR y el equipo de investigadores de INIA, desarrollando un proceso de aprendizaje individual y colectivo de todos los participantes. Se implementaron distintas instancias de discusión colectiva del avance de las experiencias de investigación como: intercambios entre productores participantes y equipo técnico en las reuniones grupales de la cooperativa, recorridas colectivas de las experiencias en los predios y reuniones de seguimiento del proyecto e instancias de difusión de resultados.

Metodología

Se realizaron experiencias de validación en tres predios familiares de la zona sur:

- *Predio 1*

  Se implantaron parcelas de validación, bajo macrotúnel y microtúnel, utilizando plantas frescas de la variedad nacional de día neutro Mayte producidas en vivero local (Porley-Morales) y plantas frigo importadas del vivero Norcal (EEUU) de la variedad San Andreas. Se evaluó la producción y calidad de fruta de las distintas variedades y tipos de plantas bajo los dos sistemas de protección de cultivos (macro y microtúnel). Se monitoreó el crecimiento vegetativo de las plantas a través del número de coronas y la ocurrencia de enfermedades y plagas. Se registró la temperatura y humedad relativa ambiente dentro de los macrotúneles.

- *Predio 2*

  Se implantaron parcelas bajo microtúnel, utilizando plantas frescas de la variedad nacional de día neutro Mayte producidas en vivero local y plantas frigo de la variedad San Andreas. Se evaluó la producción y calidad de fruta de ambas variedades y tipos de plantas bajo microtúnel con polietileno. Durante el verano, se probaron distintos colores de malla de sombreo (negro, blanco y rojo) en los microtúneles, y se

monitoreó la temperatura, humedad relativa ambiente y transmisividad de luz, bajo los distintos colores de malla.

- *Predio 3*

Se encuentra instalado un sistema de hidroponía sobre fibra de coco en sistema elevado y bajo macrotúnel, en donde se evaluó el comportamiento de plantas frigo variedad San Andreas. En el invierno se analizó la producción y calidad de fruta. Durante el verano se evaluaron dos formas de reducir la temperatura dentro de los macrotúneles, un sistema fogger de humidificación y mallas aluminizadas de sombreo, analizando su impacto en la producción. Se monitoreó la temperatura, humedad relativa y transmisividad de luz. Se observó la incidencia de enfermedades y plagas en estos sistemas.

En el predio 3 se tomó información sobre el funcionamiento del sistema hidropónico y sus costos. Además, se siguió para la colección de datos sobre vivero hidropónico de Mayte y Guapa que se llevó adelante en uno de los macrotúneles en el predio.

Se realizó seguimiento quincenal del estado general de los cultivos, cuantificando número de coronas, estado sanitario, volúmenes de frutilla cosechada y calidad de fruta. Para el monitoreo de la temperatura y humedad relativa se utilizaron sensores i-button que registraron medidas cada 30 minutos, colocados en las distintas estructuras propuestas. La transmisividad de luz se midió con un ceptómetro, que mide la luz fotosintéticamente activa en el interior y exterior de las estructuras, permitiendo el cálculo de la proporción transmitida al interior de las mismas.

La información recabada, se analizó y discutió con los productores participantes, teniendo en cuenta el impacto sobre la producción y la calidad, los costos asociados a las tecnologías y las interacciones con otros aspectos del manejo como la incidencia de enfermedades y plagas, la facilidad operativa y las condiciones del trabajo.

Resultados obtenidos

Experiencia 1

La validación se realizó en el predio de la familia Parodi ubicado en la zona de Buschental (Ruta 1 Km 46,800). Consistió en la evaluación de la producción de frutilla de plantas frescas variedad Mayte producidas en vivero local y plantas frigo variedad San Andreas de EEUU, bajo macrotúnel y su comparación con las mismas variedades cultivadas bajo microtúnel. Cada parcela evaluada de la variedad Mayte, bajo macrotúnel y microtúnel, contenía 250 plantas, que fueron plantadas a la densidad definitiva. Las parcelas de la variedad San Andreas contenía 350 plantas, plantadas a una distancia de 40 cm sobre una fila, sacando un hijo por planta. Las variedades Mayte y San Andreas se sembraron el 23 de marzo de 2017. Los macrotúneles se instalaron el 15 de julio y los microtúneles

se instalaron a mediados de abril. El macrotúnel usado aparece la figura 1, de estructura de acero galvanizado y cubierta de plástico de 200 micrones. Los microtúneles eran de alambre galvanizado con cubierta de polietileno de 80 micrones.

Figura 1. Macrotúneles de acero galvanizado con cultivo de frutilla sobre suelo.

