



El Primer Invernadero de **Alta Tecnología** para el **Cultivo de Tomate en Colombia** y sus Consideraciones Generales de Manejo

Módulo **5** Sanidad del Cultivo



DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERNADERO INNOVADOR DE ALTA TECNOLOGÍA QUE APALANCARÁ E IMPULSARÁ EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CULTIVO DE TOMATE EN EL SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO.

Copyright:

© 2024 Sáenz Fety S.A.S.

Todos los derechos reservados.

Primera edición

Bogotá D.C., diciembre de 2024

Edición:

[Hernán Javier Monroy](#)

Director Técnico Hortalizas Sáenz Fety

[Rodrigo Gil Castañeda](#)

Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia

[Lady Diana Arias](#)

Pasante universitario del Centro de Innovación y Desarrollo (CID), Sáenz Fety - Universidad Nacional de Colombia

[Andrés Sáenz Merino](#)

Director de Proyectos e Innovación Sáenz Fety

[Carlos Méndez](#)

Coordinador Centro de Innovación y Desarrollo (CID), Sáenz Fety

[Juan David Rosero](#)

Ingeniero agrónomo del Centro de Innovación y Desarrollo (CID), Sáenz Fety

Corrección de estilo:

[Laura Alfonso Villamarín](#)

Gestor de comunicaciones Sáenz Fety

Diseño y diagramación:

En Algún Lugar Estudio S.A.S.

Fotografías e imágenes:

Sáenz Fety

SÁENZ FETY S.A.S. | Tel: +57 (601) 674 0055

Cel: +57 311 516 9295 | info@saenzfety.com

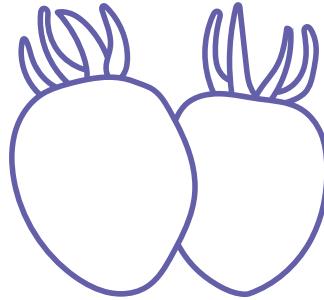
Oficina Principal:

Calle 127A # 7 – 19 Of. 401 - Bogotá D.C.

Centro Logístico:

Km 1.5 Vía Funza – Siberia, Parque Industrial San Diego, Bodega C3, Funza, Cundinamarca. Colombia, Sur América

*Queda prohibida la reproducción total o parcial de este ejemplar por cualquier procedimiento sin la autorización del titular de los derechos patrimoniales.



DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERNADERO INNOVADOR DE ALTA TECNOLOGÍA QUE APALANCARÁ E IMPULSARÁ EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CULTIVO DE TOMATE EN EL SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO.

Esta publicación ha sido elaborada por el Departamento de Innovación, Investigación y Desarrollo de Sáenz Fety S.A.S. con el apoyo de la facultad de Ciencias Agrarias (sede Bogotá) de la Universidad Nacional de Colombia y el financiamiento del Ministerio de Ciencias Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias).

Autores:

Hernán Javier Monroy
Ingeniero Agrónomo
Director Técnico Hortalizas - Sáenz Fety

Rodrigo Gil Castañeda
Ingeniero Agrónomo
Profesor Asociado - Universidad Nacional de Colombia



2024

¿Quiénes somos?

Somos una empresa colombiana con más de 70 años de experiencia, dedicada a la importación y distribución de insumos para el sector agropecuario del país, dentro de los cuales se destacan semillas, productos para la nutrición animal, sustratos, entre otros.

¿Qué hacemos?

Sáenz Fety se dedica a proporcionar a ganaderos y agricultores las mejores alternativas en insumos de alta tecnología e innovación a través de nuestras tres líneas especializadas **Agro, Bio y Pecuaria**. Nuestro compromiso es brindarles herramientas avanzadas y eficientes que les permitan alcanzar un rendimiento óptimo en sus actividades agrícolas y pecuarias.

Propósito:

Aportar al sector agropecuario colombiano desde la innovación, el desarrollo y la transferencia de conocimiento, para empoderar a los productores a que sean más sostenibles económica, ambiental y socialmente.





