

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



MEMORIA DE TRABAJOS REALIZADOS

Por:

**OSCAR TADEO RESÉNDIZ**

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

MEMORIA DE TRABAJOS REALIZADOS

Por:

**OSCAR TADEO RESÉNDIZ**

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesor Principal



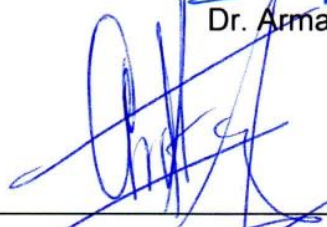
Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor



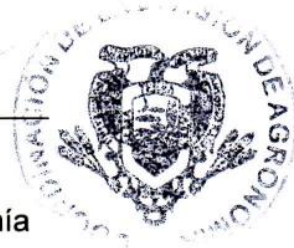
Dr. Armando Hernández Pérez

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México,

Junio, 2022

## Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así como tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Pasante

Oscar Tadeo Reséndiz

Oscar Tadeo Reséndiz

## **DEDICATORIA**

### **CON AMOR A MIS PADRES**

#### **José Alfredo Tadeo Vázquez y Catarina Reséndiz Alvarado (†)**

Por ser unos padres excelentes que han sabido educarme desde mi infancia y por darme la oportunidad de vivir y apoyarme de manera incondicional en mi preparación personal y profesional. Gracias a ustedes he logrado concluir una más de mis metas en la vida, por la cual estoy muy agradecido con ustedes, y de todo corazón les quiero decir que mi logro también es suyo, gracias por confiar y creer en mí y por darme la mayor herencia que un hijo puede tener la educación. Con mucho respeto y cariño para ellos.

### **A MI ESPOSA**

#### **María Eliza Ramírez Alvarado**

Por saber comprender mis errores y quien me ha dado su apoyo en los momentos donde más los he necesitado, gracias por depositar su confianza y comprensión en mí y darme este cambio positivo. Gracias, mi amor.

### **A MIS HIJOS**

#### **Paulette Guadalupe Tadeo Alvarado y Osiel Tadeo Alvarado**

Son mi mayor motivación para salir adelante día con día y en todo momento, son el mejor regalo que me ha traído la vida, don mi mayor alegría en cada momento, estoy muy feliz porque son mi fuerza de seguir luchando y seguir superándome, para darles una mejor vida, un mejor futuro, compartiéndoles buenos valores y una buena educación. Los amo.

### **A MIS HERMANOS**

#### **Miriam, Dulce Rosario, Noel, José Juan, Yaneth, Areli y Uriel**

Que siempre estuvieron al pendiente de mi carrera en todos los sentidos y que gracias a sus consejos y regaños fue posible uno de todos mis sueños. Gracias por ser los mejores hermanos del mundo los quiero mucho.

### **A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS**

A cada uno de ellos por regalarme buenos momentos de sonrisas y travesías, por el compañerismo que me regalan en cada momento que estamos reunidos y por alegrar nuestras vidas con su presencia y por tantas muestras de amor y cariño.

### **A MIS TIOS Y TIAS**

Gracias por el apoyo y las palabras de confianza que me brindaron, por la motivación de seguir adelante con mi carrera.

### **A MIS PRIMOS**

Gracias por sus ánimos y por darme la motivación en cada charla que tenemos de seguir adelante y seguir siendo el ejemplo de la familia por la bella carrera que he logrado, gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme dado la oportunidad de vivir esta gran experiencia de cumplir con una de mis más grandes metas en la vida, que es terminar mis estudios profesionales y ejercer mi carrera y poder conseguir mejores oportunidades en la vida diaria.

A mis padres y a toda mi familia en general por el apoyo incondicional y la confianza que depositaron en mi sin interés alguno, puedo decirles esto y muchas cosas más, pero se los digo con dos palabras. Mil gracias. Siempre y en cada momento se los agradeceré bastante.

A mi **ALMA TERRA MATER** por haberme brindado la oportunidad de ser parte de ti y por darme todo dentro de tus instalaciones durante mi estancia cobijo, alimento y salud, sobre todo una gran abundancia de conocimientos que me serán muy útiles en mi vida personal y profesional.

Al **Departamento de Horticultura** por todas las experiencias, conocimientos y herramientas proporcionadas para formar mi futuro profesional.

También deseo expresar mi agradecimiento a las siguientes personas cuya ayuda, sugerencias y observaciones, hicieron posible la elaboración del presente trabajo.

A la **Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal** con gran admiración y respeto, por la oportunidad de trabajar y apoyarme en este trabajo de investigación, gracias por ser como es y siempre ser un ejemplo para seguir.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres** por brindarme su amista y orientación para poder concluir el proyecto.

Al **Dr. Armando Hernández Pérez** por su buena amistad y agradecerle por la participación en el presente proyecto.

A todos los profesores que me ofrecieron su conocimiento, les agradezco por todo lo que impartieron en mi instancia en la universidad y así poder forjar mi profesión.

También quiero agradecer al Head Grower **Leobardo Valentín Flores** por la oportunidad de trabajar en equipo e impartirme grandes conocimientos, de igual manera a los Growers **Francisco Javier, Simón Pedro y Everardo Monrroy** por su amistad, sus consejos y experiencias compartidas en el ambiente laboral.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
OBJETIVO.....	7
JUSTIFICACIÓN .....	7
EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	8
BIBLIOGRAFIA .....	73

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Empresa Ganfer San Luis De La Paz .....	10
Figura 2 Empresa Naturesweet Tuxcacuesco Jalisco .....	16
Figura 3 Factores que influyen en el desarrollo de una enfermedad .....	17
Figura 4 El ciclo de la relación entre planta – enfermedad - ambiente .....	18
Figura 5 Distintas enfermedades en una planta .....	19
Figura 6 Estado fitosanitario de invernaderos planta Naturesweet.....	21
Figura 7 Colocación de trampas para control de mosca blanca.....	23
Figura 8 Planta con begomovirus causado por mosca blanca .....	23
Figura 9 Pérdida de follaje y fruta por mosca blanca.....	23
Figura 10 Presencia de araña roja en tomate.....	25
Figura 11 Trips en tomate y daños que ocasiona.....	27
Figura 12 Presencia de mancha gris en tomate.....	28
Figura 13 Pérdida de follaje por mancha gris .....	28
Figura 14 Presencia de moho gris.....	30
Figura 15 Daño por moho gris de la hoja .....	30
Figura 16 Presencia de moho de la hoja.....	32
Figura 17 Daño del moho de la hoja.....	32
Figura 18 Mapa con de invernaderos de Naturesweet con baja infestación .....	33
Figura 19 Empresa Agrícola Don Memo Tolimán Jalisco .....	34
Figura 20 Componentes del sistema hidropónico .....	36
Figura 21 Tipos de sustratos .....	37
Figura 22 Contenedor de sustrato.....	38
Figura 23 Bolsas y sacos de plástico para hidroponía .....	39
Figura 24 Bascula del sistema priva .....	45
Figura 25 Programación de riego para grape red Paradise.....	46
Figura 26 Lisímetro para estación de drenaje.....	47
Figura 27 Daños por exceso de agua en el riego.....	48
Figura 28 Sensor Wet para medición de humedad de boli .....	48
Figura 29 Medida de pH para un mejor aprovechamiento de nutrientes. ....	49
Figura 30 Cajas de mediciones de condiciones climáticas dentro de invernadero.....	51
Figura 31 Principios básicos para dar un buen manejo a nuestro cultivo.....	52
Figura 32 División celular.....	53
Figura 33 Cantidad de CO2 dentro de invernadero .....	56
Figura 34 Medición de crecimiento de una planta de tomate .....	57
Figura 35 Medición de la fuerza de crecimiento .....	58
Figura 36 Crecimiento de la hoja verdadera.....	58
Figura 37 Colocación de abejorros dentro de invernadero .....	64
Figura 38 Abejorro polinizando la flor de tomate .....	64
Figura 39 Flor polinizada al 100 %.....	65
Figura 40 Mantenimiento de abejorros .....	65
Figura 41 Programación de temperaturas dentro de invernadero en sistema priva .....	66
Figura 42 Programación con manejo de ventanas con el sistema priva .....	67
Figura 43 Se muestra gráficamente el movimiento de ventanas para buscar los programado en el sistema priva .....	67
Figura 44 Programación de riego en el sistema priva.....	68
Figura 45 Programación de inicio de riego bajo las condiciones de Joules .....	68
Figura 46 Datos de términos de riego diariamente para determinar en qué periodo se debe realizar ajustes.....	69
Figura 47 Equilibrio de una planta vegetativa- generativa .....	70
Figura 48 Buena formación de racimo mendiente la estrategia de ventanas y riego .....	70
Figura 49 Llenado uniforme de la fruta y mayor aprovechamiento .....	71



## **RESUMEN**

La agricultura protegida en México en la actualidad se ha convertido en una de las actividades más dinámicas y de mayor crecimiento en el país dentro del rubro agrícola. El ritmo de crecimiento de la agricultura protegida en sus diferentes modalidades en México ha sido un incremento considerable en promedio anual. El tomate es una de las principales hortalizas bajo cubierta o bajo invernadero (80%) entre los que destacan el tipo de bola Foronti, Saladette y variedades de grape. Esta tendencia se ha reflejado a nivel nacional donde se practican dos ciclos cortos de producción al año o un ciclo largo durante todo el año. Sin embargo, existen factores asociados a los problemas en el cultivo la calidad de plántula, clima, manejo cultural, sanidad, calidad entre otros, que de no ser monitoreados o controlados adecuadamente pueden provocar bajos niveles de productividad al final del ciclo o temporada.

## **INTRODUCCIÓN**

Siendo originario de Mesa de la Cantera Victoria Guanajuato, ingrese a la universidad como estudiante en el año 2012. Egresando de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el año 2016, a la fecha cumpla 5 años de haber terminado mis estudios de Ingeniero Agrónomo en Horticultura.

Este documento tiene la intención de describir el motivo por el cual elegí la modalidad de Titulación por Experiencia Profesional, con la finalidad de exponer más ampliamente como me he desempeñado en el entorno de producción bajo invernadero de media y de alta tecnología ejerciendo la carrera de agronomía. La producción de hortalizas bajo invernadero tiene grandes ventajas como obtener una buena calidad y mayor cantidad en producción, así como reducir la pérdida de producto y en el cual se puede producir durante todo el año.

## **OBJETIVO**

Exponer de manera breve y concreta mi trayectoria profesional en la producción de hortalizas bajo invernadero y mediante el buen uso de las prácticas agrícolas y buen manejo del área del Growing.

## **JUSTIFICACIÓN**

Me gradúe en el año 2016 como Ingeniero Agrónomo En Horticultura con especialidad en hortalizas, cuando egrese de la universidad inicié inmediatamente a trabajar en Agrícola Etsal en 2017 en donde inicié en el área de producción como supervisor de invernadero del cultivo de mini pimiento.

Posteriormente en el 2018 ingrese como supervisor de cultivo de tomate grape en Ganfer invernaderos de alta tecnología, al segundo ciclo me ascendieron como jefe de mano de obra y al siguiente año estuve de asistente de Grower, es una empresa dedicada principalmente a la exportación de tomates, pepinos y pimientos de distintas variedades.

En el 2021 inicié en Naturesweet como jefe del área de Fitosanidad en tomates grapé bajo invernaderos de media tecnología con la función principal de tener un buen control y prevención de plagas y enfermedades.

En la actualidad año en curso 2022 me encuentro laborando en Agrícola Don Memo como Grower Junior manejando cultivo de tomate bola variedad Foronti, Prunaxx, saladette y grape variedad Red Paradice bajo invernadero de alta tecnología.

## **EXPERIENCIA PROFESIONAL**

Inicié mi carrera profesional justo al terminar la carrera en 2017, me dieron la primera oportunidad en la empresa Agrícola Etsal con ubicación en Vista Hermosa Michoacán empresa dedica a la producción de tomates bola y mini pimientos bajo invernaderos de baja tecnología, iniciando en el área de producción con el cargo de supervisor de 3 ha de mini pimiento, con la responsabilidad del cumplimiento total de las labores culturales, así como también la buena ejecución y manejo de personal mediante la medición de targets y capacitación constante en distintas actividades de buen desempeño. En mi instancia en la empresa me incorporé a otras actividades como el monitoreo de plagas y enfermedades en el cual formé un equipo para tener una mejor sanidad vegetal en la planta.

También me integre al manejo del riego, establecimiento de lisímetros o estaciones de dren las cuales se colocan en cada una de las válvulas que están establecidas en el cultivo teniendo como función la medición del consumo de agua por la planta y la cantidad de agua que se está drenando durante los periodos de riego durante el día, debido a que estos datos son de vital importancia en un cultivo bajo invernadero en hidroponía para así poder realizar una mejor estrategia de riego y lograr tener un planta más equilibrada.

Esto fue una de mis otras actividades que se implementaron durante mi instancia en la empresa cumpliendo los 7 meses, ayude también en la buena ejecución de las aplicaciones al cultivo ya que se realizaba de una manera muy ineficiente lo cual no funcionaba para la reducción de los umbrales de plagas o enfermedades, dichos factores si no se controlan de manera eficiente nos pueden ocasionar grandes pérdidas en los rendimientos y baja densidad de plantas.

Un punto importante que se tiene que explicar al equipo es saber para qué estamos aplicando y así la dirección de la planta se va estar haciendo la aplicación para que al entrar en contacto con la planta estemos atacando en el punto que tenemos el problema que buscamos controlar, también se tiene que considerar la cobertura con la que se va estar cubriendo el área a la que va ir dirigida la aplicación, considerando estos puntos y realizándolos de la manera correcta, teniendo en cuenta el buen cumplimiento en las labores culturales del cultivo, sin olvidar el buen mantenimiento del equipo como realizarle el lavado de los aguilones, bombas de motor, parihuela y otros materiales utilizados esto cada que se termine la actividad de cada una de las aplicaciones que se realicen. Estas fueron las actividades y funciones que fui implementando para mejoramiento de la empresa y ayudar en la reducción de gastos en insumos agrícolas.

Posteriormente en el año siguiente me integre a Ganfer (Greenhouse Produce) ubicada en San Luis De La Paz Guanajuato (**Fig.1**), dedicada a la producción de pepinos orgánicos, tomates grape y mini pimientos convencionales bajo invernadero de alta tecnología, integrándome cuando la empresa estaba en sus inicios de formación, iniciando de supervisor de construcción, con un equipo a mi cargo de 50 personas para la colocación de mangas para el CO<sub>2</sub>, colocación de bases para la canaleta, colocación del slab para el establecimiento del cultivo, otra actividad fue la colocación de tuvo rieles los cuales tienen como función principal el uso de calefacción en invernadero en la época de invierno, otra de sus funciones es servir como riel para los carros utilizados en el cultivo, otra actividad que me toco realizar es la colocación de gran cover esto para prevenir la creación de malezas y tener el área más limpia y sana.



**Figura 1 Empresa Ganfer San Luis De La Paz**

En la construcción de invernaderos tuve una duración de 3 meses aproximadamente en los cuales tuve buenas experiencias tanto en el manejo de la presión por la exigencia de las actividades que se tenían que ir concluyendo día con día para la entrega del invernadero, también obtuve buen aprendizaje y conocimiento del establecimiento de un invernadero de alta tecnología lo cual es muy importante saber el cómo será la instalación y la dirección en la cual se establecerán.

Enseguida se me dio el cambio a supervisor de invernadero de 3.5 ha con una densidad de 4 de tomate grape, el cual lo inicié desde cero desde la colocación de manguera de riego, colocación e hidratación del boli, después de tener el slab hidratado inicié con el establecimiento del cultivo, con la plantación y colocación de piqueta en el cubo de la planta.

Aquí es donde iniciaba mi segunda experiencia como profesional en la carrera de agronomía de la cual estoy muy orgulloso de ejercerla ya que es una de las más importantes en la vida diaria del ser humano.

Iniciando así mi instancia en Ganfer y seguir aprendiendo cosas buenas en cultivos bajo invernadero el cual fue un gran reto que se inicia siendo difícil, pero con el paso del tiempo se va obteniendo el conocimiento del cultivo y con la buena programación de las actividades y una buena formación y trabajo en equipo se logran todas las labores culturales del cultivo.