El inicio de cosecha en la variedad Mayte fue el 18/08/17 y en para la variedad San Andreas el 20/09/2017. La producción de fruta de la variedad Mayte, en microtúnel y en macrotúnel se extendió hasta el 13/01/17, con un rendimiento total de 0,77 y 0,86 kg/planta, respectivamente. Para la variedad San Andreas, el rendimiento por planta bajo micro y macrotúnel fue de 0,79 y 1,0 kg/planta, respectivamente hasta abril inclusive (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento y período de cosecha de los distintos sistemas productivos.

Variedad	Estructura	Inicio de cosecha	Fin de cosecha	Rendimiento (Kg/planta)
San Andreas	Microtúnel	20/9/2017	16/4/2018	0,80
San Andreas	Macrotúnel	20/9/2017	16/4/2018	1,01
Mayte	Microtúnel	18/8/2017	13/1/2018	0,77
Mayte	Macrotúnel	18/8/2017	13/1/2018	0,86

En la figura 2a y b se detalla los momentos de producción para cada tipo de planta y variedad en macro y microtúnel.

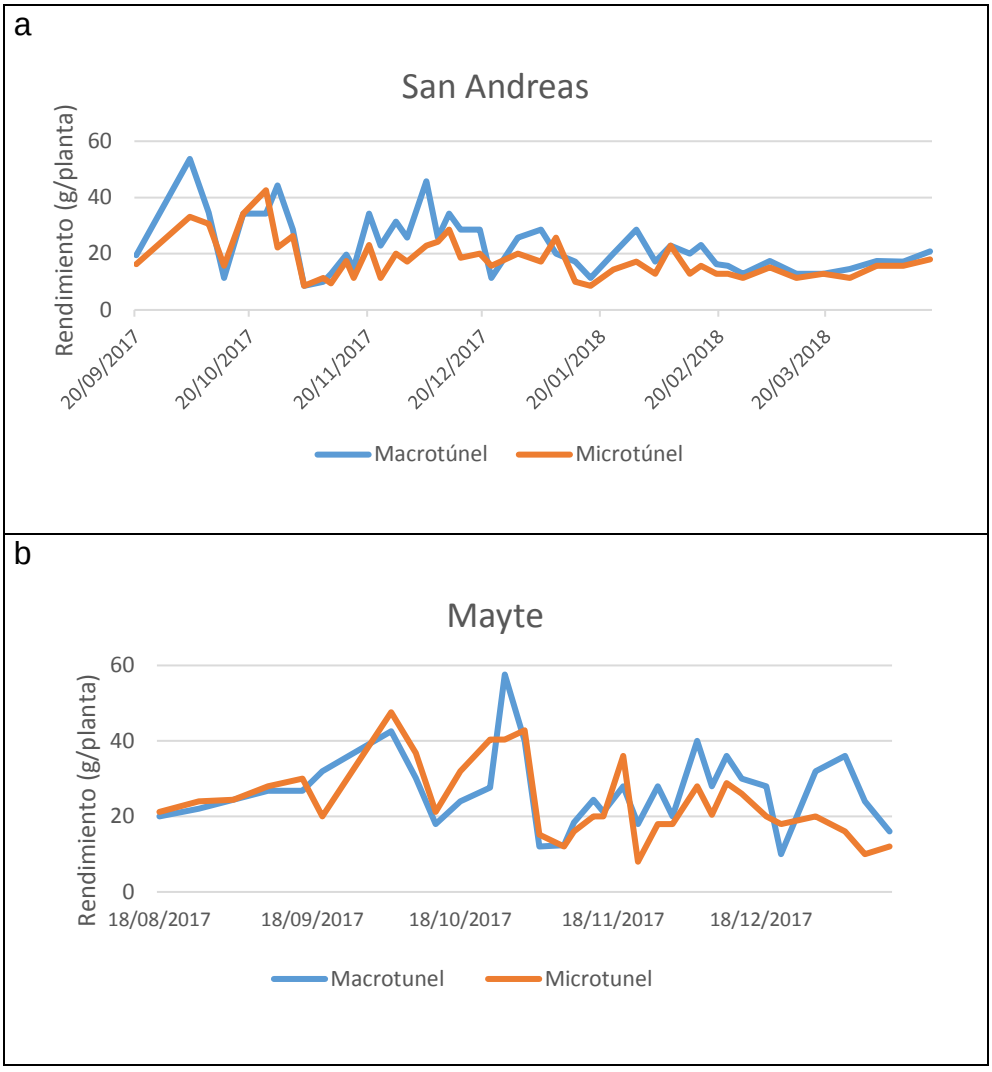

Figura 2. Producción semanal por planta en San Andreas (a) y Mayte (b) bajo micro y macrotúnel.