Nuestro portafolio

	Semillas	Sustratos	Insumos
	Cultivo Profesional Baby Leaves Aromáticas Microgreens Huerta Casera Césped (Ornamental - Deportivo)	Cocos Turbas	Bandejas para germinación Macetas para hidroponía Macetas ornamentales
	Semillas para producción de forraje	Inoculantes para ensilaje	Nutrición Animal Lactoreemplazadores para:
	Clima Cálido Clima Frío Maíces Sorgos	MAGNIVA	Terneras Lechones Potros
	Coberturas	Trampas cromáticas para plagas	
	Agribon® Pinturas para invernaderos	Monitoreo Trampeo masivo	

**¡Escanea para descubrir toda la información que tenemos para ti!
Conoce nuestro portafolio, sus recomendaciones de uso y contacta
a nuestro asesor técnico de tu zona:**



¿Qué hacemos en nuestras líneas especializadas?

▶ AGRO

- Identificar las mejores variedades de semillas para las condiciones colombianas.
- Aprender el manejo óptimo de cada material.
- Transferir el conocimiento adquirido al productor.

▶ PECUARIA

- Encontrar materiales que aumenten la productividad de la ganadería de carne y leche.
- Fomentar la productividad ganadera disminuyendo la deforestación.
- Incrementar la sostenibilidad del sector ganadero colombiano.

▶ BIO

- Innovar en alternativas de control biológico de plagas y enfermedades.
- Promover la inocuidad de la producción agropecuaria.
- Aportar al desarrollo sostenible de los agro-ecosistemas.

▶ CENTRO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO - CID

- Adaptar modelos de producción a partir de la investigación.
- Transferir el conocimiento adquirido a agricultores y ganaderos para mejorar sus estándares de producción.
- Ser pioneros en el uso e implementación de agro-tecnologías.

El Centro de Innovación y Desarrollo (CID) - Sáenz Fety

En el Centro de Innovación y Desarrollo (CID), nos dedicamos a impulsar el éxito económico de los productores a través de la investigación y desarrollo de técnicas innovadoras para el uso y manejo de semillas forrajeras, hortalizas e insumos agropecuarios.



Nuestro objetivo es encontrar soluciones que se adapten a las necesidades de los productores, ofreciendo insumos de alta calidad y maximizando el rendimiento de los cultivos.

Aportar al sector agropecuario colombiano desde la innovación, el desarrollo y la transferencia de conocimiento, para empoderar a los productores a que sean más sostenibles económica, ambiental y socialmente.

Un espacio creado para la investigación de la adaptabilidad, uso y manejo de semillas y cultivos de forrajes, hortalizas e insumos agropecuarios; con el fin de garantizar la calidad de nuestros productos a los clientes y el éxito en su actividad económica.

Transferir conocimiento de generación en generación es la única manera de especializar y modernizar el sector agropecuario en Colombia.

Por ello, en el Centro de Desarrollo e Innovación tenemos los siguientes pilares:



Catálogo vivo.



Investigación y desarrollo.



Centro de transferencia de conocimiento.