Inicié con un nuevo proyecto y equipo el cual se tuvo que ir formando y capacitando rápidamente a los asociados, dando pláticas constantes de la importancia de las

actividades en la planta ya que el cultivo ya estaba establecido y había que comenzar a darle el segundo manejo del tutorado y la puesta de anillo, ya que si no se realiza al momento la planta puede llegar a romperse por su incremento de un buen desarrollo que logra cada semana un promedio de 25 a 30 cm de crecimiento.

Las principales actividades que tenía bajo mi responsabilidad para el cumplimiento total.

- Cierre total en el cumplimiento de proyecciones de cada una de las labores culturales en el cultivo (anillo, deshoje, desbrote, cosecha y bajada de planta).
- Control de buena sanidad del cultivo.
- Liberación de nóminas del personal a cargo al cierre de semana.
- Capturas de medición de rendimiento de cada asociado por actividad.
- Cumplir con la menor rotación y baja inasistencia de asociados.
- Capacitación constante en diferentes actividades para implementación de alguna falta.
- Buscar alternativas para incrementar rendimiento del personal y poder reducir la cantidad de asociados por Ha.

En este ciclo de supervisor fui el mejor en cumplimiento a los puntos mencionados anteriormente tuve grandes mejoras con mi equipo de trabajo el cual siempre me ayudo y me apoyo en sacar el proyecto adelante logre obtener los mejores rendimientos en cada uno de los asociados, los cuales siempre fueron una pieza importante para el cierre de dichas actividades, logrando mantener un invernadero más sano, manteniendo siempre arriba su densidad de planta por Ha, lo cual también nos benefició en ser el mejor en producción de kilos por metro cuadrado, aportando siempre buenas calidades en cada una de las actividades realizadas dentro de invernadero, logrando así la obtención de buenos reconocimientos y mejores oportunidades dentro de la empresa ya que para el siguiente año lograría un ascenso más en mi carrera como profesional aportando siempre mi experiencia, buscando siempre mejoras en mi desempeño así como para la empresa, misma

que siguió dándome oportunidad de seguir desarrollándome en el área de producción en hidroponía bajo invernadero.

Iniciando el ciclo siguiente 2019 se me dio el cargo como jefe de mano de obra en la misma empresa Ganfer bajo la responsabilidad de 13.5 Ha las cuales tenían de cultivo pepinos europeo, mini, baby y tomate grape Cherubs (tomate uva), como objetivo principal realizar planeaciones y dar un buen seguimiento a los procesos de preparación y establecimiento del cultivo, así como tener bajo control cada una de las actividades principales.

Las actividades que desempeñe en este nuevo puesto son:

- Proyección de labores culturales semanalmente con el Grower.
- Seguimiento y cumplimiento total de las labores culturales para cerrar de acuerdo con lo proyectado en pepinos y tomates.
- Seguimiento al cierre de nóminas y pagos de personal de cada semana.
- Reparación de mayas de ventanas de invernadero para evitar el ingreso de alguna plaga.
- Seguimiento a las medidas de pepinos cosechados y cierre del corte diario.
- Cumplimiento en cajas de cosecha proyectadas al día.
- Liberación de bonos de supervisores
- Cumplimiento de las auditorias de inocuidad.
- Cumplimiento de 95 a 100% en calidad de las labores culturales y cosechas.
- Embobinar gancho para los inicios de ciclos y recuperaciones de densidades logrando un récord de 7000 mil ganchos por día con un equipo de 10 personas.

En este puesto tuve nuevos aprendizajes así como más responsabilidades por la densidad de hectáreas que se tenían que manejar paso a paso se logra los buenos resultados teniendo un buen seguimiento y buena planeación de actividades, ya que en este ciclo se manejaron dos cultivo diferentes que son tomates y pepinos, teniendo como diferencia las actividades de cosecha y el punto de crecimiento del pepino ya que es mayor que el del tomate, motivo por el cual se tenía que dar más

seguimiento a las actividades y siempre buscando buenos rendimientos con el personal ya que es muy fundamental, teniendo buenos rendimientos de personal en actividades nos ayuda a reducir los costos de trabajadores por Ha, con los buenos resultados como jefe de mano de obra y el cumplimiento total en lo mencionado anteriormente, siempre realizando con la mejor manera los trabajos para ir escalando escalones, superando mis objetivos deseados motivo por los cuales tuve un ascenso más en esta gran empresa en la cual demostré que siempre se puede si uno quiere.

Al siguiente año 2020 en la misma empresa Ganfer, fui ascendido en el área de Growing como asistente de Grower, lo cual me lleno de alegría e inspiración por mí, por mi familia, por mis compañeros de vida y de trabajo, que siempre han estado conmigo, por la empresa y las persona que confiaron siempre en mí y por mis metas que tengo en la vida tanto en lo profesional y en lo laboral.

De asistente de Grower tenía a mi cargo 12 ha de tomates grapes bajo invernaderos de alta tecnología, en las cuales era responsable de las siguientes actividades:

- Manejo de sistema de Hortimax.
- Programación de riegos y drenaje diariamente.
- Manejo de CE y pH en él envió de riego y drenajes de sustrato.
- Manejo de clima temperatura, humedad relativa y calefacción dentro de invernadero.
- Manejo de la receta de nutrición de acuerdo con la edad o etapa del cultivo en conjunto con el Grower.
- Proyección y requisición de recetas de fertilizantes por mes.
- Monitoreo de parámetros de riego, fenología de la planta, polinización y seguimiento a la detección de plagas en trampa.
- Proyección de cajas de corte por semana.
- Seguimiento al control de plagas y enfermedades.
- Programación de aplicaciones en conjunto con el encargado de Fitosanidad.
- Proyección de labores culturales por cada invernadero.



- Encargado de jefe de guardia mensualmente.

Todas estas actividades mencionadas son de vital importancia para una buena producción bajo invernadero de alta tecnología en los cuales se pueden controlar a las necesidades que el cultivo vaya presentando durante su desarrollo, época del año, siempre y cuando se lleve una planta equilibrada entre vegetativa y generativa, buscando más tener una planta fuerte en época de invierno para ayudar a resistir las bajas temperaturas. Ya que en cada época se requiere distinto manejo como es el caso de época de invierno el metabolismo de la planta es más lento, su punto de crecimiento es menor, los días son más cortos por lo cual la luz es menor y se debe aprovechar al máximo la cantidad de luz que esté presente durante todo el día, tratar de guardar calor dentro del invernadero para ayuda a que la planta tenga su temperatura ideal. El manejo de temperatura con el movimiento de ventanas es ventilar menos para evitar choques térmicos y evitar que la fruta no sude o se desarrollen enfermedades como tizón tardío (**phytophthora infestans**), tizón temprano (**alternaria solani**), moho gris (**Botrytis cinérea**), entre otra parte en la cual también tiene mucha importancia las labores culturales como los deshojes intermedios que tiene como función tener más ventilación entre las plantas. La calefacción se utiliza en la época de invierno por las bajas temperaturas influyendo también en costos por el gasto de gas, ya que se debe tener una temperatura de 10°C – 15°C por la noche para evitar estrés en la planta.

Con estos manejos que se realicen en un invernadero donde el área de Growing es muy importante ya que como encargados somos los responsables de hacer producir el cultivo por el cual nos podemos dar cuenta la importancia que tiene la agricultura bajo invernaderos en donde siempre se busca tener buenos rendimientos en kilos por metro cuadrado, utilizando siempre la mayor superficie que se tenga dentro de dicho invernadero.

También es de suma importancia el cumplimiento total del manejo de las labores culturales que demande la planta como son el buen anillado que consiste en poner anillo al crecimiento que va desarrollando diariamente, esto para evitar que llegue a romperse, el bajado de planta esta actividad es muy importante ya que cada que se

realiza, las plantas se tienen que mantener lo más niveladas y espaciadas posible a lo largo del surco, esto para un mejor aprovechamiento de la luz durante el día y así evitar plantas más pequeñas por la falta de luz, los deshojes mantenerlos siempre a la altura descubriendo un racimo encima del que se encuentra en cosecha para ir asegurando el color en cada semana, el desbrote realizándolo de donde termina el deshoje hacia arriba por debajo de la cabeza de la planta esto para evitar que la planta pierda fuerza por acumulación de brotes o chupones, aquí esta actividad consiste en quitar de la planta los racimos que ya no tiene fruta esto también para potencializar la planta y evitar que nos que se contamine de alguna enfermedad como moho gris (**Botrytis cinérea**).

Concluyendo así mi etapa en la empresa Ganfer la cual me dio la oportunidad de aprender y seguir desarrollando mis conocimientos ampliamente en diferentes áreas de trabajo, bajo distintas responsabilidades, estoy agradecido ampliamente con Alberto López gerente de mano de obra quien siempre me dio la confianza y el apoyo para seguir fortaleciendo mi carrera profesional, de igual manera al Grower José Abdiel y al Head Grower Luciano De Asís (Egresado de la NARRO) quienes me dieron la oportunidad en el área de Growing, a todo mi equipo de trabajo de Ganfer que siempre me apoyaron para mejorar en mi profesión.

Al siguiente año 2021 me incorpore a la empresa Naturesweet ubicada en Tuxcacuesco Jalisco (**Fig. 2**), reconocida en la producción de tomate, pepino y pimientos de distintas especialidades exportando el producto terminado principalmente a Estados Unidos y Canadá países a los cuales les distribuye el 90 % de su producción, incorporándome como jefe del área de Fitosanidad en el cultivo de tomate bajo invernaderos de media tecnología, con el objetivo de tener un mejor control y prevención de plagas y enfermedades, ya que el control de plagas y enfermedades es uno de los factores importantes para el buen desarrollo del cultivo y una buena producción. Una plaga agrícola es aquella que se alimenta de cualquier parte de la planta, lo cual nos ocasiona una disminución de producción, baja densidad de planta, reducción del valor del producto terminado y de menor calidad,

lo daños que nos pueden ocasionar la plaga o enfermedad es daños a hojas, tallos, raíz y fruto.



*Figura 2 Empresa Naturesweet Tuxcacuesco Jalisco*

### **Manejo integrado de plagas (MIP)**

En la producción de tomate bajo invernadero es importante desarrollar un buen manejo fitosanitario, considerando los aspectos agronómicos, biológicos culturales, químicos y legales. El monitoreo es fundamental para el buen funcionamiento de un programa de MIP y de ahí la importancia de conocer los hábitos de los insectos plaga como insectos benéficos, también es importante conocer el desarrollo fisiológico del cultivo y las condiciones climáticas esperadas para el ciclo. Esto facilita y optimiza el plan de manejo integrado

### **Manejo integrado de enfermedades (MIE)**

Así como es necesario establecer un programa integrado de plagas en la producción de tomate, también es vital contar con un manejo integrado de enfermedades, con el mismo enfoque económico y con respecto al medio ambiente.

Este programa se basa también en las estrategias de manejo agronómico, biológico, cultural y legal. El monitoreo continuo y la correcta identificación de la enfermedad son básicos para el buen funcionamiento de MIE. El programa se debe basar primeramente en la prevención a partir del conocimiento de las condiciones

ambientales que favorecen al patógeno, es crucial el uso de estrategias de bajo impacto ambiental para prevenir y controlar las enfermedades del cultivo.

Durante el inicio y desarrollo del ciclo se deben considerar ciertas actividades para tener un cultivo libre de plagas y enfermedades como son:

- Eliminación de malezas hospederas de plagas.
- Un buen manejo de clima (temperaturas) y aireación.
- Uso de repelentes antes, durante y posterior al ciclo.
- Eliminación de residuos de cosecha.
- Conocimiento de las plagas más comunes en la zona y época del año en la que pueden aparecer en el cultivo.
- Sistema de monitoreo, por ejemplo, uso de trampas cromáticas de color azul y amarillo con pegamento.

Por otra parte, las enfermedades son procesos dinámicos causados por organismos que denominamos patógenos y para que estas se manifiesten deben influir tres factores (**Fig.3**). Es decir que para la ocurrencia de una enfermedad deben existir:

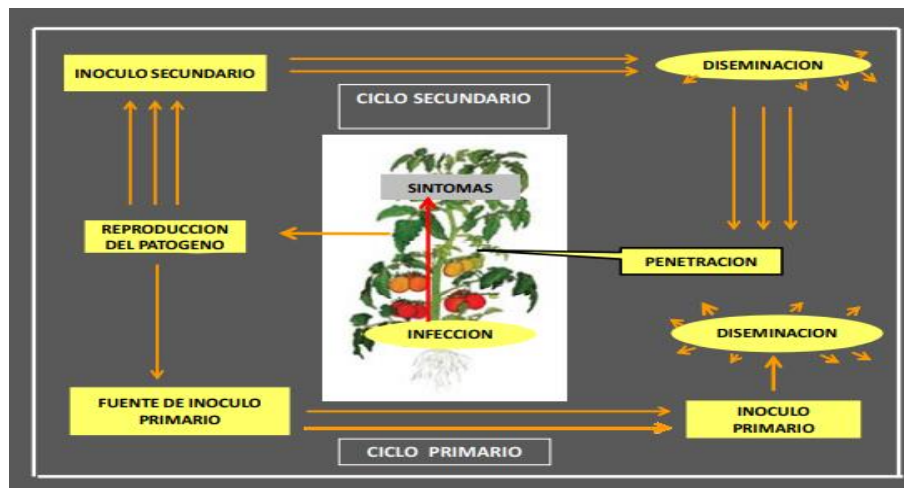
- Un hospedante susceptible en estado vulnerable o receptivo.
- Un agente causante capaz de iniciar una infección.
- Un ambiente favorable para la infección y el establecimiento del patógeno en el hospedante.



**Figura 3 Factores que influyen en el desarrollo de una enfermedad**

Las enfermedades en las plantas se caracterizan por ser infecciosos (bióticos o vivos) y no infecciosos (abióticos o no vivos). Los agentes infecciosos son las bacterias, hongos, micoplasmas, nematodos y virus; mientras que los agentes no infecciosos son desbalances nutricionales, estrés ambiental y toxicidad química (causadas por plaguicidas).

También es importante considerar el ambiente favorable como las condiciones ambientales de temperatura, humedad, ventilación entre otras que le permitan al agente causal enfermar la planta. El ciclo de la relación entre planta – enfermedad - ambiente comprende las siguientes etapas (**Fig. 4**):



**Figura 4** El ciclo de la relación entre planta – enfermedad - ambiente

**Infección** es el proceso que se extiende desde el inicio de la enfermedad hasta el establecimiento con la planta.

**Colonización** es la distribución de la enfermedad dentro de los tejidos de la planta.

**Reproducción** termina la colonización, en el cual la enfermedad reinicia su ciclo de infeccioso.

**Diseminación** implica el movimiento de la enfermedad. Este proceso se puede realizar a través del viento, agua, suelo, insectos, material vegetal.

### Síntomas y signos de una enfermedad

La planta expresa una enfermedad mediante algunos síntomas. A su vez la enfermedad puede desarrollar estructuras o hacerse visible mediante el signo, como por ejemplo esclerosis, micelio, etc. En algunos casos, su detección e identificación puede lograrse a simple vista (teniendo cierta experiencia) o mediante el uso de lentes de aumento (en el caso de algunos hongos, todas las plantas parásitas y algunos nematodos) y mediante el examen microscópico mandando analizar parte de la planta (**Fig.5**).



**Figura 5 Distintas enfermedades en una planta**

Para prevención de algunas enfermedades hay que tener en cuenta el buen manejo de clima dentro del invernadero, así como también buen manejo de riego y nutrición en la planta, de igual manera el buen manejo en labores culturales evitando cualquier atraso o cualquier daño mecánico que le causemos a la planta.

Al tomar el puesto de jefe de Fitosanidad en la empresa Naturesweet, tuve un gran reto muy comprometedor por lo cual debida tomar acciones al momento, buscar estrategias, dar solución a los problemas y el buen funcionamiento de las aplicaciones para ir reduciendo los umbrales de plagas y enfermedades las cuales

se menciona a continuación en el siguiente cuadro de como inicie y las alternativas que se implementaron para evitar grandes daños y perdida de producción en la planta en el cultivo de tomate, ya que los umbrales eran demasiados altos y se tenía que dar una solución y bajar la incidencia de plagas, lo más pronto posible y prevenir algunas enfermedades desarrolladas por alguna plaga.