Figura 3. Plantas verdes de variedad Mayte bajo microtúnel el 1/9/2017.

Comportamiento vegetativo

Para la evaluación del desarrollo de coronas se seleccionaron en 6 instancias, 10 plantas al azar de cada variedad, registrándose el número de coronas (Figura 4). El número promedio de coronas desarrollas por las plantas en Mayte fue de 3,1 y la variedad San Andreas presentó 2,9 coronas por planta en diciembre de 2017.

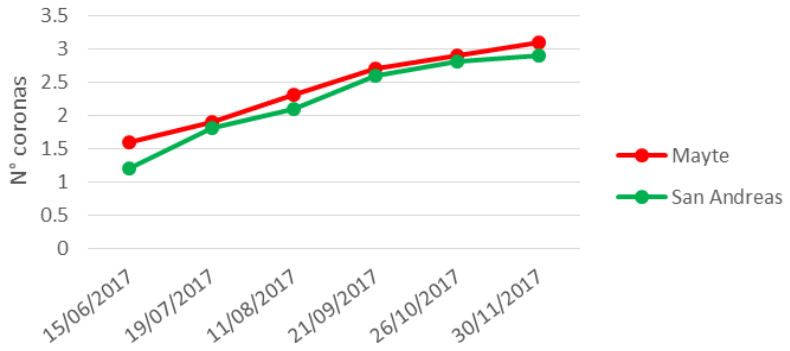

Figura 4. Evolución del número de coronas por planta en Mayte y San Andreas.

Monitoreo ambiental de los macrotúneles

La humedad relativa y la temperatura dentro de los macrotúneles fue mayor a la referencia exterior (estación meteorológica INIA LB). Las diferencias fueron más pronunciadas en las temperaturas y humedades máximas promedios, donde los macrotúneles tuvieron 10% más de humedad y 6ºC más de temperatura con respecto al exterior. Eso no ocurre con las temperaturas mínimas promedio, donde no se observa diferencia con el exterior. En promedio las temperaturas estuvieron 2ºC por encima de las exteriores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Humedad relativa y temperatura media, máxima y mínima promedio del 5/7/2017 al 19/3/2018.

	Humedad relativa		Temperatura	
	Macrotúnel	Exterior	Macrotúnel	Exterior
Media	77,7	70,5	20,2	18,1
Máximo	99,7	89,5	30,3	24,0
Mínimo	49,1	45,3	12,4	12,5

Las temperaturas máximas se diferenciaron más entre exterior e interior del macrotúnel en el período estival, donde el macrotúnel tuvo temperaturas máximas superiores a 40ºC algunos días (Figura 5).

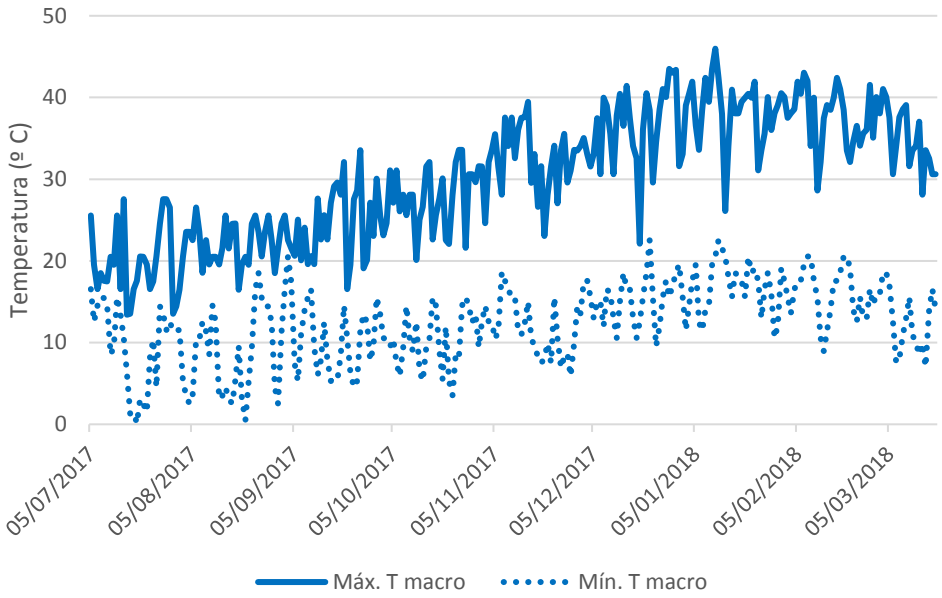

Figura 5. Temperatura máxima y mínima del macrotúnel en comparación con la exterior.