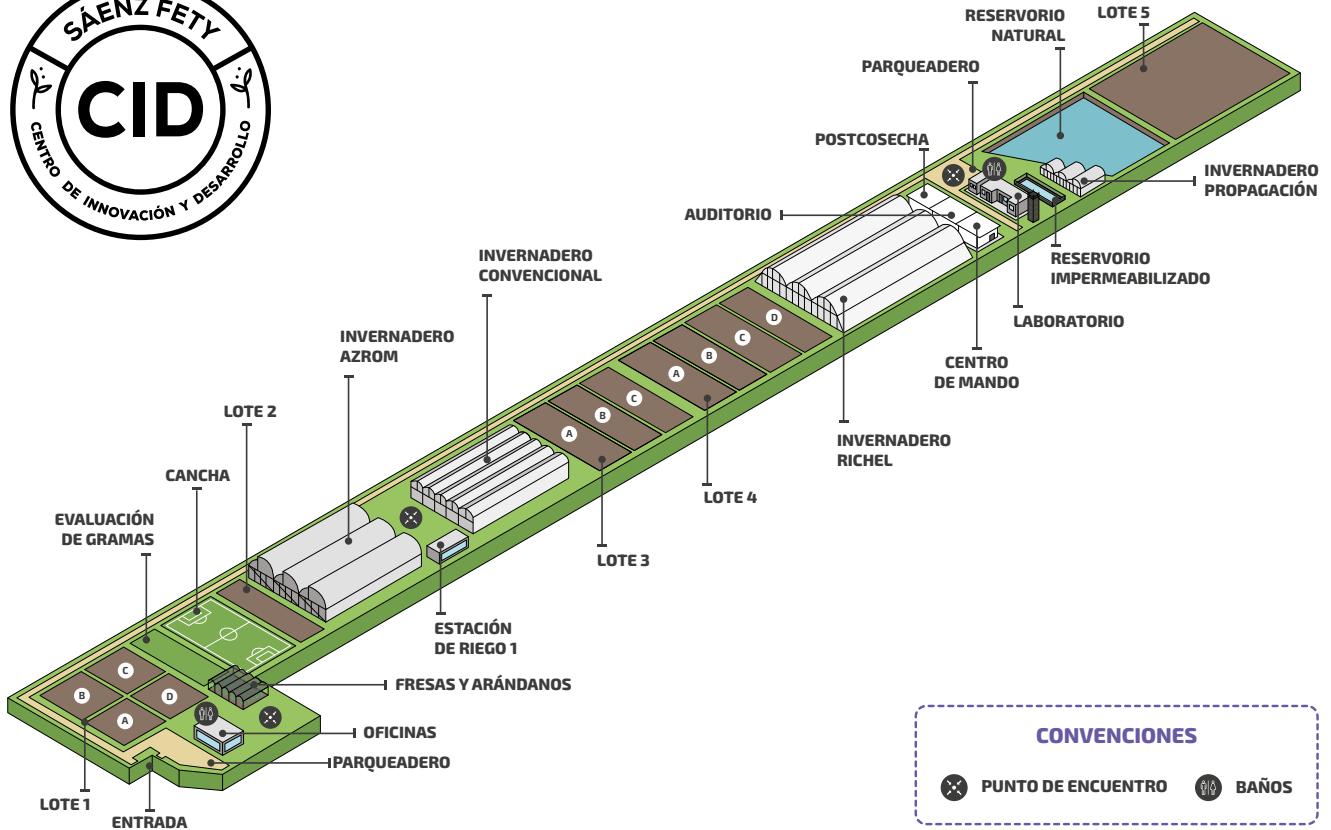


Mix experiencia agropecuaria en Colombia.

Información General del CID

- **Ubicación:** Funza, Cundinamarca.
- **Temperatura media:** 14°C
- **Altitud:** 2,550 m.s.n.m.
- **7 Hectáreas** de Investigación.
- **+500** variedades de hortalizas y forrajes de clima frío.
- **Tipo de suelo:** Franco Limoso.
- **Pluviosidad:** 800 mm/año.

Mapa Instalaciones





Sobre los autores

Hernán Javier Monroy



Hernán Monroy es **Ingeniero Agrónomo** de la Universidad Nacional de Colombia, con **18 años de experiencia en el área técnica y de innovación y desarrollo** del sector hortícola. Posee amplios conocimientos en el desarrollo técnico e introducción comercial de nuevos productos de frutas y hortalizas en el mercado colombiano.

Cuenta con una destacada trayectoria en la asesoría técnica de cultivos, entre los que se incluyen tomate, pimentón, lechuga, zanahoria, cebolla, melón y papaya, entre otros. Asimismo, tiene experiencia en el manejo de sistemas hidropónicos y conocimientos especializados en la automatización, control climático y fertirriego en invernaderos.