PLAGAS/ENFERMEDADES	Incidencia o Individuo %	Incidencia o Individuo %	Incidencia o Individuo %	Incidencia o Individuo %	Incidencia o Individuo %	UMBRAL ECONOMICO							
	Fase 11	Fase 12	Fase 13	Fase 14	Fase 15	BIO RACIONAL		QUIMICO NIVEL 1		QUIMICO NIVEL 2		QUIMICO NIVEL 3	
						0	1	2	3	4	5	6	
Mosca blanca	745	867	1353	661	679	0	1	2	3	4	5	6	
Mosca Blanca Intensidad						Ligero		Medio		Intenso		Extremo	
Ninfas mosca blanca/ Intensidad	651	326	485	804	537	0	1	2	3	4	5	6	
Trips						0	5	6	10	11	15	16	
Araña roja	0.02%	0.00%	0.20%	0.00%		0%	10%	11%	20%	21%	30%	31%	
Acaro			0.00%			0%	2%	3%	4%	5%	9%	10%	
Mosca del mantillo (intensidad)						Ligero		Medio		Fuerte		Extremo	
Damping off						0	2	3	5	6	8	9	
Cenicilla						0%	10%	11%	20%	21%	30%	31%	
Stemphyllium	17.24%	10.60%			1.33%	0%	10%	11%	20%	21%	30%	31%	
Alternaria hoja						0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	
Alternaria tallo						0	2	3	5	6	8	9	
Phytophora tallo			8%			0	2	3	5	6	8	9	
Dydimella						0	2	3	5	6	8	9	
Botritis			90			0	2	3	5	6	8	9	

Como podemos observar los umbrales de mosca blanca (**Bemisia tabaci**) tanto en ninfa y adulto son los más altos en comparación a las demás plagas, considerando que es una plaga trasmisora de virus, lo que ocasiona grandes pérdidas en producción. A continuación, se describirá cada una de las plagas y enfermedades que se fueron detectando y las formas de control que se implementaron para reducir su propagación hasta eliminarlos completamente.

Mapa de distribución de invernaderos como se encontraban los invernaderos en base a la incidencia de plagas o enfermedad (**Fig.6**).

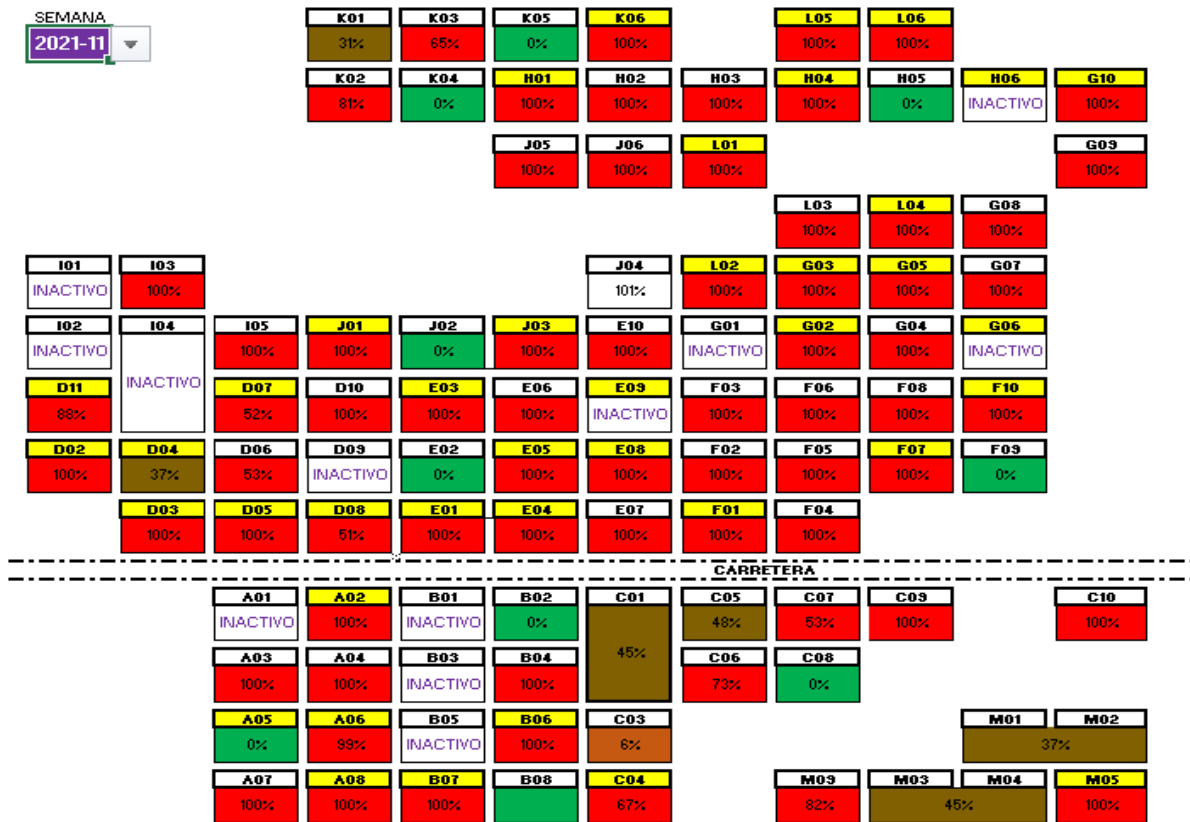


Figura 6 Estado fitosanitario de invernaderos planta Naturesweet

## Manejo integrado de plagas (MIP)

### Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Orden: Hemiptera.

Familia: Aleyrodidae





**Daños que ocasiona:** los estados de ninfa y adulto se alimentan de la savia causando dos tipos de daños. El daño directo corresponde al debilitamiento de la planta (amarillamiento y marchites de la planta) debido al hábito alimenticio chupador del insecto, que succiona los jugos celulares. El daño indirecto se asocia a la reducción del área fotosintética de la hoja debido al establecimiento y desarrollo de un complejo de hongos denominado fumagina, que afecta la fotosíntesis y los frutos. Sin embargo, el daño indirecto más importante causado por las moscas blancas es su capacidad de transmitir enfermedades virales a las plantas.

**Características de la plaga:** Los adultos son pequeñas moscas blancas (1mm de longitud) con hábitos chupadores. Usualmente permanecen en la parte inferior o envés de las hojas superiores, donde colocan sus huevos y se alimentan de savia.

**Ciclo biológico:** El desarrollo es dependiente de la temperatura. El ciclo de vida dura aproximadamente 28 a 30 días. Bajo condiciones de invernadero se pueden lograr hasta 15 generaciones por año.

### **Estrategias para el manejo de la mosca blanca:**

#### **Control cultural**

- Se realizan deshojes agresivos en el área donde se localizaron los focos con más cantidad de individuos colocando la hoja en bolsa negra.
- Colocación de trampas amarillas con pegamento para atraer a la plaga **(Fig.7)**.
- Reforzamiento del monitoreo, ser más constantes y aumentar la cantidad de veces el recorrido dentro del invernadero.
- Revisión de problemas de hermeticidad por toda la periferia del invernadero.
- Limpieza de brotes en tallos de la parte baja de la planta, ya que estos pequeños brotes le sirven de hospedero para evadir las aplicaciones.



**Figura 7 Colocación de trampas para control de mosca blanca**

Daños por mosca blanca (**Fig. 8 y 9**).

Planta con begomovirus, virus transmitido por mosca blanca.



**Figura 8 Planta con begomovirus causado por mosca blanca**

Perdidas de planta y bajo rendimiento de cosecha por exceso de mosca blanca.



**Figura 9 Perdida de follaje y fruta por mosca blanca**

## Control químico

Para el control químico se debe monitorear una vez por semana las trampas cromáticas que son colocadas en puntos estratégico para la revisión de moscas en estado adulto y ninfas en la parte media de la planta. Al detectarse el primer adulto en trampa y/o planta en el invernadero se recomienda usar aceites vegetales, minerales y jabones agrícolas.

A continuación, se muestra el programa con el que se combatió la mosca blanca buscando siempre una buena cobertura para que la aplicación sea efectiva atacando tanto el estado de la ninfa como el adulto.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Sivanto prime 200SL	Flupyradifurone	Drench o riego	1.5 – 2 ml/L agua	1	Sistémico contacto ingestión translaminar	1
Verimark	Ciantraniliprol: 3-bromo-1-(3-cloro-2-piridil)-4'-ciano-2'-metil-6'-(metilcarbamoil)pirazol-5-carboxanilida 18.66 (Equivalente a 200 g/L a 20°C)	Drench o riego	300 - 500 ml/ha	1	Sistémico Ingestión	1
Beleaf	N-cianometil-4-(trifluorometil) nicotinamida (Equivalente a 500 g/kg)	Drench o riego	0.6 - 0.7 kg ha-1 (20 días de protección)	SL	Translaminar sistémico	2
Fly kill	Ácidos grasos y sales potásicos	Foliar	1.5 l/ha	SL	Contacto	Bioracional
Knack	4-fenoxifenil (RS)-2-(2-piridiloxi) propil ether (Equivalente a 103 g/l a 20 °C)	Foliar	.5 l/ha	1	Regula el crecimiento de la plaga	1
Jabón roma	Jabón potásico de ácidos grasos	Foliar	3 gr/ lt agua	SL	Contacto	Bioracional

### **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Esta plaga presenta cuatro pares de patas, ataca más de 150 especies cultivadas. Miden de 0.5 a 0.6 mm de forma oval y de color blanquecino a rojizo. Los huevecillos son redondos casi transparentes y amarillentos tardan de 2 a 4 días en eclosionar.

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, puntea duras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas **(Fig.10)**. En poblaciones altas llegan a ocasionar la defoliación de plantas. Son favorecidas por el polvo y bajo condiciones de altas temperaturas y baja humedad, el ciclo biológico es muy rápido y tarda de 9 a 15 días.



*Figura 10 Presencia de araña roja en tomate*

### **Control preventivo y técnicas culturales**

- Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar los excesos de nitrógeno.
- Aplicar azufre espolvoreando las orillas y entre pasillos principalmente en la temporada seca.

### **Control químico**

- Monitorear directamente en el follaje para detectar las puntuaciones principalmente el envés de las hojas.

- Realizar tratamientos localizados con acaricidas más azufre en los primeros brotes utilizando suficiente agua.
- Equilibrar los niveles de humedad relativa de 50 a 70% durante el día.

El programa que se manejó para el control de araña roja se muestra a continuación:

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Jabón roma	Jabón potásico de ácidos grasos	Foliar	3 gr/ lt agua	SL	Contacto	Bioracional
Acaritouch	Monolaurato de propilenglicol	Foliar	1 lt/ha	1	Contacto	Bioracional
Acceem	Extracto oleoso de neem Aceite esencial de canela.	Foliar	5 ml/ lt agua	SL	Contacto Efecto Repelente Anti alimentario	Bioracional
Agrimec	Abamectina (avermectina)	Foliar	100 ml /100 lt agua	3	Traslaminar	3
Acramite	Bifenazate 3-(4-metoxibifenil-3-il) isopropil carbazato	Foliar	0.75 kg/ ha	3	Contacto	3

### **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Esta plaga provoca daño directo al alimentarse ya que raspan la superficie de las hojas lo que ocasiona que la planta no realice adecuadamente la fotosíntesis, se deshidrate y puedan entrar enfermedades. Transmite virus como la “Marchitez Manchada del Tomate” e “Inpatiens Necrotic Spot Virus” (TSWV e INSV). Los adultos tienen alas completamente desarrolladas de apariencia plumosa de 2 mm de color amarillo a café (**Fig. 11**). Las hembras depositan sus huevecillos en forma de riñón en tejidos tiernos como hojas, flores y frutos, eclosionan de 4 a 8 días, dan lugar a ninfas parecidas a los adultos, pero sin alas. Se localizan dentro de flores, brotes y hojas las cuales el primer y segundo estadio se alimenta de la planta y son

las que pueden transmitir los virus, duran de 4 a 7 días. Completan su ciclo en 10 a 21 días.



**Figura 11 Trips en tomate y daños que ocasiona**

### **Control preventivo y técnicas culturales**

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Realizar un buen monitoreo.
- Revisar hermeticidad del invernadero.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.
- Colocación de trampas cromáticas azules y amarillas.
- Utilizar repelentes en el cultivo a base de extractos.

### **Control químico**

Para el control químico que se realizo para esta plaga es el siguiente:

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Ajic	Extracto de ajo	Foliar	1ml/litro agua	SL	Contacto Repelente	Bioracional
Exalt	Spinetoram Antiespumante, dispersante, humectante, anticongelante, biocida.	Foliar	333.33 ml/ha	1	Ingestión, Contacto y Translaminar.	1

Knack	Pyriproxifen	Foliar	0.4 lt/ha	1	Regulador de crecimiento, afectando el desarrollo del insecto (ninfa - adulto).	1
Mustang Max	Zeta-cipermetrina	Foliar	1.75 ml/lt agua	1	Contacto Ingestión	3

## Manejo integrado de enfermedades (MIE)

### Mancha gris (*Stemphylium* spp).

El ataque de este hongo está limitado casi enteramente a las hojas apareciendo al principio pequeñas manchas del lado de abajo de las mismas. Las manchas son casi circulares y se presentan al azar sobre la superficie simultáneamente de ambos lados llegando a un promedio de 2 mm de diámetro, aunque en las hojas más viejas pueden llegar hasta 4 mm (**Figs. 12 y 13**). Este hongo, no ataca fruta.



**Figura 12** Presencia de mancha gris en tomate



**Figura 13** Perdida de follaje por mancha gris

Las esporas germinan rápidamente cuando existe la presencia de un filme de agua (inclusive el rocío) y un clima relativamente cálido (entre 24 y 27 ° C) produce de inmediato un crecimiento rápido del hongo.

## Control preventivo y técnicas culturales

- En condiciones favorables de desarrollo de la enfermedad, aplicar fungicidas.
- El manejo de la ventilación es muy importante para evitar el desarrollo.
- Mantener las actividades culturales al día como son deshoje y des brote.

## Control químico

El control químico con productos de nivel uno y bioracionales con los que se combatió y se logró controlar este hongo se muestran en la siguiente tabla.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Oxídate	Hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Foliar	500ml /ha	SL	Sistémico Contacto	Bioracional
Miravis Duo	Pidiflumetofen	Foliar	1 lt /ha	SL	Sistémico Contacto	1
Cupravit hidro	Hidroxido Cúprico	Foliar	2.5 kg /ha	SL	Contacto	1
Switch	Cyprodinil Fludioxonil	Foliar	1 kg /ha	SL	Sistémico Contacto	1
Tiromex Gold	Extracto del Árbol de Té	Foliar	1 lt /ha	SL	Contacto	Bioracional

## Moho gris (*Botrytis cinérea*)

El hongo es un saprófito eficiente y un parásito débil, se disemina por la acción del viento y la enfermedad se ve favorecida por días nublados, condiciones húmedas y frescas o por la falta de ventilación.

Este hongo infecta en cualquier etapa de desarrollo, inclusive durante el transporte y almacenamiento del fruto. Presenta gran capacidad de dispersión. Los daños pueden ser totales, considerada como una de las enfermedades importantes en un invernadero. En hojas, tallos y flores produce tizones (polvo grisáceo) color café de



forma irregular y anillos concéntricos (**Fig. 14 y 15**). Este hongo infecta a las plantas a través de lesiones mecánicas, todas las partes superficiales de la planta y la infección inicial aparece como lesiones elípticas y acuosas, que pueden rodear el tallo y la planta muere.



**Figura 14** Presencia de moho gris



**Figura 15** Daño por moho gris de la hoja

### **Condiciones predisponentes**

Temperaturas moderadas(18-23°C), alta humedad ambiente es óptima para el desarrollo de la enfermedad. En estas condiciones se forma el signo característico de la enfermedad (moho gris). Las esporas son liberadas fácilmente al aire durante el manipuleo de la planta (deshoje, des brote y cosecha).