Experiencia 2

El ensayo se instaló en el predio de la familia Figueira ubicado en la zona de Buschental (Ruta 1 Km 46,800). Los dos sistemas que se compararon en el predio son los siguientes: 1) Variedad Mayte, plantas verdes producidas en el país plantadas a la densidad definitiva. Se trasplantó el 10/3/2017 y fueron cubiertas con microtúnel el 23/5/2017. 2) Variedad San Andreas, plantada a la mitad de la densidad a completar con un estolón. Plantas tipo frigo plantadas el 11 de marzo y cubiertas con microtúnel el 01/08/2017. Las parcelas de evaluación de Mayte fueron de 40 m de largo y contenían 272 plantas. Las parcelas de San Andreas fueron de 70 m de largo y 466 plantas. Los microtúneles eran de alambre galvanizado y polietileno de 80 micrones con filtro UV.

Mayte con plantas verdes comenzó la producción de fruta la primera semana de junio, mostrando una importante precocidad, produciendo fruta hasta 4 meses antes que San Andreas (Figura 6). Esto es muy interesante ya que permite acceder a precios de venta más altos y expandir el período tradicional de oferta.

Figura 6. Plantas de variedad Mayte el 18/07/2017.

Desarrollo vegetativo

Para la evaluación del desarrollo de coronas por variedad, se seleccionaron 10 plantas al azar de cada variedad, registrándose el número de coronas en 6 momentos del ciclo. El número de coronas desarrollado por planta fue similar entre los tratamientos, con un promedio de 2,9 y 2,7 coronas por planta en Mayte y San Andreas, respectivamente (Figura 7).

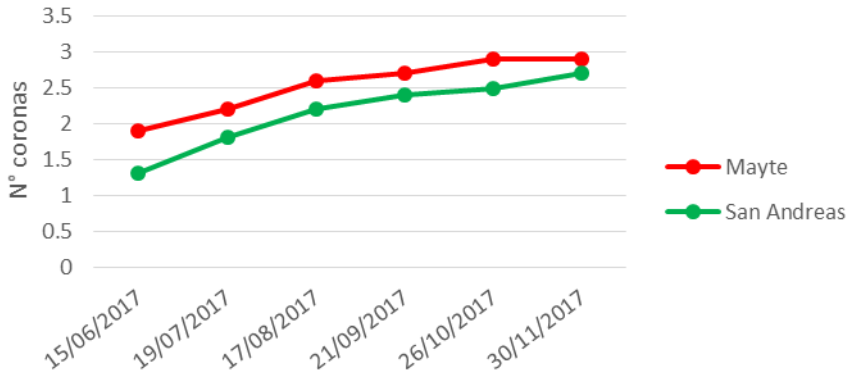

Figura 7. Evolución del número de coronas por planta en Mayte y San Andreas.

La variedad Mayte comenzó la producción de fruta el 8/6/2017 finalizando su ciclo productivo el 24/1/2018, en ese período el rendimiento fue de 1,1 kg de fruta por planta. La variedad San Andreas comenzó a producir la primera semana de setiembre, finalizando el 27 de julio, donde la producción alcanzó los 1,3 kg/planta.

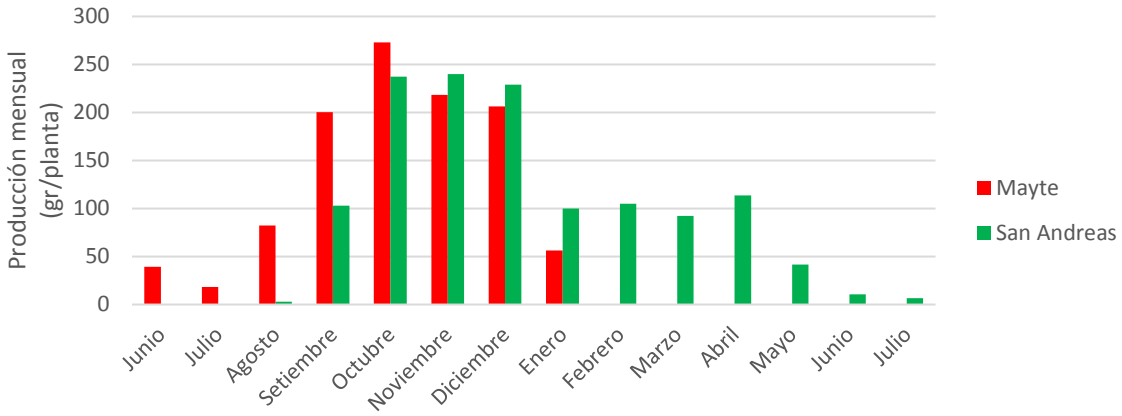

Figura 8. Distribución mensual de rendimiento para cada sistema.