Rodrigo Gil Castañeda



Rodrigo Gil Castañeda es **Ingeniero Agrónomo y Magíster en Geomática** de la Universidad Nacional de Colombia. Obtuvo el título de **Doctor en Ingeniería de Biociencias** en la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica. Cuenta con más de **17 años de experiencia en el sector hortícola**, destacándose en los campos de la investigación y la docencia.

Como docente universitario, ha impartido cursos sobre nutrición vegetal, cultivos bajo invernadero y sistemas de producción hidropónicos. En su faceta como investigador, se ha enfocado en evaluar el impacto de nuevas tecnologías aplicadas al sector agrícola, con especial atención al uso de ambientes protegidos para la producción hortícola. Además, ha trabajado en el desarrollo de modelos que representan fenómenos como la transpiración, el crecimiento vegetal y el movimiento del agua en el suelo, analizando cómo estos afectan procesos relevantes, como la contaminación por nitratos en aguas subterráneas.

Recientemente, se integró como profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, donde lidera el área de producción de hortalizas.

Contenido





DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INVERNADERO INNOVADOR DE ALTA TECNOLOGÍA QUE APALANCARÁ E IMPULSARÁ EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CULTIVO DE TOMATE EN EL SECTOR AGRÍCOLA COLOMBIANO.

El Primer Invernadero de Alta Tecnología para el Cultivo de Tomate en Colombia y sus Consideraciones Generales de Manejo

Módulo 1

- **El invernadero**

Módulo 2

- **Control climático**

Módulo 3

- **Cultivo en sistema hidropónico en sustrato**

Módulo 4

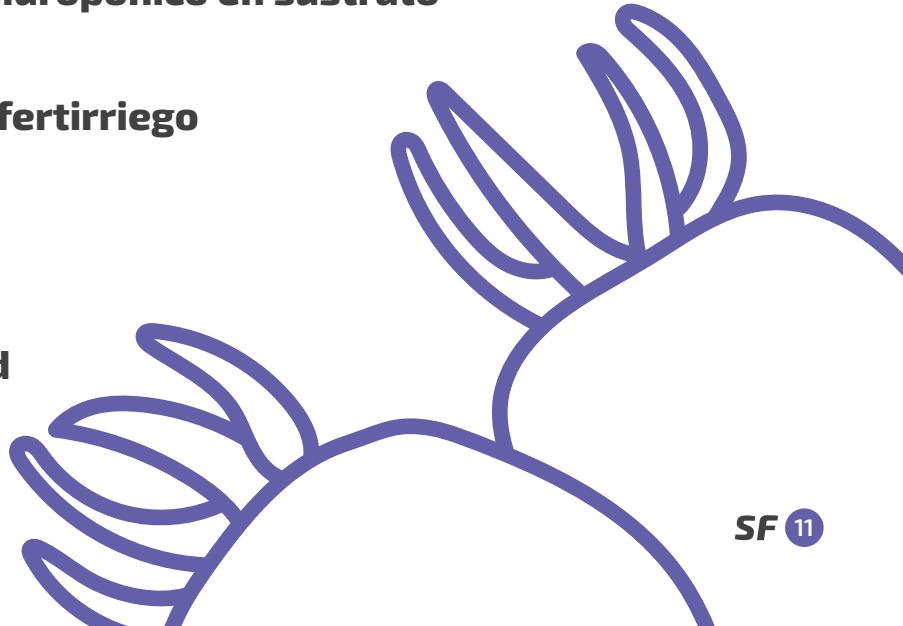
- **Automatización del fertirriego**

Módulo 5

- **Sanidad del cultivo**

Módulo 6

- **Producción y calidad**



Introducción

El consumo de hortalizas ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la creciente tendencia mundial hacia una alimentación balanceada, orientada a mejorar la salud y la calidad de vida. Este aumento en la demanda de hortalizas y frutas ha impulsado avances importantes en los campos genético y comercial. **Hoy en día, se desarrollan cultivares con mayor productividad, resistencia a problemas fitosanitarios y mejores características organolépticas**, ofreciendo tanto a productores como a consumidores una amplia variedad de opciones adaptadas a sus necesidades.