### **Control preventivo y técnicas culturales**

- Evitar la mala ventilación.
- Hacer desinfección, manos y herramientas utilizadas.
- Evitar dejar grandes heridas en la planta, en el proceso de alguna actividad.
- Eliminar las malas hierbas, los restos de cultivo y las plantas infectadas.
- En los invernaderos es mejor usar cubiertas plásticas que absorban la luz ultravioleta, hacer un manejo adecuado de la ventilación en bandas y en especial de la cenital y el riego.

## Control químico

- El control químico que se programó con productos permitidos y bioracionales se muestran en la siguiente tabla.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Oxidate	Hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Foliar	500ml /ha	SL	Sistémico Contacto	Bioracional
Foli Cu Plus	Sulfato de cobre	Foliar/ riego	1 lt /ha	SL	Sistémico Contacto	Bioracional
Cupravit hidro	Hidroxido Cúprico	Foliar/ Tallos	2.5 kg /ha	SL	Contacto	1
MilStop Plus	Bicarbonato de potasio	Foliar	2.5 gr /lt agua	SL	Contacto	1
Tiromex Gold	Extracto del Árbol de Té	Foliar	1 lt /ha	SL	Contacto	Bioracional
Scala	Pyrimethanil	Foliar	1.25 lt /ha	1	Translaminar	1

## Moho de la hoja (*Cladosporium fulvum* o *Fulvia fulva*)

Este hongo se convierte en una grave enfermedad siempre y cuando el cultivo de tomate sea cultivado en condiciones de alta humedad por lo que es muy común observarlo en condiciones de invernadero.

En el haz de las hojas se observan pequeñas manchas pálidas o ligeramente amarillas, las cuales al crecer se tornan color café en el centro, por el envés el hongo desarrolla esporulación color gris o café oscuro a manera de terciopelo (**Fig.16 y 17**). Se presenta en tallos, pedúnculos y botones florales. Este hongo se dispersa por el viento y en la ropa de los trabajadores del invernadero. Las plantas en floración son más susceptibles.



**Figura 16** Presencia de moho de la hoja



**Figura 17** Daño del moho de la hoja

### **Condiciones predisponentes**

*Fulvia fulva* se desarrolla con alta temperatura y humedad relativa mayor a 85%. Se disemina fácilmente por el viento, su principal vía de propagación. Este hongo vive como saprófito en los restos de los cultivos.

### **Control preventivo y técnicas culturales**

- Eliminar los restos de tomate del año anterior.
- Se debe utilizar semilla libre de la enfermedad.
- Ventilar al máximo el invernadero para reducir la humedad relativa.
- Es importante minimizar los períodos largos de humedad sobre las hojas.
- Realizar deshojes intermedios.
- El desbrote en el momento oportuno ayuda a controlar mejor esta enfermedad.

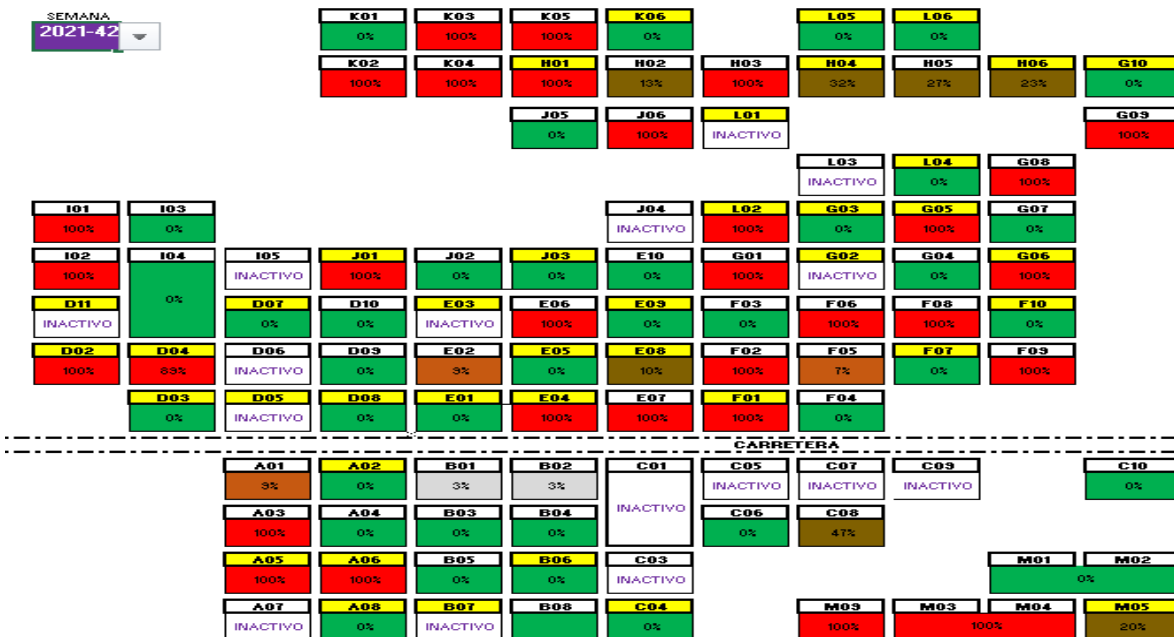
### **Control químico**

El control químico que se programó en conjunto con las técnicas culturales de esta enfermedad se muestran en la siguiente tabla.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Vía de aplicación	Dosis (l/ha)	Días a cosecha	Tipo de acción	Nivel
Oxidate	Hydrogen peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Foliar	500ml /ha	SL	Sistémico Contacto	Bioracion al

Amistar	Azoxistrobin (50.00%); Equivalente 500 g /Kg	Foliar	150 gr/ha	SL	Sistémico	1
Mil Stop Plus	Bicarbonato de potasio	Foliar	2.5 gr /lt agua	SL	Contacto	1
Tiromex Gold	Extracto del Árbol de Té	Foliar	1 lt /ha	SL	Contacto	Bioracion al
Scala	Pyrimethanil	Foliar	1.25 lt /ha	1	Translamin ar	1

Cerrando así mi ciclo en Naturesweet con buenos resultados en cada una de las actividades que me correspondían en el área de Fito sanidad como se muestra en la siguiente imagen (**Fig.18**), lo cual se observa que logramos reducir la incidencia de plagas y enfermedades mencionadas anteriormente y mostrando siempre las ganas de irme superando en lo personal y profesional , asiendo siempre las cosas de la mejor manera para seguir abriendo puertas en el camino, un gran agradecimiento por la oportunidad que se me dio y la bonita experiencia que logre en mi instancia dentro de las instalaciones.



**Figura 18 Mapa con de invernaderos de Naturesweet con baja infestación**

En octubre de 2021 me incorpore a la empresa Agrícola Don Memo ubicada en Tolimán Jalisco (**Fig. 19**), como Grower Jr. Teniendo a mi cargo un total de 10 ha de tomate bola variedad Foronti, Vitellium y grape variedad Red Paradise, bajo invernaderos de alta tecnología en hidroponía teniendo como funciones principales el buen manejo de la planta para lograr una buena producción en kilos, entre mis actividades que se realizan se describen a continuación con la finalidad de tener una planta productiva y con cortes de buena calidad.



**Figura 19 Empresa Agrícola Don Memo Tolimán Jalisco**

- Manejo de sistema Priva.
- Manejo de planta y desarrollo de buena raíz.
- Monitoreo y manejo de humedades en el sustrato.
- Proyecciones de kilos por metro cuadrado.
- Manejo de equilibrio en planta vegetativa y generativa.
- Solución nutritiva para el cultivo dependiendo su fenología.
- Programación de la estrategia de riego y drenaje diariamente.
- Manejo de condiciones climáticas para una buena formación fruta.
- Seguimiento de labores culturales y cierre de las mismas en cada de semana.
- Requisición de fertilizantes, agroquímicos y análisis de solución nutritiva semanalmente.
- Buen manejo de abejorros para una buena polinización de flor.
- Proyección de aplicaciones para plagas y enfermedades.
- Seguimiento al control y detección de plagas y enfermedades.

- Manejo de CE y pH.
- Monitoreo de parámetros de riego, fenología de la planta y seguimiento a la detección de plagas en trampa.

### **Manejo de hidroponía**

En la agricultura protegida es de vital importancia conocer el buena manejo y conocimiento de la hidroponía que se define como la técnica de producción o cultivo sin suelo, en la cual se abastece de agua y nutrientes a través de una solución nutritiva completa y brindándole las condiciones necesarias para un mejor crecimiento y desarrollo de la planta.

En la actualidad, en países como Holanda, los Estados Unidos de Norteamérica, México y otros más, se han desarrollado diferentes sistemas con numerosas tecnologías basadas en nuevos medios de cultivo.

Al igual que otros sistemas la hidroponía tiene sus ventajas y desventajas durante el ciclo de producción las cuales se enlistan enseguida.

Ventajas técnicas de la hidroponía:

- Balance ideal de agua, oxígeno y nutrientes.
- Control eficiente y fácil del pH y la salinidad.
- Ausencia de malezas.
- Ausencia de plagas y enfermedades en la raíz, al menos inicialmente.
- Eficiencia y facilidad de esterilización.

Ventajas económicas de la hidroponía:

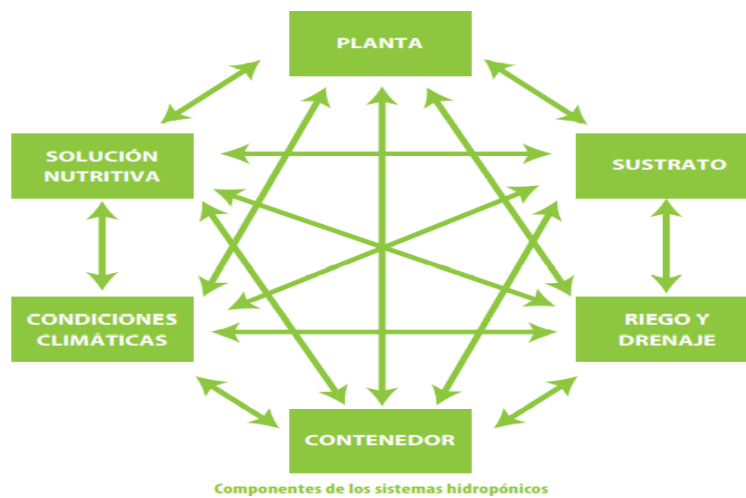
- Mayor calidad en los productos cosechados.
- Mayor uniformidad en la cosecha.
- Ahorro en agua y fertilizantes por kilogramos producido.
- Se puede usar agua dura o de cierta salinidad.
- Mayor limpieza e higiene en los productos obtenidos.
- Posibilidad de varias cosechas al año.

- Altos rendimientos por unidad de superficie.
- En poca superficie se puede lograr un alto rendimiento.
- Sin la limitante del suelo, puede producirse en cualquier sitio incluyendo los ambientes urbanos.

Desventajas de la hidroponía:

- Inversión inicial elevada.
- Desconocimiento de la técnica.
- Delicada (mucho cuidado con los detalles).
- Falta de equipo e insumos nacionales.

Componentes de los sistemas hidropónicos (**Fig. 20**).



**Figura 20 Componentes del sistema hidropónico**

Como podrás ver en el diagrama todos los componentes están estrechamente relacionados unos con otros.

### Planta

La planta es el componente más importante de los sistemas hidropónicos, ya que de la correcta funcionalidad de los demás componentes dependerá la calidad de planta que se tenga, y los rendimientos en la producción.

## Raíz y las condiciones óptimas para su desarrollo

Para cultivar en hidroponía se debe poner atención en la raíz y por ello enlistamos las condiciones óptimas para su mejor desarrollo:

- Agua, la necesaria todo el tiempo.
- Nutrientes minerales esenciales (en cantidades suficientes y balanceadas).
- Oxígeno suficiente para la respiración celular.
- Temperatura adecuada para el funcionamiento óptimo de la raíz.
- Sin sales nocivas, elementos tóxicos o desbalances de pH y CE.
- Oscuridad.
- Espacio para crecer lo necesario para funcionar bien.

## Sustrato

Sustrato son materiales distintos al suelo que permite la germinación y el anclaje de las raíces de las plantas (**Fig.21**). En la hidroponía, como primer paso, las plantas deben ser germinadas en un sustrato independientemente del sistema hidropónico.

Tipos de sustratos



Figura 21 Tipos de sustratos

## Sustrato ideal

Las características deseables para los sustratos son:

- Que retengan un porcentaje de humedad y aporten oxígeno a la raíz.
- Que no se degraden o descompongan o que si lo hacen que sea lentamente.



- Preferentemente de colores oscuros.
- Que no contengan microorganismos perjudiciales para la salud de los seres humanos o las plantas.
- Que no estén contaminados por desechos industriales o humanos.
- Que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar en las áreas donde se establecerá el cultivo.
- De costo rentable.

### Contenedor

Es el componente de los sistemas hidropónicos que como su nombre lo indica, contiene al sustrato y/o solución nutritiva y, por lo tanto, alberga a las raíces (**Fig.22**).



**Figura 22 Contenedor de sustrato**

### Características y formas

Básicamente deben cumplir con dos características derivadas de las condiciones óptimas para el desarrollo de las raíces de las plantas: impedir la luz y ser del tamaño necesario, estar fabricados de materiales inertes que no liberen sustancias tóxicas o que reaccionen con la solución nutritiva, prefiriéndose así los de plástico.

Las formas dependen principalmente del sistema hidropónico elegido, destacándose las bolsas y sacos de plástico, macetas, (**Fig. 23**).



**Figura 23 Bolsas y sacos de plástico para hidroponía**

### **Solución nutritiva**

La nutrición de las plantas en hidroponía se brinda a través de una solución nutritiva balanceada y equilibrada que se formula a partir de un análisis de agua, especie vegetal a cultivar, su etapa fenológica y las condiciones ambientales que se tengan. La solución nutritiva es un conjunto de sales minerales disueltas en el agua, que puede variar su proporción dependiendo de la especie y la etapa fenológica de la planta la receta o formula se ira modificando de acuerdo con la demanda que presente el cultivo durante su desarrollo. En este sentido, podemos indicar que algunos de ellos forman las estructuras cuantitativamente más importantes o activas en el metabolismo, y por lo tanto son requeridos en cantidades relativamente elevadas. Se denominan elementos mayores o macronutrientes, los que son requeridos en orden de g/L de solución y en este grupo se encuentra el C, H, O, N, P, K, Ca, Mg y S. Otros denominados elementos menores o micronutrientes. Estos se requieren en orden de mg/L de solución y entre ellos figuran el Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo, Ni y Cl.

### **Macronutrientes**

#### **Nitrógeno (N)**

Es el elemento más abundante en las plantas luego del C, H y O. El N forma parte de las proteínas constituyendo el armazón de la estructura subcelular, y de diversos orgánulos como cloroplastos, mitocondrias y peroxisomas dónde ocurren numerosos procesos metabólicos. El N es absorbido en forma de ión  $\text{NO}_3^-$  - fundamentalmente, o como  $\text{NH}_4^+$ . La absorción de N en forma de pequeñas moléculas orgánicas (aminoácidos) es pequeña por las raíces, mientras que por vía

foliar dicha absorción es mayor. Las plantas presentan un color verde intenso y se promueve el crecimiento de hojas y tallos.

### **Fosforo (P)**

Es un elemento fundamental debido a que forma parte de la estructura básica de la energía química ATP (adenosin trifosfato), el cual es utilizado en la fase oscura para la asimilación de CO<sub>2</sub> y la formación de azúcares como la glucosa. Sin este elemento el desarrollo y crecimiento de la planta no existiría. El P (PO<sub>4</sub>-3) es un constituyente fundamental de los ácidos nucleicos (ARN y ADN) y nucleótidos. el fósforo es importante para el desarrollo inicial de las plantas, debido a que provoca un crecimiento inicial rápido en raíces, tallos y hojas. Estimula una floración vigorosa.