Como se observa en la figura 8, la complementación de los dos sistemas productivos permitió obtener fruta durante casi todo el año. La variedad San Andreas presentó un período de cosecha extenso, produciendo mayor cantidad de fruta con buena calidad desde octubre hasta diciembre, pero también se observó una buena producción en los meses de enero a abril. Mayte comenzó mucho antes la producción (junio - setiembre) permitiendo la captación de buenos precios de venta. A partir de noviembre bajó el tamaño de los frutos.

Condiciones ambientales en microtúneles con mallas de sombreo

Se colocaron tres tipos de malla de sombreo a inicios de enero en los microtúneles, para analizar el impacto sobre la temperatura, humedad y transmisión de luz. Las distintas mallas utilizadas fueron de color blanca, roja y negra (Figura 9), que según el fabricante eran 35%, es decir que interceptan el 35% de la luz incidente según método del luxómetro.

Figura 9. Microtúneles con mallas de sombreo de distintos colores - 8/1/2018.

El sensor de temperatura colocado en la malla blanca tuvo problemas operativos durante los experimentos, por lo que solo se presentan los datos promedio para la malla

roja y negra en relación al exterior (referencia estación experimental Las Brujas) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Temperatura y humedad relativa media, máxima y mínima diaria promedio bajo microtúnel con malla roja, negra y exterior en el período 8/1/2018 al 16/2/2018.

	Temperatura (ºC)			Humedad relativa (%)		
	Malla roja	Malla negra	Exterior	Malla roja	Malla negra	Exterior
Media	24,4	24,4	23,2	75,4	79,4	65,9
Máxima	34,7	36,1	29,9	101,5	106,9	89,0
Mínima	16,0	15,8	17,0	42,1	41,9	36,8

Ambas mallas tuvieron una temperatura media similar al exterior y la temperatura máxima fue incluso superior, no mostrando resultados satisfactorios. Esto se puede asociar a que se incrementa la temperatura del material y transmite calor, sumado a que se obstruye el flujo de aire más fresco. La humedad relativa fue notoriamente mayor con las mallas, lo que también se puede explicar por el limitado flujo de aire, que impidió la salida de humedad de la transpiración de las plantas. La malla negra tuvo más humedad y temperaturas máximas más altas que la de color rojo.

En cuanto a la proporción de luz que pasa a través de la malla, la malla blanca fue muy superior al resto, ya que permitió el pasaje del 81% de la luz incidente. La malla negra y roja mostraron valores a penas superiores al 50% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Transmisividad medida con ceptómetro de las estructuras de microtúnel con tres colores de malla (17/1/2018).

Transmisividad de luz (%)		
Malla blanca	Malla roja	Malla negra
81	53	54

Experiencia 3

Se evaluó el comportamiento de plantas frigo San Andreas de origen español, todas cultivas bajo sistema hidropónico en macrotúnel (Figura 10). Se cultivó en fibra de coco (10 plantas por saco) sobre un sistema elevado, 1m del suelo. El riego fue por goteo y se fertilizó con una solución nutritiva diseñada para frutilla. Los macrotúneles fueron de acero galvanizado cubierto con polietileno 200 micrones. La fecha de transplante fue el 27/2/2017. Las plantas llegaron a noviembre con tres coronas por planta y comenzaron la cosecha el 4/9/2017.

Figura 10. Macrotúnel con cultivo de frutilla hidropónico.

En el macrotúnel 1, con 3000 plantas de San Andreas, se instalaron humidificadores tipo Fogger el 15/1/2018. Los mismos funcionaron desde las 10am hasta las 17pm, prendiendo 40 segundos cada 15 minutos. Los controles de temperatura y humedad fueron programados para medir 4 minutos después de la humidificación. En el macrotúnel 2, con la misma cantidad de plantas, se retiró el nylon del macrotúnel el 4/12/2017 y se colocó malla de sombreo aluminizada 45%, la misma se retiró el 10 de marzo.

Efecto de los tratamientos sobre el ambiente de los macrotúneles

Se midió la transmisividad en distintos macrotúneles con diferentes materiales de cobertura con ceptómetro (Cuadro 6).

Cuadro 6. Transmisividad de los macrotúneles con distintos materiales de cubierta (17/1/2018).