Para satisfacer esta creciente demanda, los sistemas de producción han evolucionado gracias al uso de tecnología avanzada. Esto ha permitido **optimizar los procesos, incrementar la eficiencia y proporcionar ventajas competitivas** que aseguran una mayor participación en el mercado.

El tomate, una de las hortalizas más consumidas a nivel mundial, destaca como un ejemplo clave. **En países como Estados Unidos y Países Bajos, donde los sistemas de producción son altamente tecnificados, se alcanzan rendimientos excepcionales de 80 - 100 kg/m² por año**, cumpliendo con altos estándares de calidad e inocuidad. En contraste, en países de Centroamérica, con niveles tecnológicos intermedios, los rendimientos oscilan entre 60 - 80 kg/m² por año. **En Colombia, la producción anual varía en un rango de 10 - 16 kg/m² debido al limitado uso de tecnología.**

Sáenz Fety, reconocido como un **líder en innovación hortícola en Colombia**, ha introducido durante más de treinta años cultivares mejorados de hortalizas. Estas iniciativas tienen como objetivo **ofrecer opciones innovadoras y de alto desempeño agronómico y comercial.**





El desarrollo de nuevos productos ha incluido tecnología avanzada y mejoras en los sistemas productivos, destacando que el éxito del cultivo depende en un 50% de la selección adecuada de la semilla o variedad, y en un 50% del ambiente y manejo.

En colaboración con la Facultad de Ciencias Agrarias (sede Bogotá) de la Universidad Nacional de Colombia y el financiamiento de Minciencias, mediante el proyecto **CNBT: 0463-913-93763**. Sáenz Fety construyó el **primer invernadero de alta tecnología para el cultivo de tomate en Colombia**. Este proyecto combina elementos de los sistemas holandés, francés e israelí, logrando **optimizar el uso de recursos, incrementar la producción y mejorar la calidad del producto**.

El objetivo general del proyecto es mejorar significativamente los procesos productivos de cultivo de tomate en el sector agrícola colombiano, por medio del diseño, desarrollo e implementación de un sistema de invernadero altamente innovador.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- 1 Diseñar el nuevo sistema de invernadero.
- 2 Desarrollar el nuevo sistema de invernadero.
- 3 Implementar el nuevo sistema de invernadero.
- 4 Validar por medio del primer ciclo productivo el nuevo sistema de invernadero.

Uno de los principales logros fue la **elaboración y sometimiento de un artículo científico** titulado ***Evaluation of novel agricultural techniques for enhancing crop production in high-elevation tropical Andean*** en la revista **Engineering in Agriculture, Environment and Food**. Este artículo explica de manera técnica y detallada las investigaciones realizadas y las comparaciones del uso de **baja, media y alta tecnología en la producción de tomate en Colombia**.

Adicionalmente, se sometió el resumen de un segundo artículo titulado ***Insights into Fertigation in Systems with Organic Substrates: Lessons Learned in the High Andean Tropics*** para ser candidato a presentación en el simposio ***GreenSys2025 - International Symposium on Advanced Technologies and Management for Sustainable Greenhouse Systems*** de la revista ***Acta Horticulturae***. Ambos sometimientos ocurrieron en el mes de diciembre de 2024.

Como complemento a estas producciones científicas, se presenta este compendio de publicaciones divulgativas, cuyo objetivo es resumir y facilitar la comprensión de dichos resultados. Este material, diseñado como una serie de documentos divulgativos denominados módulos, está **dirigido a agricultores, asistentes técnicos y profesionales del sector hortícola**. Su propósito es servir como una **guía práctica sobre los beneficios de implementar tecnología en cultivos bajo invernadero**, con un enfoque especial en la producción de tomate en Colombia.