### **Potasio (K)**

Es un activador de procesos metabólicos los cuales implican la conservación del agua en la planta y la presión de la turgencia de las células, mediante la apertura y cierre estomático, esto significa que al no tener las plantas cantidad adecuada de potasio se deshidratarían por efecto de las altas temperaturas. La falta de apertura de estomas imposibilita la transpiración del agua de las hojas de las plantas hacia la atmósfera ocasionando que las raíces dejen de absorber agua para reemplazar el agua que se ha perdido por las hojas, ocasionando la falta de translocación y movimiento de los nutrientes del suelo hacia las hojas. Debido a su alta solubilidad y contenido de nitrato, el nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) es la fuente dominante de K. Otra fuente común es el MKP (Fosfato mono potásico).

### **Calcio (Ca)**

El calcio (Ca<sup>+2</sup>) es utilizado en la síntesis de la pared celular, siendo el componente estructural de la laminilla media, que separa las células recién formadas. El Calcio reduce el ablandamiento de frutos y su deterioro, un nivel adecuado de calcio en los tejidos inhibe la acción de enzimas poligalacturonasas que causan el rompimiento de la membrana y senescencia de los tejidos.

Fuentes aportadoras de calcio:

- Nitrato de calcio.
- El cloruro de calcio se puede usar como fuente de Cl y de Ca (para tomates).

### **Magnesio (Mg)**

El magnesio constituye el núcleo de la molécula de clorofila y se une covalentemente al ATP por lo que interfiere en la síntesis de proteínas, unión y estabilidad de las subunidades ribosomales en la transcripción. El magnesio ayuda al almacenamiento de los azúcares en la planta, indispensables en la formación de los carbohidratos, aceites y grasas como cofactor enzimático. La Fuente de magnesio puede ser el sulfato o nitrato de magnesio.

### **Micronutrientes**

#### **Hierro (Fe)**

Es de gran importancia por su participación en los sistemas redox biológicos como cofactor enzimático. Forma parte de la estructura de: citocromo (paso final de la respiración), citocromo oxidasa (transporte de electrones), catalasa, peroxidasa y ferredoxina (compuesto encargado de aceptar el electrón proveniente del fotosistema I capturado durante el día). La carencia de hierro en las plantas se manifiesta con clorosis internerval en las hojas jóvenes, debido a que este elemento no se moviliza rápidamente desde las hojas más viejas.

#### **Manganeso (Mn)**

El manganeso desempeña un rol importante en la fotosíntesis como transportador de electrones entre el agua y el fotosistema II interviene como activador de numerosas enzimas. Ayuda a las semillas a formar carbohidratos en la germinación. Se encuentra envuelto en los procesos de oxidación-reducción en el sistema fotosintético del transporte de electrones.

#### **Cobre (Cu)**

Este elemento actúa como vehículo para el transporte de oxígeno, ayudando a la respiración de las plantas, pero también es tóxico en altas concentraciones. Su mayor importancia radica en su participación del proceso redox, tiene características

similares a las del hierro. El cobre es un componente de la proteína del cloroplasto denominada plastocinina.

### **Zinc (Zn)**

Permite la fijación del nitrógeno en la planta, y forma parte de las enzimas y fitohormonas (hormonas vegetales) que es fundamental en la síntesis de auxinas, especialmente en la ruta metabólica del triptófano que conduce a la formación del ácido indolacético. Este elemento posee movilidad intermedia una vez que es absorbido.

### **Boro (B)**

Es indispensable para la fijación de nitrógeno y para que el floema (conducto por donde la planta transporta los nutrientes) cumpla su función de transportador de fotosintatos elaborados y azúcares a través del floema; también participa en la síntesis del ácido giberélico y en el metabolismo del ARN. Otra función importante es su participación en el proceso de floración, germinación del tubo polínico y el crecimiento de los frutos. El papel de mayor peso del boro está en la germinación del tubo polínico y su viabilidad para recibir el polen ya que sin estos no hay fecundación. También participa en el transporte del potasio hacia los estomas (lo que ayuda a regular el equilibrio interno del agua).

### **Molibdeno (Mo)**

El Mo se encuentra en las plantas como anión en su forma de oxidación más alta Mo (VI), aunque también se presenta como Mo(V) y Mo (IV). Participa en reacciones de transferencia de electrones, su absorción se realiza como anión molibdato ( $\text{MoO}_4$ ) por mecanismos activos. El primer síntoma de carencia es una clorosis general internerval y posterior necrosis de las hojas más maduras. Se puede ver frenada la formación de la flor o provocar su pérdida prematura. Aunque las plantas requieren sólo pequeñas cantidades de Mo, algunos suelos no tienen los contenidos adecuados.

## **Cloro (Cl)**

Es un soluto osmótico activo de gran importancia. Así, está implicado en el mecanismo de apertura/cierre de estomas junto con el potasio y en diversos movimientos o nastias. También está implicado en la fotólisis del agua con emisión de oxígeno en el fotosistema II. Participa en fosforilación cíclicas y no cíclicas.

## **Níquel (Ni)**

La ureasa es la única enzima conocida en las plantas que contenga Ni, aunque los microorganismos fijadores de N requieren de Ni para activar la enzima que reincorpora parte del H gaseoso generado durante la fijación. Las plantas con carencia de Ni acumulan urea en sus hojas y en consecuencia manifiestan necrosis en sus extremos.

## **Los puntos para considerar en el cálculo y en la preparación de la solución nutritiva**

- Tener un análisis químico reciente de la fuente de agua.
- Conocer y tomar en cuenta las características del equipo de inyección.
- Conocer el contenido exacto de los fertilizantes.
- Preparación de tanques:

## **Nunca mezclar en el mismo tanque:**

- Calcio con sulfatos.
- Calcio con fosfatos.
- Nunca pasar del límite de solubilidad (buscar en la hoja técnica).

## **Factores que afectan la solución nutritiva**

**Calidad del agua:** Todas las fuentes de agua naturales contienen algunas impurezas, algunas son benéficas para el crecimiento de las plantas y otras son perjudiciales; si se pretende iniciar un proyecto de hidroponía, se debe hacer un análisis químico del agua.

El análisis debe contemplar cuando menos:

- Sólidos totales (idealmente no debe sobrepasar los 250 ppm, si el valor es de 3000 ppm no deberá usarse).
- Cloruros (si los sólidos totales exceden los 500 ppm).
- Dureza (para ajustar los niveles de calcio y magnesio en la solución nutritiva).
- Metales pesados (deben estar libres de sulfuros y cloros ya que en ciertas cantidades son tóxicos para las plantas).

**Temperatura de la solución:** La temperatura radicular es muy importante para la mayoría de los cultivos. De manera general, la temperatura de las raíces no debe bajar de 13°C ni estar sobre los 30°.

**Oxigenación:** En la zona radicular se debe tener muy buena oxigenación, ya que los pelos radiculares requieren O<sub>2</sub> para realizar sus procesos fisiológicos.

**pH:** El rango que debe manejarse es de 5.5 a 6, aunque algunos autores lo manejan hasta 6.5. Si el pH se encuentra por debajo o por arriba de este rango algunos elementos reaccionan y forman compuestos insolubles.

**Conductividad eléctrica (CE):** Es una medida indirecta de cuantificar la concentración de aniones (nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.) o cationes (potasio, calcio, magnesio, etc.), en otras palabras, es una medida aproximada para saber si se está aplicando la cantidad suficiente de nutrimentos en la solución nutritiva y si nuestro cultivo los está asimilando. Para esto, se debe medir la CE en los difusores de la solución nutritiva (entrada) y en el drenaje (salida). Para tomate en plántula la CE ideal debe estar entre 1 a 1.5 dS/m (decisiemens por metro), mientras que para la etapa vegetativo-reproductivo debe ser entre 1.5 a 3.5 dS/m, el caso de tomates de especialidad que requieren de cierta cantidad de grados Brix (dulzor) la CE debe de ser más elevada.

Una conductividad eléctrica elevada afecta el crecimiento de las partes vegetativas y generativas por igual, aunque la distribución proporcional de los nutrimentos permanezca siendo la misma. Sin embargo, la conductividad eléctrica más elevada afecta la capacidad de las plantas para absorber agua, aumentando su temperatura con la transpiración.

## Monitoreo nutrimental del tomate

También es recomendable realizar un monitoreo de la solución nutricional de la planta para validar de cómo se está aprovechando, las formas por las cuales podemos realizar el monitoreo son:

- Visualmente.
- Análisis de solución de gotero.
- Análisis de solución de drenaje.
- Análisis foliar (se toma una cantidad de 10 a 20 hojas al azar para el análisis).
- Monitoreo de crecimiento.

## Riego y drenaje

El objetivo central del riego como componente de los sistemas hidropónicos es poner la solución nutritiva a disponibilidad de las raíces de la planta y satisfacer las necesidades hídricas y de nutrimentos del cultivo.

Los criterios para regar van desde los más sencillo, dependiendo de cómo se vea la planta, en base a la radiación acumulada, por básculas, por análisis de curvas de drenaje o por referencias (**Fig. 24,25**).



*Figura 24 Báscula del sistema priva*

## Báscula de medición de riego.

La báscula priva tiene como función poder detectar la cantidad de riegos durante el periodo del día, envía información actualizada a la computadora del sistema priva, esto para corroborar que los riegos estén entrando correctamente con la



acumulación de Joules y así darnos cuenta de que la planta este consumiendo el agua que se inyecta en cada riego que entre durante la programación del día, al igual nos comparte el peso del boli. Algunos puntos importantes a considerar para que la información compartida de la báscula sea real:

- Tener buena nivelación del soporte de la báscula.
- Contener el total de cabezas de la planta sin perder ninguna.
- Tener el total de goteros necesarios (piquetas) por slab.
- La bascula debe estar bien conectada y en buenas condiciones, siempre debe estar prendida.
- Las labores culturales de la planta deben estar al día (deshoje, des brote, raqui y anillado).

fecha	Tiempo				ml				jouis					mL/J				% DREN				CE			JOULES		
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	promedio	IN	OUT	DIF	SUMA RADIACION	Jouis del ultimo riego	Jouis acumulados
3/1/2022	01:24	02:42	01:27	01:24	70	135	73	70	45	62	95	115	125	0.43	2.18	0.77	0.61	15	38	7	20	3.23	7.26	4.03	1772	1463	309
4/1/2022	01:48	02:13	01:28	01:30	90	111	74	75	45	65	95	115	125	0.57	1.71	0.78	0.65	10	32	9	17	3.23	7.3	4.07	1817	1497	320
5/1/2022	01:48	02:16	01:31	01:31	90	114	76	76	45	65	90	115	125	0.56	1.75	0.84	0.66	8	33	12	18	3.28	7.53	4.25	1829	1405	424
6/1/2022	01:48	02:25	01:31	01:26	90	121	76	72	45	65	95	115	125	0.58	1.86	0.80	0.63	11	38	11	20	3.21	7.24	4.03	1890	1446	444
7/1/2022	01:48	02:27	01:30	01:28	90	123	75	74	45	65	95	120	130	0.57	1.89	0.79	0.62	9	37	11	19	3.22	7.49	4.27	1872	1515	357
8/1/2022	01:48	02:30	01:27	01:28	90	125	73	74	45	65	95	120	130	0.55	1.92	0.77	0.62	11	36	8	18	3.4	7.91	4.51	1780	1522	258
9/1/2022	01:48	02:30	01:27	01:31	90	125	73	76	45	65	98	120	130	0.55	1.92	0.74	0.63	16	31	8	18	3.4	8.03	4.63	1733	1534	199
10/1/2022	01:48	02:21	01:30	01:31	90	118	75	76	45	65	98	120	130	0.55	1.82	0.77	0.63	13	29	9	17	3.36	8.53	5.17	1390	1211	179
11/1/2022	01:36	02:30	01:32	01:28	80	125	77	74	45	65	95	120	130	0.58	1.92	0.81	0.62	11	37	11	20	3.27	8.47	5.2	1705	1413	292
12/1/2022	01:48	02:31	01:30	01:30	90	126	75	75	50	65	95	120	130	0.52	1.94	0.79	0.63	13	35	11	20	3.26	8.57	5.31	1683	1394	289
13/1/2022	01:48	02:33	01:31	01:33	90	128	76	78	50	65	95	120	130	0.53	1.97	0.80	0.65	13	30	8	17	3.25	8.8	5.55	1843	1524	319
14/1/2022	01:42	02:36	01:32	01:36	85	130	77	80	50	65	95	120	130	0.47	2.00	0.81	0.67	18	35	13	22	3.26	9.11	5.85	1770	1524	246
15/1/2022	01:36	02:24	01:30	01:38	80	120	75	82	50	65	95	120	130	0.44	1.85	0.79	0.68	21	34	12	22	3.3	9.04	5.74	1839	1518	321
16/1/2022	01:36	02:30	01:32	01:39	80	125	77	83	50	65	95	120	130	0.44	1.92	0.81	0.69	18	37	17	24	3.29	8.8	5.51	1495	1271	224
17/1/2022	01:36	02:27	01:33	01:37	80	123	78	81	50	65	95	120	130	0.50	1.89	0.82	0.68	16	40	8	21	3.29	8.18	4.89	1831	1552	279
18/1/2022	01:36	02:24	01:30	01:32	80	120	75	77	50	65	95	120	130	0.44	1.85	0.79	0.64	20	42	13	25	3.23	8.12	4.89	1664	1416	248
19/1/2022	01:36	02:20	01:27	01:32	80	117	73	77						#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!							0			0

Figura 25 Programación de riego para grape red Paradise

### Programación de riego por periodos y % de dren para la variedad grape Red Paradise.

Independientemente del criterio que se tenga para regar, en los sistemas hidropónicos con sustrato es primordial hacer mediciones de volumen de riego de cada periodo para determinar los porcentajes de dren, pH y conductividad eléctrica

del agua de riego y drenaje (**Fig.26**), ya que finalmente son los mejores indicadores de que tan bien o mal se está regando, y así poder evitar algunas fisiopatías en la fruta como pueden ser por exceso de agua (**Fig.27**), de igual manera es importante la revisión de humedades por la mañana para valorar que tan húmedo está el sustrato para validar si hay que bajarle o aumentarle agua en el riego durante los periodos del día (**Fig.28**).

### **Monitoreo de drenaje**

Es bueno saber y considerar los siguientes puntos durante el monitoreo del drenaje.

- El drenaje es una herramienta, no un objetivo.
- El drenaje está ahí para asegurarse que no se acumulen sales en el sustrato y dañen las plantas.
- Se recomienda diariamente la medición de los niveles de CE de gotero y drenaje.
- De 0.5 a 1.0 de diferencial entre el drenaje y el agua de riego indica un proceso balanceado.
- Usa una medición de volumen de drenaje como apoyo para el riego.
- Las raíces solo existen y prosperan en ambientes húmedos y no salinos. **(No hay agua – no hay raíces) (Hay salinidad - no hay raíces).**



*Figura 26 Lisímetro para estación de drenaje*

**Estación de dren para toma de muestras y mediciones.**

La estación de drenaje es de mucha utilidad para monitorear los riegos que están entrando en cada uno de los periodos del día, y poder corroborar la cantidad que entrar en el gotero y la cantidad de agua que se está drenando del sustrato.



**Figura 27 Daños por exceso de agua en el riego**

**Fruta con daño por exceso de agua (agrietado).**

El agrietado en frutos de tomate se describe como hendiduras concéntricas y radiales, ambas son causadas debido a riegos inconsistentes (demasiada agua seguida de poca agua), crecimiento acelerado en un corto tiempo acompañado de altas temperaturas y humedad.



**Figura 28 Sensor Wet para medición de humedad de boli**

**Medición de humedad, CE y temperatura del sustrato con el sensor Wet.**

En los sistemas hidropónicos en donde la solución nutritiva no se recircula, para evitar acumulación de sales en el sustrato con cada riego se debe propiciar un drenaje de riego de un 10 a 30% de lo aplicado con cada riego.

### Manejo de pH

Para una absorción óptima de nutrientes por la planta es necesario y recomendado mantener un pH de 5.5 – 6.5 en la zona radicular (sustrato) (**Fig.29**).