Transmisividad de luz (%)		
Polietileno 200 mic.	Malla aluminizada (sin polietileno)	Malla negra (con polietileno)
71	64	52

Se monitoreó la temperatura y la humedad relativa con sensores cada 30 minutos en el macrotúnel con humidificación, malla aluminizada (sin polietileno) y un testigo solo con polietileno. En los cuadros 7 y 8 se observa la temperatura y humedad relativa promedio para los tres casos analizados. La malla aluminizada bajó en promedio 1,2ºC con respecto al fogger y las máximas fueron menores con la malla. La malla bajó la temperatura media 1,8ºC en relación al polietileno y la temperatura máxima se redujo 5ºC (Figura 11). El fogger no redujo la temperatura media y redujo 2,6ºC la máxima con respecto al polietileno. La humedad relativa fue más alta en el caso del macrotúnel con malla.

Cuadro 7. Temperatura media, máxima y mínima del ambiente en los macrotúneles con fogger, malla y polietileno.

Temperatura (ºC)	Fogger con polietileno	Malla sin polietileno	Polietileno
Promedio	24,9	23,7	25,1
Máxima	36,5	34,2	38,9
Mínima	16,0	15,4	15,6

Cuadro 8. Humedad relativa media, máxima y mínima del ambiente en los macrotúneles con fogger, malla y polietileno.

Humedad relativa (%)	Fogger con polietileno	Malla sin polietileno	Polietileno
Promedio	72,6	75,5	74,4
Máxima	98,0	101,8	99,8
Mínima	41,4	42,5	38,3

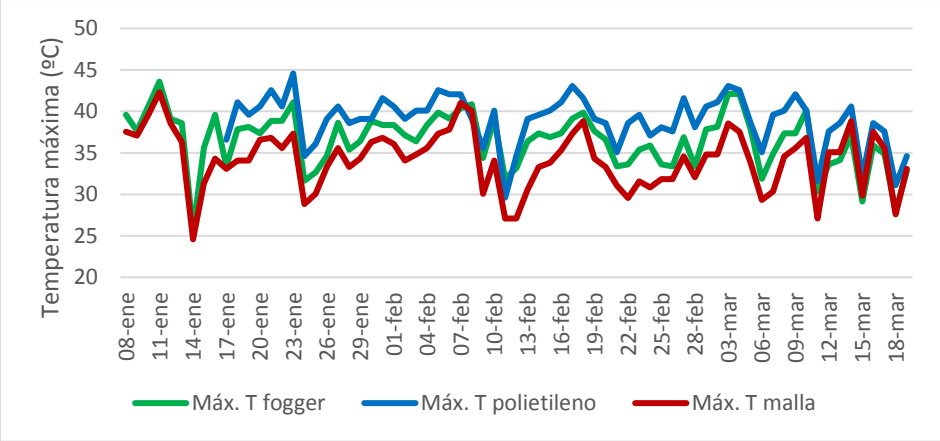

Figura 11. Temperatura máxima en los macrotúneles con fogger, malla y polietileno.

Producción de fruta

Las curvas de producción acumulada muestran rendimientos muy similares hasta enero, momento en el cual el manejo difirió entre los macrotúneles, con la colocación de humidificadores en uno y malla de sombreo en el otro (Figura 12). El macrotúnel en el cual se quitó el polietileno y se sustituyó por malla de sombreo, obtuvo mayor rendimiento en el período comprendido entre el 18/1/2018 y el 25/4/2018. El rendimiento total desde inicio de cosecha hasta el 25/4/2018 fue de 0,99 Kg/planta en el macrotúnel con malla y 0,94 Kg/planta para el que tuvo humidificadores.

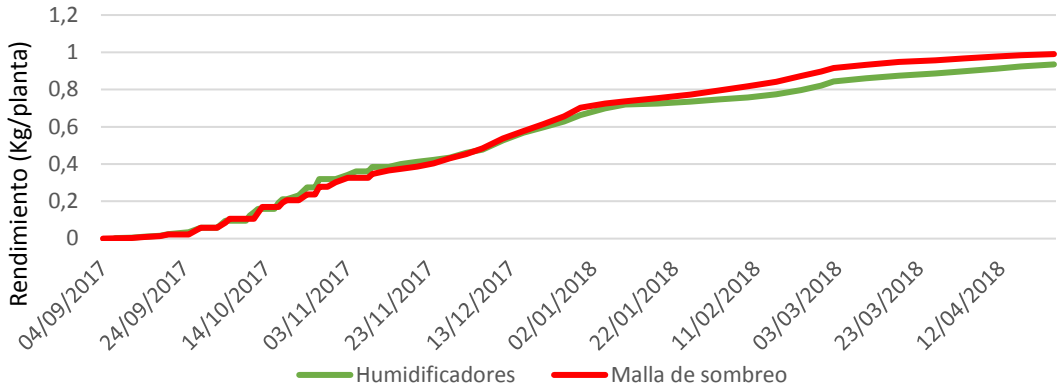

Figura 12. Rendimiento total por planta para los tratamientos con humidificación y mallas aluminizadas.