Además, busca establecer un **punto de referencia** para horticultores interesados en adoptar este sistema productivo o en **integrar algunos de sus componentes** a sus sistemas actuales, promoviendo así el avance hacia prácticas más eficientes y sostenibles que contribuyan al **desarrollo tecnológico del sector agrícola** colombiano.





El Primer Invernadero de Alta Tecnología para el Cultivo de Tomate en Colombia y sus Consideraciones Generales de Manejo

Módulo 1

- **El invernadero**

Módulo 2

- **Control climático**

Módulo 3

- **Cultivo en sistema hidropónico en sustrato**

Módulo 4

- **Automatización del fertirriego**

Módulo 5

- **Sanidad del cultivo**

Módulo 6

- **Producción y calidad**

Los módulos de divulgación se pueden encontrar digitalmente en:

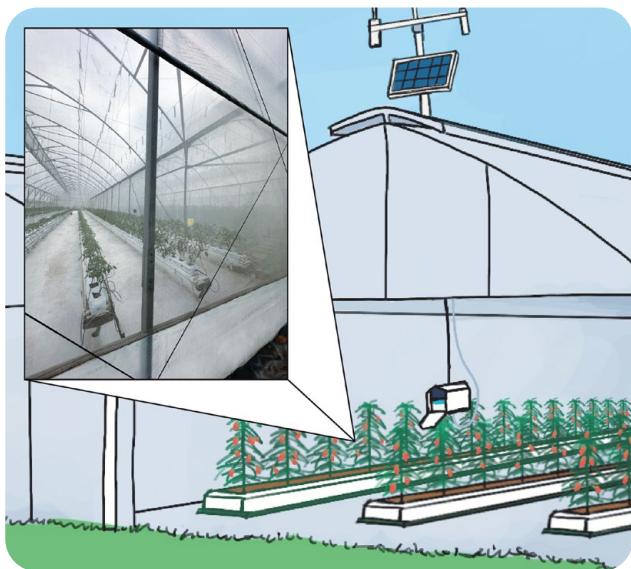


Módulo 5

Sanidad del cultivo

En los sistemas de producción de alta tecnología, se implementan diversas estrategias para **reducir la incidencia de plagas y enfermedades**. Una de las principales medidas es garantizar la **hermeticidad del invernadero**, abordando varios frentes de acción.

Entre estas acciones se incluyen el uso de **mallas anti-insectos** en cortinas laterales, frontales y cenitales; la instalación de **doble puerta en los accesos**, en combinación con **ventiladores**; y el empleo de **plásticos con filtro UV** que desorientan a algunos insectos que logren ingresar.





Adicionalmente, es fundamental implementar pediluvios para la **desinfección del calzado con sales de amonio cuaternario**, lavamanos y una **zona de aspersión de desinfectante** para los operarios o cualquier persona que ingrese al cultivo. Estas medidas, junto con el uso de cofias, zapatones, overoles y, en ciertos casos, guantes, son **indispensables para reducir el riesgo de infestación de insectos, potencialmente plagas o vectores y la proliferación de inóculos de microorganismos** que puedan causar alguna enfermedad en el cultivo.





El monitoreo mediante trampas cromáticas permite verificar la incidencia de las plagas y proporciona información valiosa para la toma de decisiones en su control.



El uso de **cobertura de polipropileno en el suelo** ofrece múltiples beneficios: evita el crecimiento de plantas no deseadas, limita el levantamiento de polvo, **refleja luz** y facilita tanto la **limpieza** como la **desinfección**. Al controlar las malezas y evitar el contacto directo con el suelo, también se reduce el desarrollo de **estados inmaduros de algunos insectos que podrían afectar al cultivo**.



Suelo con cobertura de polipropileno blanco.



El cultivo en fibra de coco minimiza los riesgos de enfermedades en las raíces, ya que este sustrato inerte permite equilibrar fácilmente la relación entre agua y oxígeno.