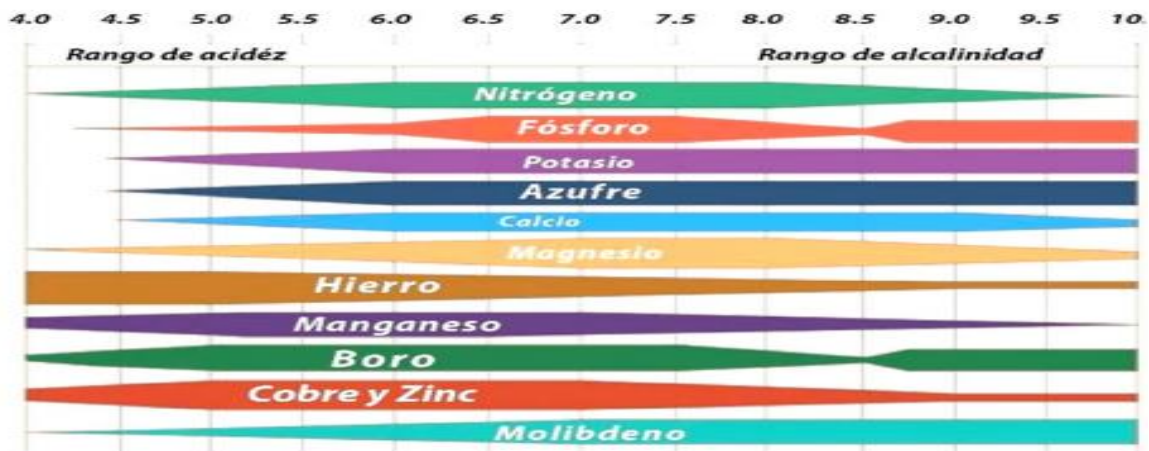
Cuando el pH es alto (> 6.5):

- Baja disponibilidad de micro - nutrientes y de fósforo.

Cuando el pH es bajo (< 5.0):

- Puede afectar el sustrato.
- Baja disponibilidad de fósforo.

“Un pH de una solución nutritiva de 5.5 – 5.8 dará como resultado un pH en la zona de la raíz (sustrato) de 5.8 – 6.2”.



**Figura 29** Medida de pH para un mejor aprovechamiento de nutrientes.

### Condiciones climáticas

El clima de los invernaderos tiene que estar perfectamente balanceado para crear las condiciones óptimas de crecimiento. Esto incluye a la temperatura, luz,

humedad del aire y la concentración de CO<sub>2</sub>. Priva suministra una gran variedad de sensores.

## **Luz**

La energía solar es el factor ambiental más influyente sobre el crecimiento de las plantas, ya que de ella depende la mayoría de los procesos biológicos, incluyendo la fotosíntesis, que es el proceso de conversión de la materia inorgánica en orgánica, constituyendo la base de todas las cadenas alimenticias de la planta.

La luz también interviene en los procesos de movimiento y formación de la planta en los tropismos, la orientación, el alargamiento del tallo, la formación de pigmentos y la clorofila.

## **Temperatura**

La temperatura afecta directamente las funciones de la fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la membrana celular, absorción de agua y nutrientes, transpiración, actividades enzimáticas, etc. Las reacciones biológicas de importancia no pueden desarrollarse si la temperatura está por debajo de 0 °C, o por encima de 50 °C.

La temperatura óptima varía según las variedades, pero casi siempre está comprendida entre 10° - 25 °C. Las plantas pueden tolerar temperaturas más bajas durante períodos cortos de tiempo, pero debe evitarse acercarse a este valor letal ya que pueden sufrir de algún estrés y puede llegar a perder fuerza en su desarrollo.

## **Humedad relativa**

Es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la que tendría si estuviera completamente saturada. Se expresa en porcentaje. La humedad ambiental afecta el metabolismo de la planta, ya que, si la humedad es demasiado alta, el intercambio gaseoso queda limitado y se reduce la transpiración y por consiguiente la absorción de nutrientes, y si es demasiado baja se cierran los estomas de la planta y se reduce la tasa de fotosíntesis. Una humedad relativa alta

también tiene influencia sobre la presencia de enfermedades principalmente fungosas (hongos), la humedad relativa ideal es de un 80 – 90 % para tomate.

### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

El CO<sub>2</sub> es el nutriente más importante de los cultivos, ya que contiene aproximadamente un 44 % de carbono y una cantidad similar de oxígeno. El aire es la única fuente de CO<sub>2</sub> para las plantas y su contenido no excede el 0,03 % (300 ppm). A pesar de la importancia del CO<sub>2</sub>, se ha prestado poca atención a la denominada nutrición carbónica. En el caso del tomate que se estima que la tasa de crecimiento bajo condiciones normales de luz disminuye el 80 % cuando la concentración de CO<sub>2</sub> disponible cae por debajo de 100 ppm y aumenta el 20% cuando la concentración alcanza 1.000 ppm.

Para tener un buen manejo de condiciones climáticas es recomendable estar monitoreando las cajas de medición que se encuentran dentro del invernadero, revisar que estén a la altura deseada sobre el punto de crecimiento de la planta, que tenga agua suficiente, que funcione el ventilador y que la mecha está húmeda, considera que deben estar a una altura no mayo a 35 cm de la cabeza de la planta **(Fig.30)**.



*Figura 30 Cajas de mediciones de condiones climáticas dentro de invernadero*

### **Caja de Medición Priva**

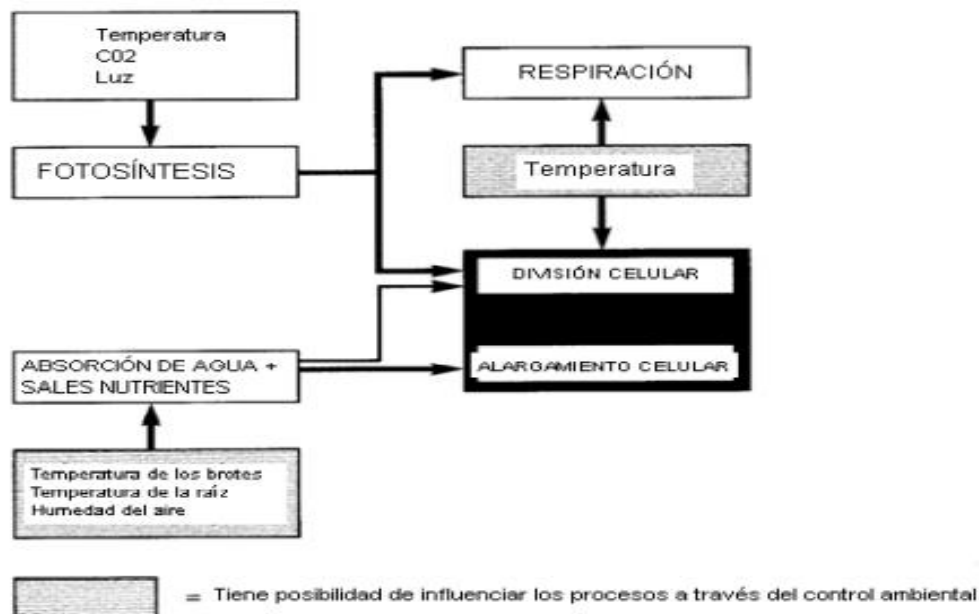
La caja de medición Priva (T+HR) mide la temperatura y humedad relativa del aire del invernadero. Este sensor confiable y de fácil mantenimiento es la base para un control preciso del clima de su invernadero.

## Fisiología de la planta de tomate

El objetivo principal de la fisiología consiste en aumentar el tamaño y el peso de nuestra planta, también debemos cumplir con las exigencias que nos demande el cultivo durante su ciclo. Los principios básicos para los cuales debemos dar un buen manejo a nuestro cultivo son:

- Fotosíntesis
- Respiración
- División y alargamiento celular
- Transpiración - Absorción de agua
  - Absorción de sales nutritivas
  - Enfriamiento de las hojas

En la **Fig.31**, se muestran los principios básicos de la fisiología los cuales los debemos de conocer muy bien durante nuestro cultivo.



**Figura 31 Principios básicos para dar un buen manejo a nuestro cultivo**

### Principios básicos de la fisiología

#### Crecimiento de la planta

Una planta debe aumentar de tamaño y peso con los cambios de generativo a vegetativo, con el buen manejo técnico.

La planta se suministra de todo tipo de materias primas, para transformarlas en todo tipo de componentes de ella misma. Los componentes de la planta el principal es el punto de crecimiento donde se fabrican las hojas, raíces, brotes etc.

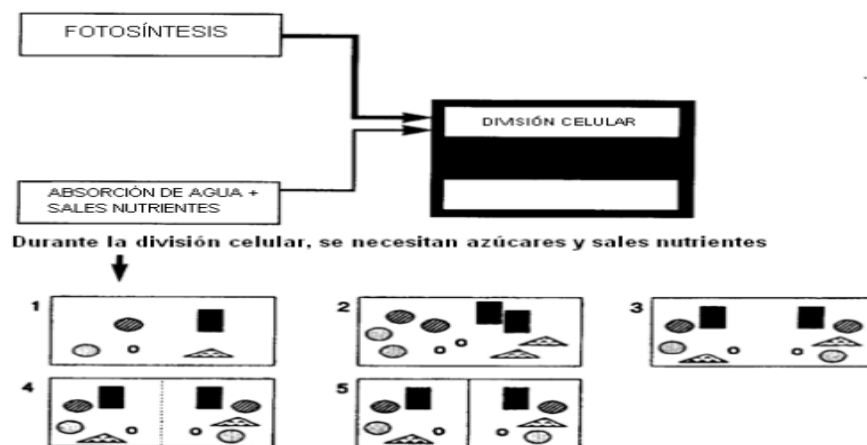
La planta atrae las materias primas a través de varios canales siendo estos los siguientes:

- Hechos por ella misma - Azúcares (fotosíntesis)
- Absorbidos por el aire - CO<sub>2</sub>
- Absorbidos por el suelo (sustrato) - Agua y sales nutritivas

### División celular

Una planta se compone de células por lo cual trabajamos con un ser vivo. Las células en los puntos de crecimiento se dividen entre dos, y todas las partes de la célula se duplican, lo cual se conoce como: **división celular**.

Para producir partes de la membrana celular y de la célula, se necesitan azúcares, los cuales se suministran de las hojas (fotosíntesis). También se necesitan, sales nutritivas disueltas en el agua (solución nutritiva) que entran a la planta a través de las raíces (**Fig.32**).



**Figura 32** División celular

### Alargamiento celular



Después de la división celular, sigue el alargamiento celular. Las dos células nuevas se expanden con agua hasta que tiene el mismo tamaño que la célula original, haciendo que la planta gane peso. Para el alargamiento celular, principalmente se necesita agua, pero también se necesitan azúcares y sales nutritivas.

**El crecimiento** significa aumentar el peso y tamaño de la planta. Esto se logra a través de la **división celular** seguida del **alargamiento celular**. Principalmente, se necesitan azúcares para la división celular y agua para el alargamiento celular. La luz, la temperatura (raíz y brotes), el CO<sub>2</sub> y la humedad del aire tienen influencia sobre la división y el alargamiento celular.

### **Fotosíntesis, respiración y CO<sub>2</sub>**

La fotosíntesis es el proceso de fijar el dióxido de carbono y el agua en las hojas de la planta para producir azúcares que se usan para la energía y el crecimiento. Cuando la temperatura es alta y la humedad es normal, se abrirán más estomas que dejarán entrar dióxido de carbono para una fotosíntesis activa. Si el aire es excesivamente seco y la planta se está marchitando, las aberturas de los estomas se cierran, por lo que se reduce la actividad fotosintética, y, finalmente, el crecimiento de la planta. La calidad del cultivo depende de las condiciones que promuevan una fotosíntesis óptima, y la humedad desempeña una función en este proceso. La planta también necesita de azúcares para su crecimiento, los cuales ella misma los produce. Esta reacción se conoce como FOTOSÍNTESIS o ASIMILACIÓN.

La ecuación de la fotosíntesis es:



La fotosíntesis puede verse influenciada por la temperatura, la luz, el CO<sub>2</sub> y el agua. El agua para la fotosíntesis se extrae de las células de la planta. Con un buen suministro de agua, siempre habrá suficiente agua disponible para asegurar una fotosíntesis óptima.

Los azúcares se utilizan para dos fines:

- Materias primas para nuevas células de la planta.
- Respiración (fuente de energía).

Los azúcares se forman principalmente en las hojas verdes, y se transportan de las hojas a los puntos de crecimiento. Ahí, se forman las nuevas células de la planta y los azúcares se utilizan como materias primas. Después de varios días soleados, la planta ha producido tantos azúcares que la producción de nuevas células continúa durante la noche. Con una tasa elevada de fotosíntesis, aumenta la concentración de azúcar en las hojas.

#### Fotosíntesis- respiración

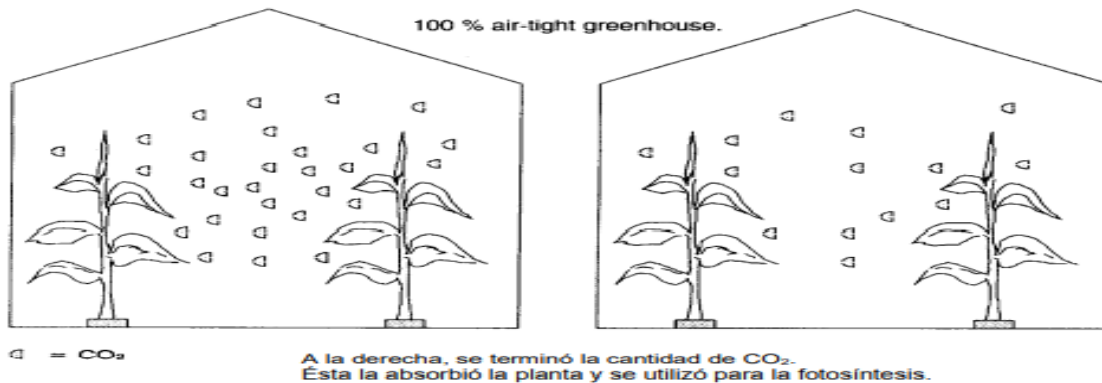
La planta respira y durante este proceso se consume azúcar. La energía de la luz es necesaria para la producción de azúcar, y ésta se libera de nuevo durante la descomposición del azúcar. La respiración tiene lugar en todas las partes de la planta (por ejemplo, en las raíces para la absorción activa de agua). La respiración es el proceso inverso de la fotosíntesis.

La respiración produce CO<sub>2</sub> y agua y continúa durante el día y la noche. El CO<sub>2</sub> se libera durante la noche, pero la planta no lo utiliza. En la madrugada, la concentración de CO<sub>2</sub> en el invernadero regularmente es alta, debido a su producción en la respiración. Durante el día, la cantidad que se absorbe de CO<sub>2</sub> es mucho más alta que la cantidad producida durante la noche.

#### **Factor límite**

Cuando se controla el ambiente, es importante sincronizar los diferentes factores climáticos entre ellos. El factor con mayores restricciones es la tasa de fotosíntesis.

El CO<sub>2</sub> es necesario para la producción de azúcar. Con un equipo sensible, se puede determinar la cantidad de CO<sub>2</sub> que la planta ha absorbido del aire del invernadero. Esto también ofrece la posibilidad de medir la fotosíntesis (**Fig.33**).



**Figura 33 Cantidad de CO<sub>2</sub> dentro de invernadero**

Una planta absorbe CO<sub>2</sub> bajo la influencia de la luz. En condiciones de poca luz, la absorción de CO<sub>2</sub> es baja y el incremento de CO<sub>2</sub> a niveles altos no es muy benéfico.

El objetivo del Grower o técnico es acelerar la tasa de la fotosíntesis. Las principales herramientas para lograrlo son la temperatura, la concentración de CO<sub>2</sub> y la luz. Es importante que estos factores estén en equilibrio entre ellos.

### **Transpiración**

Es el proceso donde las plantas absorben agua a través de las raíces y, luego, producen vapor de agua a través de sus poros de sus hojas. Mientras más seca sea la temperatura del aire, más rápida es la transpiración de la planta. En cambio, si el aire es muy húmedo, la planta no absorbe mucha agua del sustrato, lo que también significa que hay poca absorción los elementos nutricionales. Los estomas están en la superficie de las hojas, y en su abrir y cerrar influyen la luz, el CO<sub>2</sub> y el agua. Cuando la humedad en el aire del invernadero es más baja, el vapor de agua transpira desde los estomas. Las altas temperaturas de la hoja aumentan la tasa de transpiración desde los estomas al aire.