Experiencia 4 – Vivero hidropónico

El vivero de la variedad Mayte bajo macrotúnel, se instaló a inicios de octubre de 2017, a partir de plantas saneadas provenientes de INIA Las Brujas. El sistema utilizado fue hidroponía con sacos de fibra de coco, igual que en los cultivos hidropónicos antes mencionados. A fines de noviembre, se detectaron problemas de oídio, el cual fue combatido rápidamente mediante la aplicación de leche con aceite mineral. El rendimiento promedio de plantas hijas por cada planta madre fue de 17,6 al 12/1/2018.

Figura 13. Vivero instalado sobre mesadas con sacos de fibra de coco, 19/10/2017.

Figura 14. Vivero con producción de estolones, 29/11/2017.

Figura 15. Plantines transplantados a vasos de plástico con turba, 5/4/2018.

La principal enfermedad que se observó en todas las experiencias realizadas, afectando a la variedad Mayte (en el vivero y la fase productiva) fue la infección por oídio. Dicha enfermedad se controló mediante la aplicación de leche con aceite de soja o mineral, además de fungicidas recomendados para dicho patógeno.

Costos de la instalación de un sistema de cultivo hidropónico

Los costos de instalación de un sistema completo hidropónico del tipo considerado en la experiencia 3 asciende a U$S 6437 (módulo de 26 x 7,2 m, con capacidad para 1600 plantas). A continuación, se detallan los costos de los diferentes componentes del sistema. De acuerdo a la vida útil de cada material el costo de amortización anual es de U$S 640 anuales. No se consideró en estos cálculos el costo de mano de obra de instalación de todo el sistema ni el costo de instalación de fertirriego, por la enorme variación de sistemas disponibles y costos.

Macrotúnel

El costo por m^2 de macrotúnel de acero galvanizado y cubierta plástica de 200 micrones es de U$S 9. Para un módulo de 26 x 7,2 m, con capacidad para 1600 plantas de frutilla, el costo es de U$S 1685.

Estructura y sustrato (para 1600 plantas)

Materiales	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo total (U$S)
Canal hidropónico	156	10,5	1638
Pata click	84	13,4	1126
Tapón canal	6	11,7	70,2
Terminal canal con bajante	6	11,7	70,2
Fibra de coco - sacos 100*18*12 cm con 12 boquetes	151	5,25	792

Las cantidades descriptas corresponden a los materiales necesarios para la instalación de cultivo hidropónico en un módulo de invernadero con pata click cada 2 m.

Riego

Materiales	Cantidad	Costo unitario (U$S)	Costo total (U$S)
Bomba monofásica 220 v	1	840	840
Filtro de malla 1” 1/2	1	65,3	65,3
Tubo de 40 mm	1	0,88	0,88
Tubo de 20 mm	256	0,4	102,4
Microtubos	65	0,23	14,95
Goteros	104	0,26	27,04
Piquetas	104	0,046	4,8

El cálculo corresponde a la instalación de un sistema de riego para un módulo de macrotúnel, instalando 6 líneas de canales hidropónicos de 26 m cada uno.

Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico identificadas

El sistema hidropónico tiene múltiples ventajas, una de ellas es la mayor densidad de plantas que se puede cultivar por unidad de superficie. Con el sistema usado es posible cultivar 85500 plantas/ha mientras que a campo con alta densidad se cultivan 44400 pl/ha. Esto indica que, manteniendo los rendimientos por planta, como sucedió en la experiencia 3, el rendimiento casi se duplica por unidad de superficie. El sistema elevado, según la opinión de los productores que lo utilizan, implica un cambio sustancial en la postura de trabajo, lo que facilita las tareas de manejo de plantas y

cosecha. Este sistema también, por la lejanía del suelo, facilita la ventilación y reduce la incidencia de enfermedades causadas por hongos y por ende el uso de agroquímicos. Además, no requiere el control de malezas, lo que reduce las necesidades de mano de obra, uso de herbicidas y por ende costos. Si bien el sistema presenta numerosas virtudes también tiene algunas desventajas como: altos costos de inversión inicial, exige conocimiento y elementos de monitoreo de condiciones de humedad, pH, conductividad, entre otros. Cualquier error en el riego, fertirriego y calidad de agua tiene impactos muy significativos en el cultivo por lo cual se considera de alto riesgo. La hidroponía en frutilla, por su alta sensibilidad a la salinidad, exige alta calidad de agua para riego, con valores bajos de conductividad eléctrica. Dada los numerosos riegos y fertirriegos, requiere un control continuo y gran cantidad de agua y fertilizantes, que elevan los costos de producción.

Reflexiones finales

Producción precoz de fruta

Al igual que en el proyecto más tecnologías 1er. Edición, se encontró que la inclusión de plantas verdes nacionales de la variedad INIA Mayte complementando a San Andreas frigo, hace posible expandir el período de oferta de fruta entre 3 – 4 meses. La precocidad de INIA Mayte permite comenzar la cosecha en junio. Esta complementación permite una producción de fruta más sostenida durante el año, aprovechando precios de venta más altos.

El macrotúnel presentó mayor rendimiento que el microtúnel (se incrementó 210 g/planta en San Andreas y 90 g/planta en Mayte), pero tiene un costo de instalación tres veces mayor. El macrotúnel, considerando una vida útil de 15 años, tiene un costo anual de 0,6 US$/$m^2$. El microtúnel (considerando una vida útil de 4 años) tiene un costo de anual de 0.23 US$/$m^2$. Hay que destacar que el microtúnel demanda mayor mano de obra para la ventilación (abrir y cerrar los túneles), que el macrotúnel no requiere.

Herramientas para reducir la temperatura y aumentar la productividad durante el verano

Las mallas en microtúneles no redujeron la temperatura ambiente y aumentaron la humedad relativa. Esto puede llegar a ser contraproducente, dependiendo de los valores absolutos de temperatura y humedad, al reducir la transpiración de las plantas y el efecto refrigerante de la misma sobre la temperatura de las hojas. Además, reducen sustancialmente la luminosidad y por ende afectan negativamente la fotosíntesis de las plantas. No se pudo evaluar el efecto de la malla blanca sobre la temperatura ambiente.

En macrotúnel, la sustitución de polietileno por malla aluminizada produjo una reducción de la temperatura. Al sacar el polietileno cuando se colocó la malla, no redujo tanto la luminosidad. El macrotúnel con malla tuvo un rendimiento levemente mayor que el macrotúnel con polietileno y fogger. El uso de fogger con la cubierta de polietileno

bajó la temperatura, pero en menor medida que la malla. Sin embargo, cabe considerar que es necesario el ajuste de la frecuencia de humidificación, de manera tal de mantener temperaturas más bajas, con pulsos más frecuentes. Esto podría mejorar los resultados de esta herramienta.

Materiales de difusión e instancias de intercambio

Durante la ejecución del proyecto, se realizaron jornadas de intercambio en cada uno de los predios donde se encontraban instalados los ensayos, además se elaboraron materiales de difusión de los avances generados. El día 7 de agosto de 2017, se realizó una jornada de recorrida e intercambio por el ensayo de cultivos de frutilla de la variedad Mayte y San Andreas bajo microtúnel, en el predio de la familia Figueira. Participaron productores y técnicos de la Cooperativa, el productor compartió información sobre el comportamiento de las variedades de frutilla y los manejos realizados. Se relevaron las opiniones de los participantes sobre el comportamiento de ambas variedades bajo microtúnel, principalmente sobre rendimiento precoz, calidad y sanidad. El día 18 de diciembre de 2017, se realizó una jornada de recorrida e intercambio, en el predio de la familia Parodi donde se encuentran instalados los ensayos de cultivo de frutilla bajo macrotúnel. Participaron productores, técnicos de la COOPUNSA y de la DGDR. El día 30 de mayo de 2018, se realizó una jornada de recorrida e intercambio, en el predio de la familia Morales donde se encuentran instalados los ensayos de cultivo de frutilla en hidroponía bajo macro túnel. De la misma participaron productores y técnicos de la COOPUNSA y de la zona, así como técnicos de la DGDR. Se elaboraron dos gacetillas informativas: Avances de proyecto. Gacetilla DGDR/MGAP N° 20 setiembre/2017 y Gacetilla N° 24 junio/2018.

El seguimiento de proyecto fue llevado adelante en las reuniones quincenales entre productores y técnicos, así como reuniones del comité de seguimiento integrado por técnicos de la cooperativa, DGDR y delegados de la cooperativa.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los productores de la cooperativa y vecinos de la zona que participaron en la ejecución trabajo, así como también al equipo técnico de DGDR/MGAP, técnicos vinculados a Coopunsa e INIA, por la construcción colectiva de estos resultados que inspiran nuevas interrogantes y desafíos.