Las **condiciones climáticas óptimas** son fundamentales para promover un crecimiento y desarrollo balanceado de las plantas, disminuyendo su **susceptibilidad a plagas, enfermedades y fisiopatías.**



Fisiopatía: Se enfoca en los cambios que ocurren en el metabolismo y funcionamiento de las plantas cuando están sometidas a estrés.

En el **invernadero de alta tecnología,** el **déficit de presión de vapor (DPV)** se mantuvo dentro del rango óptimo (0.5 - 1.5 kPa) durante la mayor parte del día, lo que contribuyó a reducir las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades y la proliferación de plagas.

La implementación de **bioinsumos preventivos** en el plan de manejo fitosanitario resulta esencial, ya que permite minimizar el uso de productos químicos. En este caso, se realizaron

aplicaciones preventivas generalizadas con una frecuencia promedio de 13 días, utilizando los siguientes productos:

Uso de bioinsumos preventivos en el cultivo de tomate híbrido San Marzano Sir Elyan F1.

Bioinsumo	Blanco Biológico
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	<i>Botrytis spp.</i>
Extracto de <i>Swinglea glutinosa</i>	
<i>Melaleuca alternifolia</i>	<i>Alternaria spp.</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Fusarium spp.</i> , <i>Pythium spp.</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i>
<i>Trichoderma koningiopsis</i>	
<i>Trichoderma asperellum</i>	
Extracto de ajo y ají	Repelente de insectos.
Feromona <i>Tuta absoluta</i>	<i>Tuta absoluta</i>
<i>Beauveria bassiana</i>	Áfidos, mosca blanca, trips.
Aceite de neem	

Por el contrario, las **aplicaciones de productos químicos** se llevaron a cabo de forma **localizada**, centrándose en los **focos donde se evidenció el blanco biológico**. Durante todo el ciclo productivo, que tuvo una duración de **342 días**, se realizaron únicamente **10 aplicaciones de fungicida y 6 aplicaciones de insecticida**. A continuación, se presentan los productos utilizados:



Monitoreo de plagas y enfermedades en el cultivo.



Aplicación de productos químicos en el cultivo.

Ingrediente activo	Blanco Biológico
Propamocarb	<i>Fusarium spp.</i> , <i>Pythium spp.</i>
Azoxystrobin + Difenconazol	<i>Botrytis spp.</i>
Spiromesifen	Mosca blanca.
Spinetoram	Gusano cogollero.
Spinosad	Trips, cogollero.

Diferencias entre manejo Fitosanitario Calendario y Preventivo.

Aspecto	Aplicaciones Calendario	Aplicaciones Preventivas
Simplicidad	Alta	Baja
Costo Inicial	Bajo	Alto
Eficiencia a largo plazo	Media	Alta
Impacto ambiental	Alto	Bajo
Adaptabilidad	Baja	Alta

La reducción del estrés en las plantas contribuye en la mejora de la calidad de los frutos, asegurando un **aporte adecuado de nutrientes** en las cantidades necesarias. Estas prácticas no solo maximizan el potencial genético de las semillas, sino que también favorecen una producción con características organolépticas superiores y un mayor contenido de **antioxidantes, como licopeno y vitamina C**.

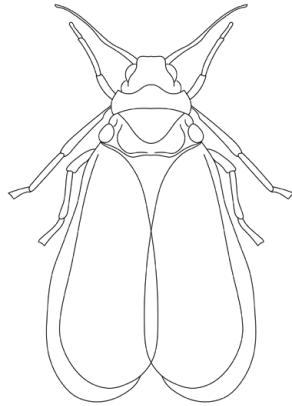
La hermeticidad del invernadero limita o previene el ingreso de muchas plagas que son vectores de **virus**. Los cuales provocan daños severos en el cultivo, generando un **alto impacto económico** en el cultivo de tomate.

Virus de mayor importancia en el cultivo de tomate.