### **Monitoreo de la fenología de la planta y equilibrio del cultivo vegetativo – generativo**

Para el monitoreo de la fenología de la planta se consideran los siguientes parámetros que se muestran en la siguiente tabla, los cuales son de mucha

importancia para cualquier ajuste que se tenga que realizar en el manejo del clima y nutrición.

Parámetros	Unidad
Longitud de crecimiento	cm/semana
Grosor del tallo	mm
Distancia de la cabeza al racimo en floración	cm
Longitud de la hoja	cm
Numero de hojas por planta	Hojas
Numero de frutas por planta	
Racimos por planta	

Medición del crecimiento por semana (**Fig.34**).



**Figura 34** Medición de crecimiento de una planta de tomate

Cada uno de los parámetros se realizan una vez por semana coincidiendo que se realicen el mismo día de cada semana para tener datos precisos. Fuerza del crecimiento (**Fig.35**).



**Figura 35** *Medición de la fuerza de crecimiento*

La medida del punto de crecimiento de la planta se realiza una vez por semana, dejando siempre una marca para saber de qué parte se va a tomar la siguiente medida monitoreando un total de 20 plantas distribuidas dentro de la densidad del invernadero y con la misma cantidad de plantas por válvula de riego.

Crecimiento de la hoja (**Fig.36**).



**Figura 36** *Crecimiento de la hoja verdadera*

La medición de la hoja, se le realiza a la hoja más verdadera por debajo del crecimiento de la cabeza, esto para ir determinado el buen desarrollo y la cantidad de hojas que nos forma por semana por cada 3 hojas que se forme también se formara un racimo en algunas variedades, considerar que las hojas son por las cuales se realiza la fotosíntesis, el buen llenado de la fruta y también ayuda a que la planta transpire mejor.

Una planta de tomate bola equilibrada debe de tener las siguientes características durante la medición de la fenología.

- Diámetro del tallo de 11-12 mm.
- Desarrollo de crecimiento 25 cm.
- Distancia de la cabeza al racimo en floración 15 cm,
- Longitud del tallo floral 4 cm.
- Longitud de la hoja de 39-46 cm.

### **Equilibrio de la planta de tomate generativo – vegetativo**

Un cultivo vegetativo usa más asimilados para su propio mantenimiento y almacena el exceso de azúcar como almidón, en las hojas que se tornan cortas y gruesas. Un cultivo generativo mantiene sus frutos utilizando la mayor parte de los asimilados, resultando en un rendimiento precoz, sin embargo, los crecimientos débiles que se suelen dar en condiciones muy generativas dan más tarde pobres resultados y suele ocurrir un mayor riesgo en los ciclos de carga y descarga de asimilados, teniendo como resultado una pobre calidad del fruto.

Un cultivo generativo es un cultivo delgado con hojas oscuras, lo que también podría significar un cultivo débil. Es importante estar siempre observando la fortaleza del ramillete. Un cultivo que luce fuerte no necesariamente es un cultivo vegetativo.

<b>Parte de la planta</b>	<b>Generativo</b>	<b>Vegetativo</b>
Cabeza de la planta	Delgada	Grueso y de un color verde exuberante
Flores	Justo por debajo de la cabeza	Muy por debajo de la cabeza
	Apertura rápida y total	Apertura lenta y pobre
	Amarillo oscuro	Amarillo pálido
Tallo floral o racimo	Grueso, corto y doblado	Delgado, largo y recto
Hojas	Cortas, oscuras y fuertes	Largas, verdes pálidas y suaves
	No hay deficiencia de magnesio	Severa deficiencia de magnesio
Frutos	Grandes	Pequeños
	Muchos y de buena calidad	Pocos y de mala calidad
	Crecimiento rápido	Crecimiento lento
Relación frutos/hojas	Alto	Bajo

#### Repercusiones de no balancear la planta vegetativa

- Frutos pequeños y maduración tardía.
- Problemas de cuajado de fruto.
- Riesgo de daño durante el enrede o tutoreo.
- Riesgo de enfermedades (hongos y bacterias).

#### Repercusiones de no balancear la planta generativa

- Agotamiento rápido de la planta.
- Mayor vulnerabilidad a cualquier estrés.
- Lenta recuperación.
- El ciclo de producción es más corto.

Nuestra misión principal como Grower durante nuestro ciclo del cultivo es mantener una planta balanceada para ir originando buenos racimos y lograr una buena producción en kilos, las condiciones requeridas para tener un buen balance y poder hacer una planta generativa y vegetativa se muestran a continuación.

#### Acciones para hacer una planta vegetativa

- Temperatura media 24 horas ↑.
- Diferencia de la temperatura día – noche ↓.
- Humedad relativa ↑.
- Temperatura en la raíz superior que la de la cabeza.
- Niveles de radiación bajos.
- CE en el sustrato ↓.
- Comienzo de riegos más temprano.
- Cese del riego más tarde.
- ↑ Mayor frecuencia de los riegos.
- ↓ Menores condiciones de estrés.
- Nutrición  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ .

#### Acciones para hacer una planta generativa

- Temperatura media 24 horas ↓.
- Diferencia de la temperatura día – noche ↑.
- Humedad relativa ↓.
- Temperatura en la raíz inferior que la de la cabeza.
- Niveles de radiación altos.
- Comienzo de riego más tarde.
- Cese del riego más temprano.
- ↓ Menor frecuencia de los riegos.
- ↑ Mayores condiciones de estrés.
- Nutrición  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$ .

#### **Guía indicativa para tomate bola**



<b>Proceso</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Velocidad de floración, ramillete por semana	0.5	1.1
Carga de fruta por planta, por m <sup>2</sup>	48	78
Velocidad y cosecha, ramilletes por semana	0.6	1.6
Numero de frutas cosechadas por semana por m <sup>2</sup>	14	43
Rendimiento por semana, Kg por m <sup>2</sup>	0.9	2.8
Peso promedio del fruto	62	90
Grosor del tallo, mm	8	13

El balance en el cultivo de tomate se logra manteniendo un balance entre las necesidades de asimilados para el mantenimiento de la planta y las necesidades para el crecimiento de esta, por una parte, y la cantidad de azúcares que se transporta al fruto por otra parte. Cuando la temperatura es alta y el nivel de radiación es bajo, todos los asimilados producidos se podrían perder en respiración, mientras que, a bajas temperaturas y altos niveles de radiación, la acumulación de azúcares tenderá a ocurrir en las hojas. En resumen, siempre habrá una relación o influencia entre la tasa de cuajado de frutos y la tasa de crecimiento de la planta, es decir el crecimiento reproductivo versus el crecimiento vegetativo.

Las raíces siempre recibirán la menor cantidad de asimilados y por lo tanto una planta en balance debe también permitir un buen crecimiento de la raíz, una aparición regular de buenas raíces es por lo tanto un signo de balance. Por lo tanto, es importante entender las relaciones fuente-demanda dentro del cultivo. La “fuente” son las hojas fotosintéticamente activas. La “demanda” son los frutos y los meristemas (iniciación floral, iniciación del tallo y desarrollo de raíz).

#### Manejo del crecimiento del cultivo

Para poder tomar la decisión correcta debemos de conocer cómo va evolucionando la fenología de la planta. Esto puede ser realizado mediante registros semanales de varios parámetros del cultivo. Dependiendo del ciclo de crecimiento nosotros podemos predecir el rendimiento de las próximas semanas de cosecha, después de la floración, cuyo lapso varía de 5.5 a 8 semanas.

## Manejo de abejorros y polinización en tomate

El uso de abejas y abejorros en polinización de diferentes cultivos nos ayudan a mejorar la calidad y la cantidad del cuaje de los frutos, a la vez que permiten reducir considerablemente el uso de productos químicos utilizados con este mismo fin.

### Taxonomía del abejorro

El abejorro es un insecto perteneciente al Orden Himenóptera, con más de 100 000 especies descritas. De este amplio grupo, se incluyen en la superfamilia Apoidea, y a su vez en la familia Apidea, conocidos vulgarmente como abejas.

Los abejorros se clasifican en 3, iniciando con la Reina tiene un tamaño mayor, entre 20-22 mm, antes con 12 artejos; abdomen constituido por 6 terguillos y 6 externitos; el aguijón es manifiesto. Las obreras son las que más trabajan durante la polinización, presentan las mismas características que la reina, pero son de menor tamaño, de 11- 17 mm. Los machos son de tamaño intermedio de 14-16 mm, con antenas de 13 artejos, la región dorsal del abdomen está formada por 7 terguillos visibles.

Qué hacer con la colmena.

- Introducirla cuando el 5-10% de las flores están abiertas.
- Colocarla sobre una superficie plana y nivelada forma plataformas por lo menos 3-5 pies de alto (1.0-1.5m).
- Dejar espacio delante de la apertura de vuelo.
- Protegerla de la luz solar directa.
- Distribuir las por todo el invernadero, preferiblemente separado. Un máximo de 6-8 colmenas juntas (**Fig.37**). Alternar la orientación de la puerta (una al Norte, otra al Sur, etc.)
- Eliminar las viejas cuando cumplan su periodo de vida que son mínimo 8 a 10 semanas de su ingreso al invernadero dependiendo como se encuentre su población.
- Tener cuidado con los tratamientos de plaguicidas y fungicidas.



**Figura 37 Colocación de abejorros dentro de invernadero**

#### Temperatura y humedad en la polinización en invernadero

Los abejorros polinizan prefieren temperaturas de 17-25 ° C, humedad relativa de 60-80% y flores de forma regular (apertura fácil y color amarillo brillante) para polinizar. Los abejorros son los polinizadores naturales ideales para este cultivo debido a su tamaño y potentes músculos del vuelo. En su visita a la flor, los abejorros se cuelgan de la misma, cogiéndola con sus mandíbulas y haciéndola vibrar, lo cual produce el zumbido característico que solemos escuchar en fincas de tomate (**Fig.38**).



**Figura 38 Abejorro polinizando la flor de tomate**

Transcurridos unos días desde la polinización, aparecen unas marcas oscuras en la flor producidas por las mordeduras del polinizador durante dicho proceso (se puede apreciar en la imagen de la izquierda), lo cual es uno de los mejores indicadores para el agricultor de que las flores están siendo visitadas por el mismo y por lo tanto sus cultivos se están polinizando de manera adecuada (**Fig.39**).



**Figura 39 Flor polinizada al 100 %**

Para tomates tipo bola y saladette, se recomienda una colmena por cada 2.000 m<sup>2</sup>, mientras que para tomate Cherry, una colmena por cada 1.500 m<sup>2</sup>.

### **Mantenimiento a los abejorros**

Los abejorros también requieren de un buen mantenimiento para asegurar su buen funcionamiento se tiene que dar mínimo una vez por semana en el cual se les realiza una limpieza general (**Fig.40**), también se aprovecha para revisar población, agregarles biogluc para su alimentación.



**Figura 40 Mantenimiento de abejorros**

### **Estrategias de clima y riego implementadas para mejores rendimientos en tomate bola.**

Manejo de temperaturas dentro del invernadero de alta tecnología con el movimiento de las ventanas en el cultivo de tomate bola variedad Foronti con portainjerto Maxifor bajo invernadero de alta tecnología (**Fig.41**), con base al porcentaje de máximo y mínimo de abertura de ventanas y los rangos que se tienen

que respetar para equilibrar las temperaturas pedidas (Fig.42), en la imagen (Fig.43), se muestra el efecto de la estrategia durante los periodos de abertura y de temperatura. También se muestra el programa de riego generativo para el cultivo con cada uno de los periodos programados diariamente (Fig.44).

1	Period	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
2	Activated	NO	NO	NO	YES	NO	NO
3	Period	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
4	Start time	5:30	7:30	9:30	15:30	---	---
5	Ventilation temperature	8,0	18,0	25,0	23,0	---	---
7	Rad : adjustment ventilation	L	L	L	L	---	---
8	Radiation sum : adjustment ventilation	L	L	L	L	---	---
9	1 Hum : adjustment ventilation	L	L	L	L	---	---
9	2 Hum : adjustment ventilation	L	L	L	L	---	---
11	Time cool down	0:00	0:30	0:20	0:20	---	---
12	Time heat up	0:00	0:30	0:30	0:30	---	---

-CALCULATED/MEASURED-		
13	1 Calc ventilation temperature	23,0
13	2 Calc ventilation temperature	23,0
14	Ventilation corr. active	NONE
15	24-hrs ventilation temperature	19,4

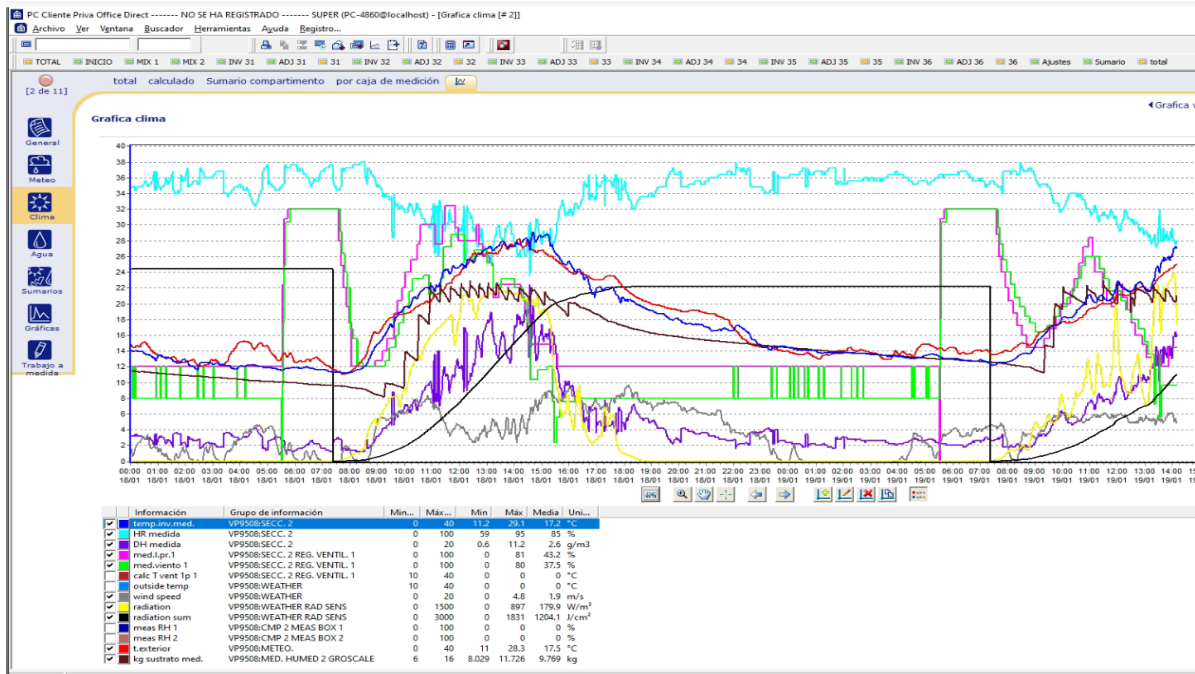
Figura 41 Programación de temperaturas dentro de invernadero en sistema priva

### Programación de temperatura con el movimiento de ventanas en el sistema priva.

1	Period	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
2	1 Activated	NO	NO	YES	NO	NO	NO
2	2 Activated	NO	NO	YES	NO	NO	NO
3	1 Period	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
3	2 Period	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
4	1 Start time	5:30	7:30	9:00	15:30	---	---
4	2 Start time	5:30	7:30	9:00	15:30	---	---
5	1 Max vent lee	80	85	85	70	---	---
5	2 Max vent lee	80	85	85	70	---	---
6	1 Min vent lee	30	30	30	30	---	---
6	2 Min vent lee	30	30	30	30	---	---
7	1 Max vent wind	80	85	85	70	---	---
7	2 Max vent wind	80	85	85	70	---	---
8	1 Min vent wind	0	0	0	0	---	---
8	2 Min vent wind	0	0	0	0	---	---
9	1 P band lee	2,0	10,0	10,0	10,0	---	---
9	2 P band lee	2,0	10,0	10,0	10,0	---	---
11	1 P band wind	2,0	10,0	10,0	10,0	---	---
11	2 P band wind	2,0	10,0	10,0	10,0	---	---
14	1 Max logging wind	0,0	0,0	0,0	0,0	---	---
14	2 Max logging wind	0,0	0,0	0,0	0,0	---	---
15	1 Min logging wind	0,0	0,0	0,0	0,0	---	---
15	2 Min logging wind	0,0	0,0	0,0	0,0	---	---
16	1 Hum : increase min lee	L	L	L	L	---	---
16	2 Hum : increase min lee	L	L	L	L	---	---
17	1 Hum : increase min wind	L	L	L	L	---	---
17	2 Hum : increase min wind	L	L	L	L	---	---
22	1 Weather infl min vent	NO	NO	NO	NO	---	---
22	2 Weather infl min vent	NO	NO	NO	NO	---	---
23	1 Hum infl max vent	NONE	NONE	NONE	NONE	---	---
23	2 Hum infl max vent	NONE	NONE	NONE	NONE	---	---
24	VENT CONTROL	1	2				
25	Vent lee position storm	1	1				
26	Vent wind position storm	0	0				

**Figura 42 Programación con manejo de ventanas con el sistema priva**

Rangos mínimos y máximos con los que se abrirán las ventanas para buscar la temperatura solicitada, tomando en cuenta los movimientos para llegar a la abertura deseada.



**Figura 43 Se muestra gráficamente el movimiento de ventanas para buscar los programado en el sistema priva**

Se puede observar mediante las líneas color rosa y verde como van abriendo las ventanas a la hora programada buscando la temperatura desde que inicia el primer periodo de 5:30 am buscando temperatura dentro de invernadero de 8 °C, buscando como objetivo tener una planta más generativa con buenos tamaños y calidad de fruta, logrando también una mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes contenidos en el sustrato.

**Ajustes grupo de válvulas**

		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5
1	Phase					
2	Time	3'00	4'00	2'00	2'00	0'00
3	Quantity	70,0	100,0	75,0	60,0	0,0
4	Recipe number	6	6	6	6	6
5	Number of times phase	1	1	1	1	1

6	Unit of quantity	m1
7	Priority	NORM
8	Use quantity & time	YES
9	Radiation adj. quant & time	0
10	Use recipe number	YES

11	Start	NO
12	Wait	NO

**-CALCULATED/MEASURED-**

14	Status valve group	REST
----	--------------------	------

**Figura 44 Programación de riego en el sistema priva**

Programa de riego con cantidad de ml por cada periodo y el tiempo en el que debe inyectar cada uno de los riegos cumpliendo la cantidad requerida, en la (Fig.45) se muestra el programa de la cantidad de Joules que se tienen que acumular para cada uno de los riegos.

**Estrategia de inicio**

1	Automatic/manual start	YES	NO				
2	Period	Per1	Per2	Per3	Per4	Per5	Per6
3	Activated	NO	NO	NO	NO	YES	NO
4	Period	ON	ON	ON	ON	ON	ON
5	Start time	6:57	9:19	10:38	13:33	14:51	16:00
6	Start phase	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4	PHASE 4	PH12345
7	Minimum rest time	0:25	0:20	0:15	0:18	0:18	24:00
8	Maximum rest time	---	0:45	---	---	---	24:00
20	Radiation limit	---	150	---	280	300	---
21	Radiation sum start	55	75	90	125	140	---
22	Drain : influence rad sum	L	L	L	L	L	---

**Figura 45 Programación de inicio de riego bajo las condiciones de Joules**

Programa con los Joules que se tienen que acumular en cada uno de los periodos de riego programados, en la siguiente tabla (Fig.46) se muestra de manera más resumida las estrategias programadas con cantidad de agua por riego, cantidad de porcentajes drenados y el manejo de las conductividades tanto en envío como en drenaje y diferencial de la CE.

	Tiempo				ml				jouis				mL/J				%			IN	OUT	DIF	JOULE S	JOULE S	ULTIM O DE		
6/1/2022	01:30	02:46	01:30	01:14	75	139	75	62	55	75	90	115	130	0.40	1.85	0.83	0.54	20	48	31	33	2.32	3.22	0.9	1890	1496	394
7/1/2022	01:30	02:48	01:28	01:12	75	140	74	60	55	75	90	115	130	0.38	1.87	0.82	0.52	23	50	24	32	2.34	3.16	0.82	1872	1624	248
8/1/2022	01:30	02:44	01:28	01:12	75	137	74	60	55	75	90	115	130	0.36	1.83	0.82	0.52	29	50	19	33	2.3	3.11	0.81	1780	1529	251
9/1/2022	01:27	02:44	01:24	01:12	73	137	70	60	55	75	90	115	130	0.37	1.83	0.78	0.52	28	47	16	30	2.33	3.1	0.77	1733	1528	205
10/1/2022	01:24	02:18	01:24	01:14	70	115	70	62	55	75	90	115	130	0.35	1.53	0.78	0.54	16	41	21	26	2.28	3.01	0.73	1390	1207	183
11/1/2022	01:24	02:36	01:24	01:14	70	130	70	62	55	75	90	115	130	0.41	1.73	0.78	0.54	23	47	22	31	2.2	3.1	0.9	1705	1528	177
12/1/2022	01:24	02:36	01:24	01:14	70	130	70	62	55	75	90	115	130	0.35	1.73	0.78	0.54	25	41	18	28	2.05	2.84	0.79	1683	1531	152
13/1/2022	01:24	02:32	01:26	01:18	70	127	72	65	55	75	90	115	130	0.35	1.69	0.80	0.57	23	40	12	25	2.05	3.03	0.98	1843	1532	311
14/1/2022	01:30	02:20	01:28	01:19	75	117	74	66	55	75	90	115	130	0.37	1.56	0.82	0.57	20	43	26	30	2.06	3.04	0.98	1770	1526	244
15/1/2022	01:30	02:21	01:30	01:16	75	118	75	64	55	75	90	115	130	0.38	1.57	0.83	0.56	19	41	25	28	2.06	2.94	0.88	1839	1507	332
16/1/2022	01:30	02:30	01:30	01:14	75	125	75	62	55	75	90	115	130	0.38	1.67	0.83	0.54	20	45	31	32	2.06	2.82	0.76	1495	1266	229
17/1/2022	01:30	02:30	01:30	01:12	75	125	75	60	55	75	90	115	130	0.43	1.67	0.83	0.52	21	43	22	29	2.03	2.65	0.62	1831	1535	296
18/1/2022	01:30	02:33	01:30	01:12	75	128	75	60	55	75	90	120	135	0.37	1.71	0.83	0.50	20	45	23	29	2	2.73	0.73	1664	1547	117
19/1/2022	01:24	02:33	01:30	01:12	70	128	75	60	55	75	90	125	140	0.35	1.71	0.83	0.48	22	47	19	29	2.02	2.49	0.47	1462	1225	237
20/1/2022	01:24	02:33	01:28	01:12	70	128	74	60	55	75	90	125	140	0.41	1.71	0.82	0.48				0			0			0
21/1/2022	00:00	00:00	00:00	00:00										#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				0			0			0

**Figura 46 Datos de términos de riego diariamente para determinar en qué periodo se debe realizar ajustes**

Con esta tabla nos podemos darnos cuenta como estamos en las conductividades, porcentajes de drenaje de cada uno de los periodos, las cantidades de solución que estamos inyectando y la cantidad de Joules que estamos acumulando, es muy importante considerar estos puntos para cualquier ajuste que se tenga que realizar al siguiente día, sin olvidar de ver como esta nuestra planta y que cantidad de raíz tenemos acumulada en el sustrato, los cambios se realizan sabiendo que es lo que buscamos en la planta, igual considerar los cambios cuando amanecemos muy mojados en el sustrato o muy secos, esto para evitar alguna enfermedad de raíz como damping off, fusarium entre otras, ya que el riego juega el papel más importante dentro de la hidroponía y tiene que ser muy aprovechable por la planta, siempre y cuando no excedernos para no causar daños en su desarrollo.

Esta estrategia no dará buenos beneficios en la planta como se presentan a continuación.

- Realizar un estrés a la planta para tener un mejor equilibrio.
- Generar más raíces nuevas.



- Mayor aprovechamiento y absorción de nutrientes.
- Hacer el cambio de la planta vegetativa a generativa, se visualiza en el grosor del tallo (**Fig.47**).
- Equilibrar la fuerza de la planta (crecimiento).
- Buena formación de racimos nuevos (**Fig.48**).
- Buen llenado de la fruta ya formada (**Fig.49**).



**Figura 47 Equilibrio de una planta vegetativa- generativa**

**Caja de medición priva**

**Antes**

**Después**

**Disminución de fuerza en el crecimiento y grosor del tallo de la planta.**



**Figura 48 Buena formación de racimo mendiente la estrategia de ventanas y riego**

**Antes**

**Después**

**Racimo con exceso de fuerza (hojas)**

**Racimo bueno**

Como resultado de la estrategia de clima, también nos ayuda en la formación de nuevos racimos, podemos observar el primer racimo de la con exceso fuerza y con

formación de hojas en el racimo, mientras que en los nuevos racimos ya vienen mejores formados con tallos más cortos y una mejor forma (araña), al igual se observa que la planta se ha vuelto más generativa tallos más delgados, lo que nos ayudara que la planta se vuelva más productiva.



**Figura 49 Llenado uniforme de la fruta y mayor aprovechamiento**

Con el estrés provocado con la estrategia de clima y manejo de riegos más generativos (más espaciados), logramos que la planta tenga una mayor absorción de nutrientes para enviar la mayoría de ellos a la fruta para el buen llenado, mientras que el punto de crecimiento va más lento con un porte de tallo más delgado con buena formación de racimo, el cultivo de tomate siempre buscamos llevar un equilibrio en la planta de vegetativo (planta fuerte) a generativo (planta más delgada con mayor producción).

Entre el buen manejo de cultivo en nutrición y riegos junto con las estrategias de climas tiene buenos beneficios como el aumento en rendimiento de hasta de 1.5-2.3 kilos/m<sup>2</sup> por semana esto en los tomates bola variedad Foronti- Maxifor considerando el buen manejo de las labores culturales que todas estén al día, sin ningún atraso.

## CONCLUSIONES

La agricultura protegida bajo invernaderos de alta tecnología brinda las diversas estructuras que se usan en ella, en el cual se lleva a cabo el control y manejo de clima o medio ambiente dentro del mismo, con el propósito de alcanzar un adecuado crecimiento vegetal y así aumentar una alta productividad en los rendimientos, mejorar la calidad de los productos y obtener excelentes cosechas y con ello obtener producciones con alto valor agregado, además se protegen los cultivos de las bajas temperaturas, se reduce la velocidad del viento, se limita el impacto de climas áridos y desérticos, se reducen los daños ocasionados por plagas, enfermedades, nematodos, malezas, pájaros, otros depredadores y se reducen las necesidades de agua.

La producción de tomate bajo invernadero hoy en día es de suma importancia a nivel mundial, ya que los productos cultivados alcanzan favorablemente las especificaciones de la calidad requeridas que se exigen en el mercado meta a las cuales está dirigida la producción de agricultura protegida.

Dentro del cultivo bajo invernadero existe una buena planificación interna con un buen monitoreo para así tener un mejor control de plagas, mantener un óptimo de fertilización a cada planta, mantener los niveles de agua que se necesita cada planta, mantener los niveles de humedad que se requiere por el cultivo, con estos manejos se lograra la calidad, sanidad vegetal e inocuidad del producto terminado. Considerando que podemos producir todo el año sin vernos afectados por las condiciones climáticas o épocas del año.

En términos de inversión la agricultura protegida en invernaderos es más rentable que la agricultura a campo abierto, ya que se obtienen mayores rendimientos en volúmenes de la producción y mejores precios por la mejor calidad del producto.

## **BIBLIOGRAFIA**

AMHPAC. 2016. Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C. La Horticultura protegida en México situación actual y perspectivas.

Aldabe L.; Colnago P.; Dogliotti S.; Galván G. 2011 Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas.

Bautista M. N., C. Chavarin P. y F. Valenzuela E. 2010. Jitomate. Tecnología para su producción en invernadero. Colegio de Postgraduado. México.

ELOY MOLINA 2016, Fertilización del tomate. Universidad de Costa Rica Centro de Investigaciones Agronómicas. C.H. Marulanda Tabares. Hidroponía Familiar. Proyecto Nacional de Hidroponía Guía Técnica. El Salvador. 61-66 pp.

Infojardin. 2015. Enfermedades del tomate.

[www.inforjardin.com/huerto/Fichas/tomate.htm](http://www.inforjardin.com/huerto/Fichas/tomate.htm)

Iglesias, N. 2012. Calidad en tomates para consumo fresco: Color y sabor. Revista Fruticultura & Diversificación.12 (49). 44-47 pp.

Jaramillo, J E., Rodríguez, V. P., Guzmán, A. M., & Zapata, M. A. (2013). Boletín técnico N° 21 El cultivo de tomate bajo invernadero. Rionegro, Antioquia, Colombia.

SIAP, SAGARPA. 2017. Fuente de información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de delegaciones de SAGARPA en los estados.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., & Martin, A. (2010). Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Santiago de Chile, Chile.

Lozano, J. M. (2010). Guía para cultivar tomate. Baja California Sur, México.

Martínez, P. F. (2012). Cultivo del tomate en invernadero frio. Curso de formación de formadores de horticultura protegida y semiprotegida. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Medina, A.; Cooman, A. y Escobar, H. (2010). Riego y Fertilización. En: Escobar; H. y Lee, R. (eds.) Producción de Tomate bajo invernadero. Cuadernos del Centro de

Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá: Universidad de Jorge Tadeo Lozano.pp.29-42.

Meja G., H. R. Anaya y J. Romero N. 2013. Diagnósis comparativo de la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), Gen y B. *Argentifolli B y P.* (Homóptera: Aleyroideae). En: Anaya R. S. (Ed.) hortalizas plagas y enfermedades. 1 ed. Trillas. México. D. F. pp. 132-146.

Muños, R 2011 La producción de plántula en invernadero. Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. 230 pp.

Ministerio de agricultura y ganadería. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. 2013. Manejo integrado de plagas de cultivos hortícolas. Manual del capacitador. CENTA. FAO-HOLANDA. 121pp.

Natursan. 2015 Tomate: beneficios y propiedades. Cualidades nutricionales del tomate. Disponible en <http://www.natursan.net/tomates-beneficios-y-propiedades/>

Ponce, P. (2011). Panorama mexicano: revisión de datos de la industria de invernaderos en México. HORTALIZAS.

Productores de Hortalizas. 2013. Plagas y enfermedades del tomate. Guía de identificación y manejo. Guía productores de hortalizas. 23 pp.

SQM. (2015). Ciclo fenológico del cultivo de tomate. Recuperado el 20 de enero de 2015, <http://www.sqm.com/es-es/productos/nutricionvegetaldeespecialidad/cultivos/toamte.aspx#tabs-4>

SENASICA. 2018. Consideraciones Regulatorias en Torno al Virus Rugoso del Tomate. Dirección General de Sanidad Vegetal. México. 13 pp.

SQM México Folleto 2014. Fundamentos básicos de nutrición vegetal aplicados a la producción de hortalizas.

Rodríguez, F. (2010). Modelado y control jerárquico de crecimiento de cultivos en invernaderos.

Tun, L. (2014). eHow en Español. Recuperado el 16 de Octubre de 2014, de eHow en Español:[http://www.ehowenespanol.com/desarrollo-temperatura-del-tomate-info\\_227212/](http://www.ehowenespanol.com/desarrollo-temperatura-del-tomate-info_227212/)

Zarate N.B.H., Ortiz H. Carillo R. J.C. y Montes G.R. 2010. Recirculación de la solución nutritiva; alternativa para ahorro de agua y nutrientes en tomate. Boletín N°. 25. Edición de marzo 2010. Fundación Produce Oaxaca A.C. México.