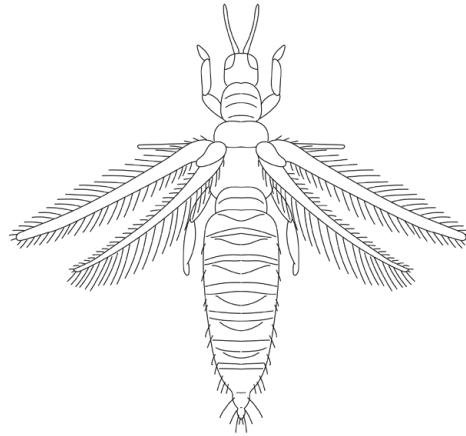
Abreviación del virus	Nombre del virus	Vector
TSWV	Tomato Spotted Wilt Virus - Virus de la marchitez manchada del tomate	Trips <ul style="list-style-type: none"> • <i>Frankliniella occidentalis</i> • <i>Thrips tabaci</i>
TYLCV	Tomato Yellow Leaf Curl Virus - Virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate	Mosca Blanca <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bemisia tabaci</i> • <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
ToTV	Tomato Torrado Virus - Virus del torrado del tomate	



Planta afectada por el Virus del torrado del tomate (ToTV).



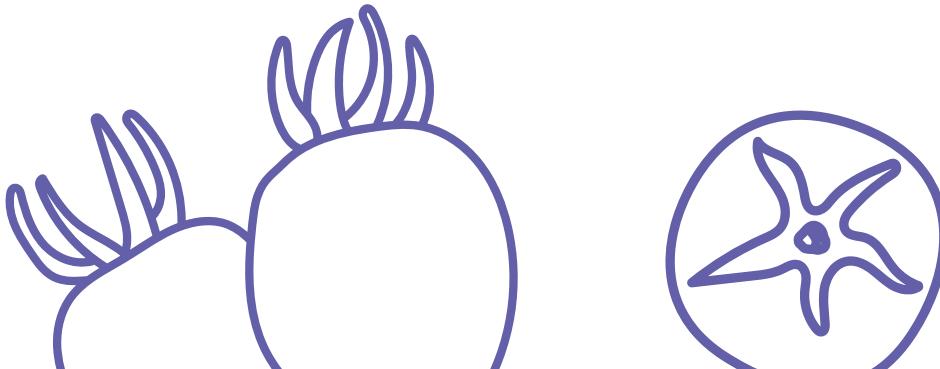
Mosca Blanca.

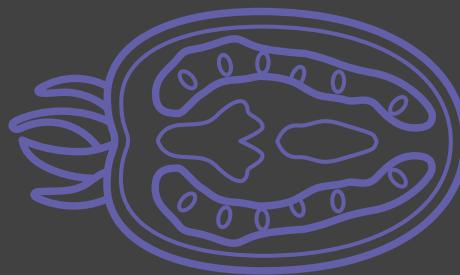
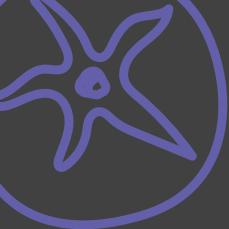


Trip.

Como se ha evidenciado en este módulo, la **hermeticidad del invernadero y la implementación de estrategias de manejo fitosanitario preventivo son esenciales para reducir la incidencia de plagas y enfermedades**, limitando el impacto económico y ambiental. Estas prácticas, que incluyen el uso de mallas anti-insectos, bioinsumos específicos, y medidas de desinfección rigurosas, no solo mejoran la sanidad del cultivo, sino que también potencian la calidad de los frutos al minimizar el estrés en las plantas. Adicionalmente, el control de factores climáticos, como el déficit de presión de vapor, refuerza la prevención de fisiopatías y optimiza las condiciones para un óptimo desarrollo de las plantas.

En el siguiente módulo, se profundizará en el tema de **Producción y calidad**, abordando cómo estas prácticas inciden en los rendimientos y en las características de los frutos.





Facultad de
**Ciencias
Agrarias**
· Sede Bogotá ·

Fecha de publicación: Diciembre de 2024

Encuentra todos los módulos de
divulgación digitalmente en:

