

INTRODUCCION

El cultivo del tomate tiene su origen en el continente sudamericano, exactamente en países como Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia y Chile, este cultivo es de los más populares y cultivados en todo el mundo, en Bolivia, el tomate es ampliamente conocido por toda la región por sus diferentes características, sobresaliendo en su utilización para la elaboración de alimentos y acompañamiento de estos. (Castillo, 2022).

El cultivo de tomate es considerado actualmente la hortaliza de mayor valor económico, además de que es la especie hortícola más cultivada a nivel mundial por sus propiedades nutritivas, bajo en calorías y valor vitamínico, también cabe destacar que es un cultivo que posee un mercado muy amplio con una demanda elevada durante todo el transcurso del año.

En Bolivia, el cultivo del tomate tiene importancia no solo como alimento de consumo masivo, sino también porque genera bastantes fuentes laborales al requerir de mano de obra para el trabajo del cultivo, por lo que crea y fomenta el empleo de otras ramas relacionadas con el trabajo que se realiza para el cultivo, como ser el transporte, la compra de insumos agroquímicos u orgánicos, el uso y mantenimiento de herramientas de trabajo (manuales o mecanizadas), la mano de obra para el apoyo en campo, entre otras actividades necesarias. (Huanca, 2011).

El tomate (*Lycopersicon sculentum*) genera buenas ganancias para los productores por el amplio comercio que existe respecto de este cultivo, en Bolivia se encuentra en los departamentos de Tarija, Cochabamba, Santa Cruz, Potosí, Chuquisaca, en la mayor parte de estos valles se cultiva durante todo el año, aunque en varios de ellos solo en algunas épocas debido a los ataques de plagas y enfermedades, los factores climáticos de las diferentes estaciones que en ciertos lugares son mucho más intensos y distintos entre sí.

El tomate es una hortaliza que se acostumbra a cultivar en campo abierto, ya que el campo abierto permite tener una extensión más grande de plantas en base al tamaño

del terreno de los propietarios, sin embargo, en campo abierto es inevitable que se presenten algunas desventajas que afectan al cultivo, como factores climáticos anormales o extremos (granizos, lluvias intensas, vientos huracanados, heladas), ataque y proliferación de plagas, enfermedades causadas por microorganismos, imprudencias humanas, invasión de animales, etc., por eso, muchos productores han optado por la implementación de invernaderos, que tienen muchas ventajas y opciones para cultivar dentro de ellos, ya que dentro mantienen una buena temperatura que permite cultivar durante todo el año, también son estructuras cerradas lo cual no permitirá la entrada de animales hambrientos, si se tiene un buen recurso económico, se puede implementar dentro un sistema de riego por goteo para el abastecimiento de agua del cultivo respectivo, entre otras muchas opciones que el invernadero puede ofrecer, sin embargo implica un costo elevado de implementación, construcción y mantenimiento.

En el departamento de Tarija esta solanácea es cultivada en el valle central, en los valles de la Provincia Avilés y en la provincia Arce, Tarija es el departamento productor de tomate que representa el 9% de la producción nacional de tomate. (INE,2013).

Padcaya es un municipio que pertenece a la provincia Arce en el departamento de Tarija, se encuentra en una región de valle subtropical con un clima favorable para el cultivo de tomate, en Padcaya se cultivan diversas variedades de tomate, como el tomate Pera, el tomate Cherry y el tomate de mesa, los agricultores en Padcaya utilizan técnicas tradicionales y modernas para el cultivo, como siembras en hileras o si hay la posibilidad de mayor inversión se utilizan los invernaderos, así, la producción de tomate en Padcaya es destinada al comercio local para el abastecimiento de sus mercados o a intermediarios que distribuyen los productos a municipios distintos o a la ciudad de Tarija.

CAPITULO I
REVISION BIBLIOGRAFICA

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1. Generalidades del cultivo de tomate

1.1.1. Origen

La planta de tomate es originaria del Oeste de Sudamérica, específicamente de la zona de los Andes, que se extendió por centro América y el actual territorio mexicano antes de la llegada de los europeos. Estos frutos nativos y silvestres eran como pequeñas bayas, y predominaban los de color amarillo y verde en vez de rojo, las evidencias señalan que la domesticación se produjo en dos etapas, la primera en los Andes donde se seleccionaron los frutos de mayor tamaño para producir semillas por autofecundación y en la segunda etapa se llevan a México donde las culturas prehispánicas maya y azteca continúan con la domesticación. (Zavala, 2021).

El tomate es originario de los Andes del Perú, lugar en el cual se visualizó como una planta silvestre con una fruta redonda de color rojo. Al pasar de los años esta planta se esparció a lo largo de Sudamérica y llegó hasta América Central, es aquí donde llamaron a esta planta “xitomatl” en el lenguaje náhuatl, que era el idioma que hablaban los Aztecas, esta nación fue quien ha cultivado, cosechado y mejorado esta planta lo cual produjo una mayor diversidad de frutos. Después, fue en el siglo XVI que las semillas de tomate llegaron a Europa junto con los exploradores españoles, en España le dieron el nombre de Pomo de Moro y Manzana Dorada, por lo cual se cree que los frutos de tomate que llegaron al continente europeo podrían haber sido de color amarillo. Durante las décadas siguientes el cultivo y sus variedades se esparcieron por Italia y Francia donde lo llamaron Manzana del amor. Ya en 1812 el tomate era un ingrediente común en el aderezo de los “gumbos” y “jambalayas” dos comidas de la cocina Sureña de la Unión Americana y en 1850 el tomate se encontraba en todos los mercados urbanos de Norteamérica donde ya era bastante evidente que el tomate se cultivaba en muchos lugares. (Brower & Elliot, 2020).

1.1.2. Taxonomía del tomate

Cuadro N° 1: Taxonomía del tomate

| | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Reino | Vegetal |
| Phylum | Telemophytae |
| División | Tracheophytae |
| Sub-División | Anthophyta |
| Clase | Angiospermae |
| Sub-Clase | Dicotyledoneae |
| Grado Evolutivo | Metachlamydeae |
| Grupo de Ordenes | Tetracíclicos |
| Orden | Polemoniales |
| Familia | Solanaceae |
| Nombre científico | <i>Lycopersicon esculentum Mill.</i> |
| Nombre común | Tomate |

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2024).

1.2. Morfología de la planta de tomate

1.2.1. Raíz

“El sistema radicular de la planta de tomate presenta una raíz principal, pivotante, que crece hasta alcanzar alrededor de los 60cm de profundidad”. (Torrez, 2014, pág. 7).

La planta de tomate tiene una raíz pivotal fuerte, de la raíz principal se forma un sistema amplio y denso de raíces laterales fibrosas, las cuales tienen el potencial de poder penetrar mucho en el suelo dependiendo a las características de este, por otra parte, la entrada de las raíces en el suelo también se ve relacionada con el riego que la planta reciba, puesto que cuando el riego es irregular las raíces se verán obligadas a penetrar más en el suelo llegando a alcanzar distancias de casi 100cm. De los nudos inferiores del tallo y ramas principales se pueden desarrollar raíces adventicias. (Fornaris, 2021).

1.2.2. Tallo

El tallo del tomate es erguido en las primeras etapas de su desarrollo, posee una superficie angulosa, tiene pelos agudos o tricomas, el tallo tiene glándulas que desprenden un líquido el cual tiene un aroma muy característico. (Saavedra, 2021).

Tanto el tallo principal como los tallos secundarios se desarrollan sólidos y anchos, el porte del tallo puede ser inicialmente erecto y a medida pasa el tiempo comienza a tornarse rastrero de manera que se va postrando hacia abajo. (Fornaris,2021).

1.2.3. Hoja

“Las hojas son compuestas, insertándose en los nudos de forma alterna, el limbo puede tener de siete a once folíolos, los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés y constan de un nervio principal”. (Saavedra, 2021. Pag.13).

Las hojas de la planta de tomate es un tipo de hoja compuesta pinnada, la cual se caracteriza por tener folíolos dispuestos a lo largo de un eje central llamado raquis, y están dividida en dos a doce pares de segmentos o folíolos de diferentes tamaños. Las

hojas son dentadas, lisas o también en ocasiones rizadas, son pubescentes con un olor característico. (Fornaris, 2021).

1.2.4. Flor

Las flores del tomate son de color amarillo, tienen alrededor de cinco o más sépalos, cinco pétalos y cinco o seis estambres, las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimo que aparecen en los tallos cada 2 o 3 hojas. (Amigo, 2018).

Las flores de la planta de tomate son hermafroditas, las cuales brotan opuestas y entre las hojas, en el caso de las variedades indeterminadas se mantienen después de cada tres hojas y en variedades de crecimiento determinado las plantas tienen la cualidad de primero brotar la inflorescencia después de cada tres hojas, luego cambia a una inflorescencia después de cada dos hojas. Posteriormente brota la inflorescencia después de cada hoja hasta que se detiene el crecimiento de la rama al brotar en su ápice una inflorescencia terminal. (Fornaris, 2021).

1.2.5. Fruto

El fruto es una baya bilocular o plurilocular de forma más o menos redondeada y un peso variable, el color depende de la madurez del fruto, por ejemplo, cuando el tomate se encuentra inmaduro su color es verde y a medida que va madurando se torna de color rojo, por otra parte, dependiendo de las variedades, los frutos de tomate pueden adquirir diferentes colores. (Amigo, 2018).

1.3. Variedades de tomate

Las variedades de tomate se pueden clasificar según diferentes criterios, tales como el tamaño, color, la forma, el uso y la resistencia a plagas y enfermedades. Respecto a la forma y tamaño podemos encontrar a las variedades de tomate Cherry, tomate roma y tomates de ensalada. En cuanto al color podemos encontrar los tomates rojos, tomates amarillos y tomates verdes. Por último, las variedades de tomate también se seleccionan por su resistencia a enfermedades, en este caso se suele usar mucho más las variedades híbridas. (Vida Sustentable, 2023).

Según Frutas-Hortalizas (2019), “Las distintas variedades de tomate se pueden englobar en cinco variedades botánicas: vulgare, cerasiforme, piriforme, validum y grandiflorum, según el tipo de fruto y planta. También se pueden clasificar según el uso del fruto (fresco o industria), la forma del fruto, color, etc.

1.3.1. Variedad Chalchalero

La variedad de tomate conocida como Chalchalero, es una variedad que se caracteriza por su tipo de crecimiento determinado, la planta llega a adaptar un tamaño bastante robusto, alto y vigoroso alcanzando hasta casi los dos metros de altura en condiciones óptimas de cultivo, el fruto de esta variedad se caracteriza por ser en forma de pera con un color rojo intenso adecuado para usos culinarios, esta variedad alcanza su ciclo de maduración aproximadamente a los 85 días. (SemillasEmilioSRL, 2011).

1.3.2. Variedades Híbrido Nativo

Los tomates híbridos son una variedad más desarrollada que han sido creados fundamentalmente para la resistencia a plagas y enfermedades, mejorar rendimientos y para ofrecer mejor calidad de frutos. Los tomates híbridos se obtienen mediante la cruce de dos variedades diferentes las cuales tengan propiedades y características propias que al ser combinadas puedan dar como resultado una variedad o planta con muchas más cualidades positivas para el desarrollo del cultivo. (Anna, 2024).

1.4. Manejo del cultivo de tomate bajo invernadero

El manejo de cultivos es la aplicación de técnicas o labores con la finalidad de mejorar la producción de forma que sea sostenible y permita optimizar el uso de recursos. (Flores, 2019).

1.4.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es una labor de suma importancia, ya que en este momento es donde se hace la fertilización correspondiente, se elimina restos de otros cultivos que hayan estado en el suelo, se desmenuza las porciones del suelo con la finalidad de dejarlo suelto, ya que la raíz del tomate profundiza bastante (1,20m), se incorpora

abono y es recomendable aplicar algún insecticida para desinfectar el suelo si es que este ha sido utilizado para tomate en los últimos años. (Gomez, 2018).

1.4.2. Almacigo

Un almacigo es un sitio que se utiliza para sembrar semillas con el objetivo de hacerlas germinar, que requieren de ciertos cuidados especiales para luego ser trasladadas al campo, el objetivo del almacigo es obtener plántulas sanas con un tamaño y calidad para que sobrevivan en el terreno permanente, el almacigo marca una parte importante de la productividad y el futuro de la cosecha del cultivo. (InfoAgronomo, 2020)

Para obtener plantas saludables de tomate, es importante hacer un almacigo, en el cual se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Uso de semillas de calidad: Las cuales sean adecuadas para el medio climático y tengan un porcentaje germinativo arriba del 90%.
- Sustrato adecuado: El sustrato es importante, ya que se mezcla tierra fértil con compost orgánico entre otros sustratos que sean beneficiosos para el desarrollo de las plantas por sus contenidos nutricionales.
- Siembra correcta: Es importante colocar las semillas a una profundidad adecuada cubriéndolas ligeramente con el sustrato.
- Control de humedad: Las semillas de tomate requieren un ambiente húmedo para germinar, por lo cual el agua para riego no debe faltar.
- Temperatura cálida y constante: El almacigo debe tener una temperatura de 20 a 25°C durante todo el proceso de germinación.
- Luz solar: Las plantas después de germinar requieren de luz para comenzar con el proceso fotosintético.

Siguiendo los cuidados adecuados y respetando los factores necesarios, las semillas de tomate germinaran exitosamente, convirtiéndose en plantas saludables y resistentes para ser llevadas al lugar de cultivo permanente. (Gonzales, 2021).

1.4.3. Trasplante

Para el trasplante al invernadero, es necesario tomar en cuenta una serie de características en las plántulas para escoger los mejores ejemplares, como ser, aquellas plantas que tengan un buen desarrollo radicular distribuido en todo el cepellón de tierra, por otra parte, se debe tomar en cuenta que el tallo haya desarrollado buenos tricomas, lo cual es signo de un riego adecuado, la plántula debe tener una estatura de 15 a 20cm con 4 hojas verdaderas. Es importante tomar en cuenta que en ciertas ocasiones se pueden sumergir las raíces de las plántulas en enraizantes para estimular y fortalecer la adaptación de la planta al terreno definitivo, además, el suelo que vaya a sostener a las plantas debe estar previamente húmedo. Las plántulas deben ser colocadas lo más erectas posibles a distancias adecuadas. (Campos, 2018).

1.4.4. Aporque

El aporque es una práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación con el fin de favorecer la formación con un número mayor de raíces, el aporque consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. (Disagro, 2001).

El aporque consiste en juntar tierra al pie de la planta con la finalidad de controlar malezas, aumentar el espacio de desarrollo de las raíces, alejar a las plantas entre surco, facilitar el riego por surco y para incorporar fertilizantes. (Gomez, 2018).

1.4.5. Control de malezas

El control de malezas dentro del invernadero se realiza de forma manual mediante la carpida o aporque utilizando herramientas de campo, no es recomendable utilizar herbicidas dentro del invernadero debido a que este agroquímico es formulado para cultivos al aire libre donde quedan metabolitos que no se descomponen luego de la aplicación ni son lavados por lluvias, las cuales no hay dentro del invernadero. (Gomez, 2018).

1.4.6. Tutorado

Según Pérez (2012), el uso de tutores es imprescindible para el cultivo de tomate bajo invernadero, ya que es de suma importancia distribuir adecuadamente el espacio y facilitar las labores culturales, las plantas de tomate deben estar bien colgadas de una manera vertical y lejos del suelo, por lo cual, el tutorado debe ser realizado adecuando a la planta con un hilo de rafia que se ata a la planta por encima del primer ramillete y debe ir sostenida en los alambres metálicos del invernadero.

2.4.6. Poda

La poda consiste en la eliminación de brotes o crecimientos nuevos, para manejar solo los brotes seleccionados, dejando solo 2 o 3 ejes principales, en algunos casos se poda flores y frutos con la finalidad de uniformizar el tamaño de los frutos, también se eliminan hojas que hayan sido dañadas por enfermedades. (Acosta, 2020).

Según Gomez (2018), los diferentes tipos de poda comprenden desde la eliminación de hojas en exceso, remover flores y frutos, eliminar brotes axilares en varios estadios, entre estas opciones se tiene:

- Decapitación; que consiste en cortar a la planta a partir de la segunda hoja para anticipar la maduración y aumentar el tamaño de los frutos.
- Defoliación; consiste en eliminar las hojas envejecidas de la parte inferior de la planta de tomate, el deshoje se hace con la finalidad de mejorar la aireación y evitar la aparición de enfermedades.
- Desfloración; consiste en eliminar el exceso de flores y los frutos defectuosos que recientemente hayan cuajado, esto con la finalidad de que no todas las flores cuajen frutos.
- Desbrote; consiste en eliminar brotes axilares, dependiendo de cómo se vaya a dejar crecer a la planta, si con un tallo o dos.

2.4.7. Cosecha

La cosecha consiste en la recolección de los frutos obtenidos, debe ser realizada con cuidado y delicadeza para no provocar daños mecánicos en los frutos, de manera que estos se mantengan saludables para su comercialización en el mercado.

Para la cosecha del tomate se debe tener en cuenta la madurez fisiológica, que se entiende como la maduración total del fruto, y, por otro lado, se ha de tomar en cuenta la madurez comercial, que consiste en valorar las condiciones del fruto que son requeridas por un mercado determinado. (López, 2016).

2.5. Plagas más comunes en el cultivo de tomate

Una plaga se entiende como toda aquella población de animales que ataca al cultivo lo cual produce una reducción o anulación del rendimiento provocando pérdidas económicas importantes, una plaga puede estar constituida por poblaciones críticas de insectos, ácaros o nematodos, provocando daños en los tejidos sanos de la planta, ingresando o alimentándose de tejidos dañados y otros que utilizan a las plantas como medio de reproducción y supervivencia. (Burgos, 2022).

2.5.1. Áfidos

- *Aphis gossypii*: insecto que tienen forma similar a una pera, alrededor de 2mm de largo, tienen un color característico verde pálido en temporadas secas y más rosado en temporadas frescas.
- *Aulacorthum solani*: es redondo a ovalado, tiene rayas oscuras en sus antenas y un color verde amarillento, verde blanco amarillento o verde café.
- *Myzus persicae*: Tiene un tamaño que oscila entre los 1.6 y 2.4mm, es de color amarillo a pálido verde.

Síntomas y daños al cultivo

Los áfidos, se alimentan del cultivo de manera que punzan las hojas y succionan la savia, lo cual provoca que las hojas se enrollen y se arruguen, esto se da mayormente

en hojas jóvenes lo cual provoca reducción en la calidad y cantidad de frutos. (Productores de hortalizas, 2006).

2.5.2. Acaro blanco

El acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), se encuentra en todo el mundo y afecta a una gran cantidad de cultivos, el acaro adulto presenta un cuerpo de color amarillo pálido o verde, el tamaño depende si es macho (0.11mm) o si es hembra (0.2mm). (Productores de hortalizas, 2006).

Los ácaros blancos tienen una gran variedad de huéspedes, tienen la capacidad de infestar plantas, además de que tienen la capacidad de propagarse de cultivo a cultivo mediante las corrientes de aire, por contacto de plantas o por personas que manejen los individuos infestados. Los ácaros al entrar en contacto con las plantas inyectan una toxina la cual provoca que las hojas se deformen, estos diminutos ácaros se desarrollan en temperaturas de 80 a 90%, por lo cual en invernaderos son más relevantes, las hembras pueden vivir hasta un mes y pueden reproducirse sin aparearse, son de color verde claro cuando se ven en microscopio, además de que se reproducen bastante rápido, ya que las hembras pueden llegar a colocar 2 a 3 huevos por días durante un máximo de tres semanas. (Schadt, 2022).

Síntomas y daños al cultivo.

Los ácaros dañan a las plantas a través de su alimentación, ya que utilizan sus piezas bucales en las hojas extrayendo nutrientes de ellas, provocándoles enrollamiento, manchas amarillentas, telarañas finas en el envés de las hojas y decoloración y caída prematura de las hojas retrasando el crecimiento de las plantas. (Farmonaut, 2024).

2.5.3. Araña roja

La araña roja (*Tetranychus urticae*), es de tamaño casi microscópico (0.2 a 0.6mm de largo), tienen características distintas entre hembra y macho, ya que la hembra es de forma ovalada con un color que va de amarillo a verde, el macho es más angosto con un abdomen más apuntado, la larva es transparente y posee seis patas, los huevecillos son esféricos y de tamaño diminutos. (Espinoza, 2021).

Síntomas y daños al cultivo.

Las arañas rojas entran en la epidermis y se alimentan de la savia del envés de las hojas afectando procesos fisiológicos importantes como lo son la transpiración y la fotosíntesis. En la superficie se puede distinguir erupciones de color pálido, en ocasiones cuando la infestación es muy elevada las hojas se secan y caen. (Espinoza, 2021).

2.5.4. Minador de la hoja

El minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*), tiene el tórax recubierto de pelos, la porción de la cabeza detrás es de color amarillo, sus huevecillos son de 0.2mm de largo, las larvas son amarillentas y las pupas de color café. (Productores de hortalizas, 2006).

Síntomas y daños al cultivo

El minador de las hojas daña a la planta, de manera que coloca sus huevecillos en las hojas, una vez estos huevos eclosionan, se alimentan de la savia de la hoja, forman galerías, en las hojas más afectadas se reduce la actividad fotosintética y esto conlleva a la caída de las hojas, lo cual deja a la planta en una condición muy vulnerable a daños por patógenos y otros insectos. (Productores de Hortalizas, 2006).

2.5.5. Mosca blanca

Bemisia tabaci: “las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm de largo. La identificación y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se realiza en base a la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las larvas son igualmente fáciles de diferenciar; pues *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que *B. tabaci* contiene como máximo siete pares de quetas”. (Productores de hortalizas, 2006, pág.8).

Bemisia argentifolli: La pupa es ovalada, de color blancuzco, las moscas adultas son más pequeñas siendo las hembras alrededor de 0.96mm y los machos aproximadamente

0.82mm, son de color amarillo, las alas se encuentran dispuestas a 45°. (Productores de hortalizas, 2006).

Síntomas y daños al cultivo

Las moscas se alimentan de los tejidos de las hojas, de manera que extraen la savia, lo cual provoca alteraciones en el crecimiento y desarrollo de la planta, las hojas se tornan de color amarillento y comienzan a caerse. (Productores de hortalizas, 2006).

2.5.6. Thrips

Los trips son insectos diminutos que miden entre 1 y 5mm que son de gran importancia en la agricultura a nivel mundial, ya que causan daños en los cultivos por su alimentación de tipo fitófaga y por las heridas que dejan en las plantas con su aparato bucal provocando deformaciones y pérdidas de calidad, sobre todo en hojas. Además de su alimentación, los trips pueden transmitir virus a las plantas, lo cual dificulta su control y puede ser devastador para los cultivos, especialmente en grandes superficies agrícolas. El tamaño pequeño de estos insectos y la falta de métodos de control eficaces hacen su manejo más complicado, los trips tienen la cualidad de ser bastante escurridizos y resistentes ya que pueden ocultarse con facilidad en los pliegues de las hojas o en el interior de las flores lo cual les otorga una considerable ventaja cuando los agricultores aplican métodos de control como los insecticidas. (Alarcón, Rodríguez & López, 2024).

Las especies de thrips más comunes identificables en cultivos o flores son las siguientes:

- *Aeolotrips sp.*
- *Gynaikothrips ficorum.*
- *Hoplotrips sp.*
- *Melantrips sp.*
- *Thrips tabaci.*
- *Thrips hawaiiensis*
- *Frankiniella occidentalis.*

Son diferentes especies que pertenecen al orden Thysanoptera. (Goldarazena, 2015).

Síntomas y daño al cultivo.

Los daños causados por los trips son muy fáciles de notar si se hace un monitoreo minucioso, los daños en las plantas se ven como puntos decolorados como raspones en la superficie foliar, también pueden provocar deformaciones las cuales ocurren cuando se alimentan de tejidos jóvenes, los trips pueden provocar escaras en los frutos lo cual visualmente le da un aspecto más desagradable dificultando en muchos casos la comercialización, otro aspecto a tomar en cuenta sobre estos insectos, es que son transmisores de virus como por ejemplo el Virus del bronceado del tomate (TSWV), por lo cual, todo lo anterior mencionado dificulta el desarrollo normal y saludable de la planta.

2.5.7. Nematodos

Los nematodos fitoparásitos son patógenos causantes de enfermedades, destacando el género *Meloidogyne* donde la gran mayoría de especies ataca a las raíces del tomate perjudicando la absorción de nutrientes y agua del suelo, se dice que los nematodos son enemigos ocultos ya que aunque no son visibles a la vista regular del humano, sus daños son altamente nocivos en las plantas, sobre todo, en grandes extensiones de cultivo, ya que son bastante complicados de controlar, las especies que mayor daño causan son *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*, especies las cuales se han mostrado resistentes a condiciones agroclimáticas y teniendo una amplia gama de huéspedes. (Sorribas & Talavera, 2023).

2.6. Enfermedades más comunes en el cultivo de tomate.

El tomate es un cultivo que tiene mucha susceptibilidad a ser atacado por microorganismos como hongos, bacterias y virus los cuales al introducirse en la planta alteran su desarrollo normal, las enfermedades son un tipo de respuesta que tienen las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos, en la gran mayoría de ocasiones cuando estas enfermedades no son tratadas a tiempo la planta no puede llevar

a cabo sus funciones normales dependiendo en la zona donde sea el ataque, en el peor de los casos, las enfermedades pueden provocar la muerte de la planta. (Jardinedia, 2018).

2.6.1. Fusarium

Esta enfermedad es provocada por el hongo *Fusarium solani* o *Fusarium oxysporum*, el primer síntoma corresponde a la caída de peciolos de las hojas de arriba, las hojas que se encuentran más abajo comienzan a amarillarse y terminan por secarse, cuando el hongo avanza constantemente puede provocar la marchitez lo cual es un resultado del estrés hídrico que sufre la planta y provoca la muerte, este hongo sobrevive de manera eficaz por largos periodos de tiempo en restos de algunos otros vegetales o en el suelo, las temperaturas elevadas como la humedad, suelos ácidos, con bajo contenido de nitrógeno y fosforo, además de heridas provocadas por labores culturales u otros organismos que dañen las raíces permiten la penetración del hongo en la planta. (Flores, Bueno & Giorgini, 2012).

2.6.2. Mancha bacteriana

Esta enfermedad es causada por *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*, provoca lesiones oscuras pequeñas en las hojas más jóvenes provocando que estas se tornen de un color verde oscuro a castaño con un centro negro, si el ataque coincide cuando la planta se encuentra en etapa de floración puede haber caída de los pimpollos florales, y en los frutos maduros aparecen manchas oscuras con un aspecto similar al aceite y a medida la enfermedad va avanzando las manchas se tornan de un color más castaño oscuro. (Plantix, 2023).

2.6.4. Tizón temprano

Esta enfermedad es provocada por el hongo *Alternaria solani*, desarrolla manchas necróticas con un contorno de color amarillo que se agrandan y van destruyendo las hojas, moviéndose hacia los folíolos más jóvenes, por lo cual, el avance de este microorganismo está en gran medida relacionado con las condiciones ambientales favorables, los ataques severos, reducen el área foliar efectiva, lo que se entiende como

una menor fotosíntesis y por ende un menor rendimiento afectando la calidad de los frutos para el consumo en fresco. (Sandoval & Núñez, 2017).

2.6.5. Tizón tardío

El tizón tardío es provocado por el hongo *Phytophthora infestans.*, ataca a todos los órganos de la planta, es una enfermedad altamente destructiva y nociva que puede llevar a pérdidas de rendimiento muy importantes. Los síntomas de esta enfermedad son las manchas irregulares, que van aumentando de tamaño progresivamente a medida que la enfermedad va avanzando, las manchas son de color café y llegan a cubrir grandes áreas de la hoja, en el caso de los frutos provoca manchas grasosas de un color café intenso que va recubriendo el fruto por completo. (Anónimo, 2018).

2.7. Identificación de enfermedades

En el mundo actual, la gran mayoría de enfermedades son conocidas, sin embargo, hay enfermedades que presentan síntomas y signos similares, y los hongos, bacterias o virus causantes son desconocidos para una gran población de agricultores, por ello, para identificar correctamente una enfermedad, será necesario realizar un diagnóstico que permita determinar de qué microorganismo se trata. (Otero, 2019).

2.7.1. Diagnóstico presuntivo

El diagnóstico presuntivo en fitopatología se refiere a la sospecha de que una planta ha sido infectada por una enfermedad, este diagnóstico siempre es realizado en campo al observar las plantas, considerando siempre los signos y síntomas visibles causados por las enfermedades, en base a estos, se analiza y se piensa en un posible agente causal, ya sea hongo, bacteria o virus. Sin embargo, el diagnóstico presuntivo no siempre es preciso y requiere ser confirmado mediante un diagnóstico clínico en laboratorio para lo cual será necesario tomar una muestra de donde se visualicen los signos y síntomas de la enfermedad.

2.7.2. Diagnóstico clínico

El diagnóstico clínico en fitopatología se define como el procedimiento por el cual se identifica a las enfermedades de las plantas con la ayuda de los instrumentos de laboratorio, en el que destaca el uso del microscopio, por el cual se pueden observar las estructuras reproductivas de los hongos y la morfología de las bacterias.

Para el reconocimiento de virus mediante diagnóstico clínico se utilizan técnicas más complejas, como la Detección Serológica y la Detección de Ácido nucleico.

2.8. Identificación de plagas

2.8.1. Ordenes de insectos más comunes

La clasificación de los órdenes de los insectos, al igual que de otros seres vivos, se fundamenta en la historia evolutiva de cada especie, las ideas que respaldan la teoría de la evolución proporcionan una base para clasificar un organismo como parte de una especie específica. (Roa, 2019).

Los órdenes más comunes son:

- Orden Coleóptera, que se conocen en general como escarabajos.
- Orden Lepidóptera, incluye a mariposas y polillas en general.
- Orden Himenóptera, comprende abejas, avispas y hormigas.
- Orden Díptera, que son mayormente las moscas y mosquitos.
- Orden Hemíptera, comprende cochinillas y chinches.
- Orden Thysanoptera, se caracteriza por todos los insectos conocidos como trips.

2.8.2. Morfología de los insectos

El cuerpo de los insectos está conformado por tres regiones principales, las cuales son: la cabeza, el tórax y el abdomen, cubiertos de manera uniforme por el exoesqueleto, cada parte del cuerpo del insecto tiene diferentes características y funciones. (Pérez, 2018).

2.8.2.1. Exoesqueleto

El exoesqueleto es una de las características más resaltantes de los insectos, es una capa dura y resistente que tiene la función de brindar protección, soporte, ayudar en la locomoción y movimiento, regular la temperatura corporal y la prevención de la pérdida de agua en los insectos, el exoesqueleto se encuentra compuesto de un polisacárido llamado quitina que es la sustancia que provee la resistencia al exoesqueleto. (Ortega, 2023).

2.8.2.1.1. Cabeza

La cabeza de los insectos es la región anterior del cuerpo que alberga los ojos, antenas y piezas bucales, su forma varía significativamente entre los diferentes grupos de especies de insectos, la parte externa esclerosada se denomina cráneo, la cabeza está subdividida por suturas, comúnmente se encuentra una sutura en forma de Y invertida que se extiende a lo largo de la parte dorsal y anterior de la cabeza, esta sutura se bifurca por encima del ocelo formando dos suturas divergentes que se extienden hacia abajo en los lados anteriores de la cabeza. La parte dorsal se llama sutura coronal, y las otras dos ramas se denominan suturas frontales. La cabeza de los insectos también está compuesta de una región preoral que incluye los ojos compuestos, ocelos, antenas y áreas faciales, por otro lado, la parte postoral contiene las mandíbulas, maxilas y los labios. (Insectaria, 2010).

2.8.2.1.2. Ojos

Los insectos poseen un ojo compuesto por una gran cantidad de unidades conocidas como omatidios, son estructuras completas que constan de un lente, una célula fotorreceptora y células pigmentadas. El lente es convexo y está compuesto por cristalina, la cual es una proteína que ayuda a enfocar la luz en la célula fotorreceptora, esta célula tiene la función de captar luz y convertirla en señales eléctricas que luego van al cerebro del insecto, por último, las células pigmentadas se encuentran alrededor de la célula fotorreceptora y ayudan a regular la cantidad de luz que llega. Los omatidios trabajan en sinergia para formar una imagen compuesta. (Ortega, 2023).

2.8.2.1.3. Antenas

Las antenas son estructuras que se encuentran ubicadas en la parte anterior de la cabeza del insecto, se presentan en pares y tienen articulaciones, las antenas se presentan en diversas formas y son una característica esencial para distinguir ciertas especies de otras, las antenas tienen la función del tacto por su gran cantidad de terminaciones nerviosas con forma de pelo, también funcionan como olfato a través de las células quimiorreceptoras, por otra parte algunas antenas pueden tener la función auditiva mediante mecanorreceptores que detectan estímulos sonoros. (YuBrain, 2022).

2.8.2.1.4. Tipos de aparatos bucales

Los aparatos bucales de acuerdo a la estructura y función se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Aparato bucal masticador: que está formado por piezas bucales adaptadas para cortar y masticar.
- Aparato bucal cortador – chupador: está formado por piezas bucales que están modificados de manera que forman un órgano tubular que chupa líquidos.
- Aparato bucal picador – succionador: Las piezas bucales son alargadas y constituyen un estilete punzante que penetra tejidos.
- Aparato bucal raspador – succionador: se caracteriza por tener una mandíbula raspadora con bordes filosos y un estilete succionador que es una parte tubular para succionar.
- Aparato bucal chupador: tiene una estructura alargada y tubular que permite succionar líquidos.
- Aparato bucal lamador – masticador: las piezas bucales forman una estructura compleja, de mandíbulas fuertes y afiladas.

Los aparatos bucales están relacionados con el tipo de alimentación de cada insecto, así, con los años, los aparatos bucales han ido evolucionando desarrollando una

interacción estructural que termina en la fusión de algunas piezas bucales. (Ricci & Margaria, 2022).

2.8.2.2. Tórax

El tórax es la sección media del cuerpo, está dividido en tres segmentos: el protórax, el mesotórax y el metatórax, cada segmento tiene un par de patas que tienen la función de la movilidad del insecto, y, en el metatórax y en el mesotórax se encuentran las alas que tienen la función de volar para desplazarse de un lado a otro. (Ortega, 2023).

2.8.2.2.1. Patas

Son una parte fundamental en el cuerpo del insecto, ya que permiten el movimiento y desplazamiento por el entorno, las patas pueden tener diferentes formas y tamaños en base a la especie, las patas están compuestas de varios segmentos que pueden variar entre insectos, algunas especies presentan patas traseras especialmente con propósitos para saltar, y en otras ocasiones las patas delanteras son especialmente para sujetar y cazar, trepar o andar por superficies verticales. (Ortega, 2023).

2.8.2.2.2. Alas

Las alas son estructuras membranosas y delgadas que permiten el desplazamiento por el aire, son diferentes de tamaños y formas dependiendo de las especies, cada par de alas está compuesta por una capa de tejido que se llama membrana alar que esta soportada por venas que se encuentran en la superficie, las alas, además de tener la función de volar permiten la comunicación entre individuos de la misma especie y la termorregulación de los insectos. (Ortega, 2023).

2.8.2.2.3. Abdomen

El abdomen es la parte posterior del cuerpo de un insecto y contiene varios órganos internos importantes. El abdomen contiene los órganos internos y es crucial para la reproducción, digestión y respiración de los insectos. (Ortega, 2023).

2.8.3. Claves taxonómicas

Una clave taxonómica es una herramienta que se utiliza para identificar organismos mediante una serie de características y preguntas. Estas claves suelen estar estructuradas en forma de árbol, donde cada pregunta conduce a opciones más específicas hasta llegar a la identificación correcta. Para utilizar una clave taxonómica de manera adecuada, es importante observar detenidamente el organismo y anotar todas sus características relevantes, en el caso de insectos, alas, antenas, patas, abdomen, tamaño, color, etc. A medida que se avanza en la clave, se descartan opciones hasta llegar a la especie correcta. (Ortega, 2023).

2.9. Daño provocado por plagas y enfermedades

Según Binns, (2000) citado por Larral & Ripa (2020), define “daño” (damage), como la reducción de la cantidad o calidad del producto cosechable (por ejemplo, kilos de fruta por hectárea) y lo diferencia de la “lesión” (injury) fisiológica que provoca la presencia de la plaga en la planta, afectan el área fotosintética. Por otra parte, hace la diferencia con el daño económico o “pérdidas” (loss), que serían expresadas en unidades monetarias. Por medio del monitoreo es factible determinar el daño y estimar indirectamente la lesión y las pérdidas”.

2.9.1. Incidencia de plagas y enfermedades

Para la fitopatología, incidencia es un término que se relaciona con el ataque de plagas y enfermedades, el cual se refiere a la proporción de plantas que se ven afectadas en un área cultivada, es decir, mide cuantas plantas están sufriendo los efectos secundarios de un daño por plagas y enfermedades. (INTA, 2010).

2.9.2. Severidad por plagas y enfermedades

En la fitopatología, el término de severidad por plagas y enfermedades en los cultivos, se define como una estimación visual de los grados de infección de las plantas, se basa en observar todo el tejido enfermo, la severidad sirve para comprender el impacto real de una enfermedad. (Gomez, 2015).

2.10. Plagas y enfermedades desde el punto de vista económico

2.10.1. Ocurrencia Habitual

Las plagas y enfermedades de ocurrencia habitual, se definen como aquellas que se encuentran presentes en el cultivo, por lo general no son de impacto económico, es decir, que la presencia es tolerable y sobre llevable ya que al ser conocidas el control y manejo puede ser llevado a cabo por los agricultores. (Inostroza & Méndez, 2010).

2.10.2. Cuarentenarias

Las plagas y enfermedades cuarentenarias son de importancia económica potencial para un área de cultivo donde aún no se encuentran presentes, comúnmente se denomina plaga cuarentenaria a aquellas que son desconocidas y no tienen un control conocido, por lo cual, el manejo es difícil o no se encuentra al alcance de los agricultores, por lo cual pueden llevar a pérdidas casi totales. (Inostroza & Méndez, 2010).

2.11. Invernadero

Un invernadero es aquella estructura cerrada que esta recubierta por materiales transparentes, dentro de esta estructura se puede tener condiciones artificiales de microclima para cultivar plantas fuera de su estación normal con éxito, las ventajas que proporciona el invernadero en la producción son: precocidad en los frutos, aumento de la calidad de los frutos, producción fuera de época, ahorro de agua, mejora de control de plagas y enfermedades. (Laime, 2015).

2.12. Tipos de invernadero

2.12.1. Invernadero tipo túnel

El invernadero tipo túnel es un invernadero pequeño que no tiene paredes rectas, su estructura es totalmente curva desde el punto de fijación en el suelo hasta la cumbre. La forma de los arcos puede ser curva u ojival permite alojar mayor volumen de aire en su interior y es **resistente a la lluvia**. El invernadero túnel está

compuesto por uno o varios módulos con una serie de arcos fabricados con **tubos cilíndricos galvanizados**, los cuales no precisan de zapatas de hormigón, lo que posibilita su traslado y fácil instalación. (Novagric, 2024).

2.11.2. Invernadero tipo capilla

El **invernadero tipo capilla** son las estructuras con mayor antigüedad en el diseño de invernaderos y se han utilizado por mucho años ya que su diseño permite un adecuado aprovechamiento de las condiciones climáticas excelente para el cuidado de los **cultivos**, la pendiente del techo es variable según la radiación y la pluviometría, al igual que las dimensiones del ancho y el largo, dependiendo de las características del cultivo, la ventilación del invernadero tipo capilla no ofrece ningún tipo de dificultades, permitiendo el libre paso del viento. Estos invernaderos **presentan varias ventajas** que los hacen bastante apetecidos por los agricultores. Su construcción es de mediana a baja complejidad, lográndose en tiempos limitados. (Anónimo, s/f).

2.11.3. Invernadero tipo asimétrico.

El invernadero asimétrico es típico de las **zonas con climas tropicales**. La forma asimétrica de estos tipos de invernadero le da el nombre ya que **un lado de su cubierta es más inclinado** que el otro con el fin de aprovechar de forma óptima la radiación solar. Es perfecto para cultivar plantas altas, hortalizas y flores. (Anónimo, s/f).

CAPITULO II
MATERIALES Y METODOS

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del lugar de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en la zona Los Potreros, comunidad Cabildo en el Municipio de Padcaya en el departamento de Tarija.

Padcaya se encuentra a una distancia de 51km de distancia de la ciudad de Tarija, topográficamente Padcaya es bastante irregular, con áreas montañosas y valles situados entre 1.660 y 2.200 m.s.n.m.

Geográficamente, Padcaya se encuentra a una Latitud de 21°53'14" Sur y a una Longitud 64°42'46" Oeste.

Figura N° 1: Ubicación zona los potreros



Nota: Fotografía obtenida con Google Maps.

3.1.1. Características climáticas del lugar

Las características climáticas se refieren a un conjunto de condiciones atmosféricas promedio que se dan en un área geográfica durante un periodo de tiempo determinado, estas características están relacionadas con la temperatura, humedad, vientos,

precipitaciones, y nubosidad. En el Municipio de Padcaya las características climáticas son las siguientes:

- Temperatura media anual: 22°C
- Humedad relativa: Oscila entre los 59% y 74%.
- Vientos: Moderados y varían según la temporada, desde suaves brisas hasta ráfagas significativas.
- Precipitaciones: El mes que presenta más precipitaciones es enero con una media de 130mm al mes, por otra parte, el mes con más ausencia de lluvias es junio con 0mm de precipitación.

3.2. Materiales

3.2.1. Material vegetal

Respecto al material vegetal se utilizó:

- 100 semillas de tomate variedad Nativo Híbrido F1 Tipo Determinada.
- 100 semillas de Tomate variedad Chalchalero Tipo Determinada.
- Sustrato vegetal previamente desinfectado.

3.2.2. Material de campo

Los materiales que se utilizaron en campo en toda la realización de la investigación son los siguientes:

- Semilleros plásticos de 128 alveolos
- Pico
- Rastrillo
- Machete
- Tijeras de podar
- Tijera
- Alambre flexible
- Baldes
- Hilo de polipropileno

- Pala de mano
- Bandejas de plástico

3.2.3. Material de laboratorio

Para la identificación de las plagas y enfermedades se utilizó los siguientes materiales:

- Microscopio
- Cajas Petri
- Porta y cubre objetos
- Pinzas metálicas
- Medios de cultivo
- Cajas plásticas

3.2.4. Materiales de escritorio

Los materiales de escritorio utilizados para la investigación fueron los siguientes:

- Papel bond
- Lapiceros de colores
- Tijeras
- Marcadores
- Tabla sujetadora de hojas
- Computadora portátil

3.2.5. Características del Invernadero

El invernadero donde se realizó la evaluación de la incidencia y severidad de las principales plagas y enfermedades del cultivo de tomate bajo invernadero tiene las siguientes características:

- Estructura

La estructura del invernadero es en forma de capilla de material metálico, específicamente de metal de acero galvanizado de 0,20cm x 0,25cm.

Cada soporte de los extremos tiene una medida de 2,10 metros de alto, y los soportes del medio tienen una altura de 4 metros.

La estructura está recubierta de agro film transparentes de 250 micrones.

- Dimensiones

Las dimensiones del invernadero son de 18m de largo y 9 metros de ancho, en total una superficie de 162m².

- Sistema de riego

El sistema de riego que se encuentra dentro del invernadero es un sistema de riego por goteo, el cual posee un área de control sencillo, en el sistema se encuentran las cintas de riego con los goteros los cuales se encuentran a una distancia de 15cm entre sí, un filtro, reguladores, tuberías, y la fuente de agua que es un tinaco con capacidad para 500 litros de agua.

3.3. Metodología

3.3.1. Etapas de evaluación de incidencia y severidad

Respecto al levantamiento de datos sobre incidencia y severidad en las 100 plantas por variedad, este se realizó cada cuatro días, en las etapas clave del desarrollo del cultivo para facilitar la comprensión y análisis de datos:

Cuadro N° 2: Etapas de evaluación de incidencia y severidad

| Etapas de evaluación | |
|--|---|
| Etapas | Contexto |
| Almacigo | Siembra y crecimiento de las plántulas hasta que tengan un tamaño adecuado para ser llevadas al campo definitivo |
| Crecimiento vegetativo post trasplante | Periodo después de que las plantas han sido trasplantadas desde el almacigo a su ubicación definitiva. |
| Floración hasta la fructificación | Desde que comienza con el desarrollo de los primeros sépalos en las plantas y hasta la aparición de los frutos. |
| Fructificación hasta la cosecha | Se lleva a cabo desde solo la visualización de frutos en las plantas y hasta que los mismos estén listos para ser cosechados. |

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Evaluación de incidencia

Para determinar el porcentaje o nivel de incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate desde la plántula hasta la fructificación se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Plantas afectadas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas totales}} \times 100$$

3.3.3. Evaluación de severidad

Para la determinación de severidad en la planta provocado por el ataque de plagas o enfermedades, se hizo una evaluación cuidadosa del porcentaje de tejido afectado, el

cálculo se hizo estimando el porcentaje del área con tejido afectado en relación con el área total de ese tejido.

$$\% \text{ de severidad} = \frac{\text{Área de tejido afectado}}{\text{Área total del individuo en estudio}} \times 100$$

Se utilizó escalas de severidad estandarizadas para cuantificar el grado de daño causado por plagas y enfermedades en las plantas afectadas. Las escalas pueden variar generalmente. 3.3.3.1 Tamaño de muestra para la evaluación de severidad

Para el tamaño de muestra se utilizó la norma NINF 31 de la (CIPF) Convención internacional de Protección Fitosanitaria “Metodologías para muestreo de envíos” de la FAO en la cual se indica lo siguiente:

Cuadro N° 3: Cuadro de los tamaños de muestra para niveles de confianza del 80% a niveles de detección variables según el tamaño del lote.

| Número de unidades por lote | P= 80% (nivel de confianza) % nivel de detección x eficacia de la detección | | | | |
|-----------------------------|---|----|----|-----|-----|
| | 5 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 100 | 27 | 56 | 80 | x | x |

Nota: Cuadro extraído de la NINF 31 de la Convención internacional de protección fitosanitaria. (CIPF).

3.3.4. Inspección Visual

Se hizo inspecciones visuales semanales de las plantas de tomate para detectar síntomas y signos de plagas y enfermedades, estas inspecciones se llevaron a cabo en las distintas etapas del desarrollo del cultivo, desde el almacigo de las semillas, desde el nacimiento de la plántula, el crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

3.3.5. Identificación de plagas

La identificación de plagas se refiere a reconocer y establecer la identidad del agente causal en cuestión, puede ser un insecto, un arácnido o un nematodo.

3.3.5.1. Observación directa

La observación directa se realizó sin alterar el entorno o las condiciones en las que se encuentran las plantas, las acciones específicas son las siguientes:

-Se reviso el envés de las hojas, el tallo y los frutos para identificar a plagas comunes como pulgones, ácaros, gusanos y moscas blancas.

-Se fotografió y documento las plagas y enfermedades encontradas para su identificación posterior.

3.3.5.2. Análisis en Laboratorio

En el análisis de laboratorio se llevó a cabo las siguientes actividades:

-Análisis y observación de las muestras de las plagas mediante el uso de lupas o microscopios.

-Se comparo las muestras con guías, claves taxonómicas y literatura específica para la identificación de las especies.

3.3.6. Identificación de enfermedades

3.3.6.1. Diagnostico presuntivo

El diagnostico presuntivo se realizó en campo observando los principales signos y síntomas de anomalías que haya en las plantas.

3.3.6.2. Diagnóstico clínico

El diagnóstico clínico se realizó en laboratorio con el uso de microscopios, porta y cubre objetos, y sustancias que puedan ayudar a facilitar la visión de la estructura del microorganismo en el microscopio.

3.3.7. Consultas con expertos

La consulta con expertos se realizó en casos más difíciles, enviando muestras y fotos de insectos y/o de enfermedades a fitopatólogos, biólogos o entomólogos para una identificación más precisa.

3.3.8. Elaboración de estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).

Para la elaboración de estrategias de MIPE, se elaboró en base a las tres etapas clave del manejo integrado de plagas: prevención, observación e intervención. Estas etapas son fundamentales para iniciar y mantener un manejo integrado efectivo y su importancia no sea subestimada.

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Identificación de plagas y enfermedades

4.1.1. *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895.

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Nombre común: Trips.

Características básicas del Insecto: El adulto puede llegar a medir de 1 a 1,5mm, tiene el cuerpo alargado, cilíndrico, con colores que varían entre el café, amarillo pálido y el castaño, tiene tres pares de patas, un par de antenas con ocho artejos tiene dos pares de alas que son alargadas las cuales tienen sedas en los bordes y se encuentran en el habito dorsal en el mesotórax, el aparato bucal es picador suctor. (Goldarazena, 2015).

Figura N° 2: Habito dorsal, ventral y artejos de *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895.



Fuente: Elaboración propia.

Observación en campo: Este insecto fue encontrado alimentándose de las hojas en las plantas de tomate desde la etapa de germinación en almacigo y en todo el desarrollo del cultivo, se encontraban específicamente en la superficie foliar, su presencia se hace notoria ya que van dejando puntos muy pequeños de colores que van desde el blanquecino transparente a blanco, junto con esto, el insecto hace sus deposiciones en el haz de la hoja, las heces fecales se observan como puntos negros bastante pequeños, sin embargo, pese a estos hábitos del insecto las hojas se mantuvieron erguidas, con buena forma, no se enrollaron ni se cayeron.

Según Ananthakrishnan & Raman (1989) citados por Goldarazena (2015) indican que los trips se alimentan de las hojas succionando los contenidos nutricionales, además de que conllevan a que las hojas desarrollen agallas, en muchas otras plantas los bordes de las hojas se enrollan o la hoja puede doblarse a lo largo del nervio central.

Figura N°3: Daños de *Frankiniella occidentalis* a las hojas de tomates



Fuente: Elaboracion propia.

4.1.2. *Diabrotica speciosa* Germar, 1824.

Orden: Coleóptera

Familia: Chrysomelidae

Nombre común: Overito, mariquita verde

Características básicas del insecto: Los adultos machos de esta especie pueden llegar a medir alrededor de 4 a 5mm y las hembras 5 a 6mm, la coloración del cuerpo es de verde oscuro brillante, la cabeza es de color marrón, posee seis manchas de color amarillo anaranjado encima de los élitros, sus antenas están compuestas de 11 artejos, los ojos son de color negro brillante, el aparato bucal es masticador, el abdomen es de color amarillo, las patas son delgadas con fémures alargados de color verde amarillento, tibias y tarsomeros de color marrón oscuro a negro. (Gutiérrez & Villegas, 2022).

Las hembras en su mayoría ovipositan alrededor de las raíces de las plantas en los suelos con buen drenaje y buena materia orgánica ya que estas características brindan condiciones ideales para la supervivencia de huevos y larvas a temperaturas que oscilan entre los 25°C y 65% de humedad.

Figura N°4: *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 alimentándose de hojas de tomate

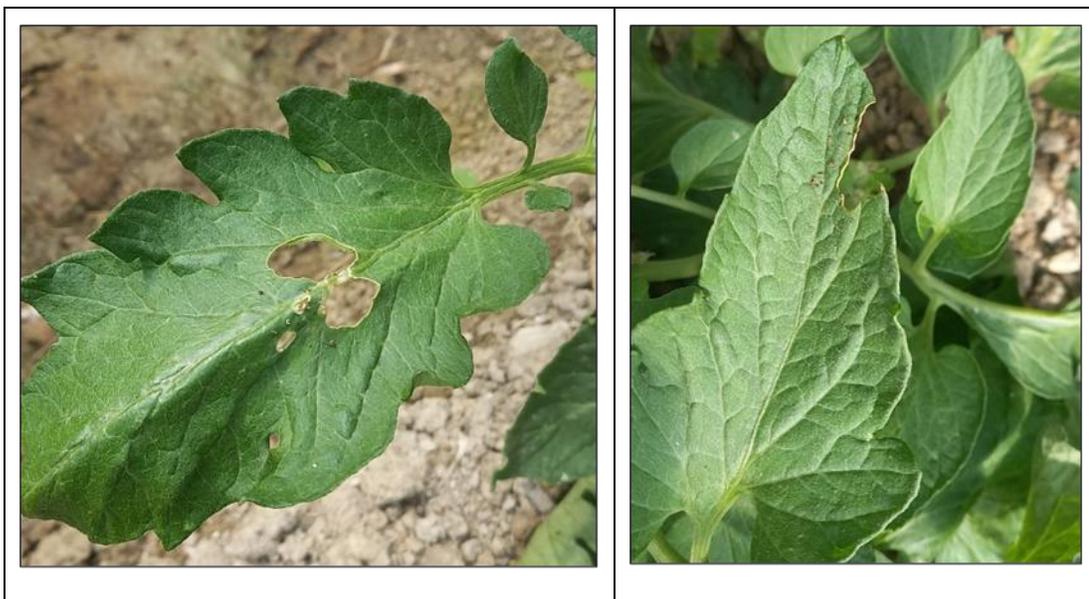


Fuente: Elaboración propia

Observación en campo: Este insecto fue visto en campo únicamente en el estadio adulto sobre la superficie foliar de las plantas de tomate, alimentándose de las hojas y dejando en ellas pequeñas gotitas de color negro las cuales se identificaron como heces fecales. Este insecto al tener el aparato bucal masticador deja en las hojas un aspecto incompleto, con bordes irregulares y algunos agujeros, sin embargo, sus daños no fueron relevantes en la producción.

Según Andrade (2024), en otros cultivos tales como maíz, el adulto de este insecto se alimenta de las hojas causando raspaduras, provocando una gran defoliación, dañando el área fotosintética influyendo en el crecimiento y desarrollo de las hojas lo cual resulta en pérdidas de productividad y rentabilidad, por otra parte, la larva causa daños en las raíces, ya que se alimenta de las mismas y perjudica la absorción de nutrientes y agua lo cual provoca que la planta entre en un estado de debilidad y susceptibilidad a ataque de enfermedades.

Figura N° 5: Daños de *Diabrotica speciosa* en hojas de tomate.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. *Epitrix spp* Foudras, 1860.

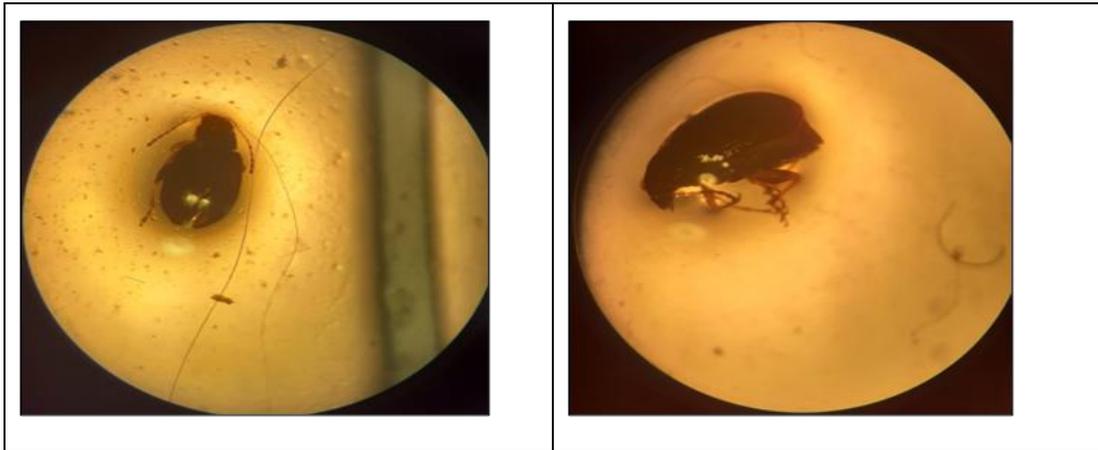
Orden: Coleóptera

Familia: Chrysomelidae

Nombre común: Pulguilla de la papa

Características básicas del insecto: Los adultos de esta especie llegan a tener un tamaño entre los 1,5mm y 2mm de largo, son de color negro metálico con un brillo notorio, tienen tres pares de patas destacando que el tercer par de patas tiene el fémur engrosado lo cual le permite saltar grandes distancias, sus antenas son delgadas y tienen once artejos, el aparato bucal es masticador, lo cual le permite cortar y masticar las hojas de las plantas. Los huevos tienen forma elíptica y miden alrededor de 0,2 a 0,4mm y su color es blanquecino. La larva es pálida, delgada con una cabeza reducida y patas cortas. La pupa es de color blanco, de pequeño tamaño y se ubican en el suelo teniendo una duración de 5 a 10 días. (Phytoma, 2015).

Figura N° 6: Habito dorsal *Epitrix spp* Foudras, 1860 en estereoscopio.

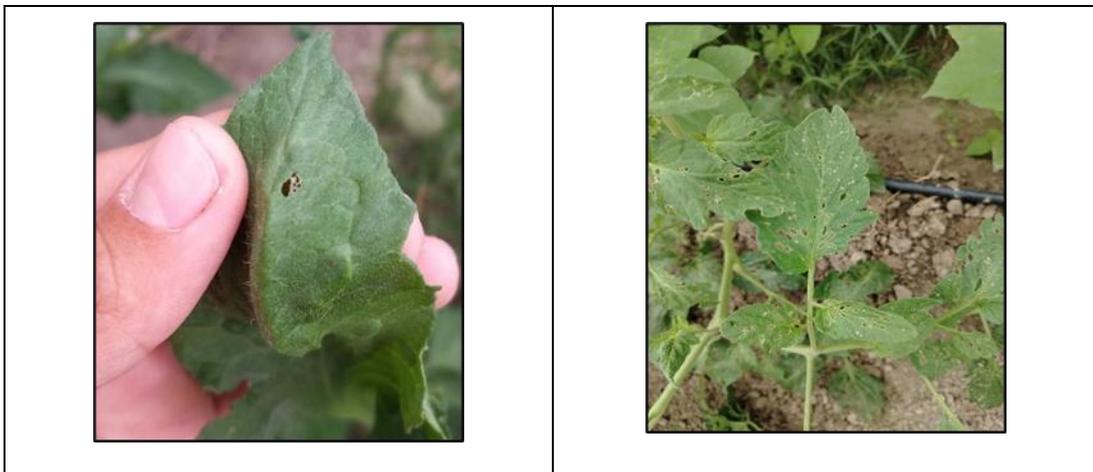


Fuente: Elaboración propia.

Observación en campo: Este insecto fue observado en la superficie de las hojas alimentándose de ellas, su modo de alimentación es basado en la masticación, deja numerosos agujeros pequeños e irregulares en la superficie de las hojas, cabe mencionar que en esta ocasión solo se ha visualizado los daños del adulto.

En cultivos como la papa, la pulgilla ocasiona igualmente orificios pequeños con diámetros menores a tres milímetros, sin embargo, cuando la población es muy elevada y el ataque muy severo, las hojas se van secando, lo cual reduce la superficie útil de la planta afectando el proceso fotosintético, además, las pulgillas colocan sus huevecillos en el suelo cerca de las raíces de la planta, por eso, cuando los huevos eclosionan se dirigen directamente a los tubérculos dejando en ellos minas en los tejidos lo cual convierte al individuo en un blanco fácil para que los microorganismos patógenos puedan infectar la planta. (Ormeño. 2008).

Figura N° 7: Daños de *Epitrix spp* en las hojas de tomate



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. *Spodoptera cosmioides* Walker, 1857.

Orden: Lepidóptera

Familia: Noctuidae

Nombre común: Oruga de las solanáceas

Características básicas del insecto.

- **Larva:** Presenta en el dorso tres líneas longitudinales de color naranja en forma de una línea central y dos laterales, en el dorso tiene manchas blancas sobre las exteriores en cada segmento abdominal, sobre esos puntos blancos se observan triángulos negros que apuntan hacia el dorso del insecto. La larva es robusta, la cabeza es más pequeña que el cuerpo. Según Sinavimo (2020) citado por Summit Agro (2024).
- **Adulto:** Polilla robusta de casi 40mm de envergadura alar, los machos presentan cuerpo alargado y esta cubierto de escamas que le dan una textura rugosa, sus alas son marrones con patrones distintivos con manchas y líneas onduladas en diferentes tonos de color café, las antenas son finas y se extienden hacia adelante. (Irgazabal & Gálvez, 2014).
- **Genitalia del macho:** Esta compuesta por el edeago, que es el órgano copulador, las valvas, que son aquellas que sujetan a la hembra en el proceso de copulación, el uncus, y los sacos membranosos que son aquellos que se expanden durante el apareamiento para facilitar la transferencia de espermatozoides. (Solano & Sosa, 2015).

Figura N° 8: Adulto y genitales de *Spodoptera cosmioides* Walker, 1857.



Fuente: Elaboración propia

Observación en campo: La larva fue vista dentro de un fruto de mediano tamaño alimentándose, su aparato bucal es masticador, de manera que a medida que va moviéndose dentro del fruto deja agujeros provocando el deterioro completo del fruto. Esta larva también se alimentaba de las hojas de las plantas de tomate dejando a la hoja con una superficie irregular.

Figura N° 9: Daños por *Spodoptera cosmioides* en los frutos de tomate.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. *Fusarium solani* Saccardo, 1881

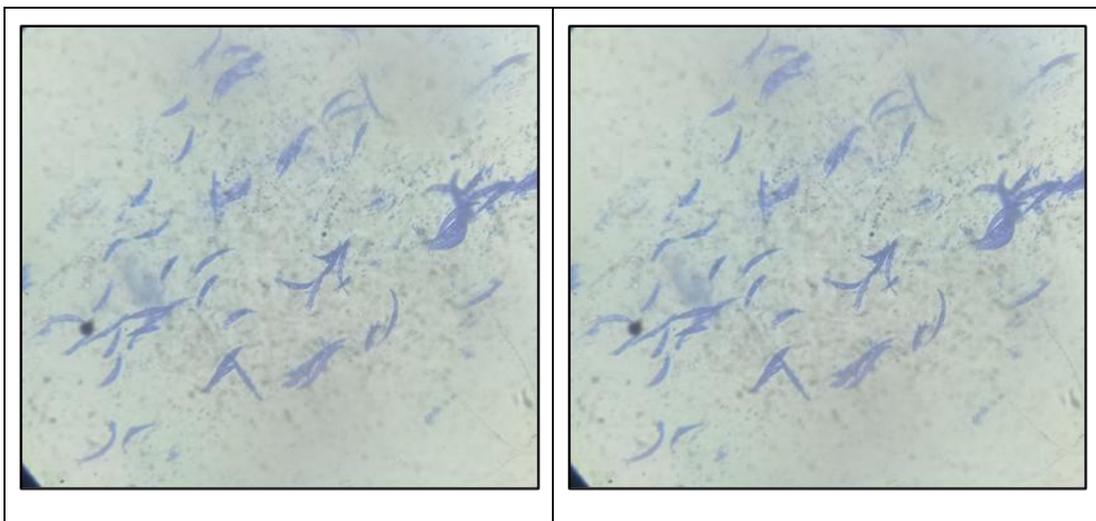
Orden: Moniliales

Familia: Nectriaceae

Nombre común: Pudrición de la raíz

Características del hongo: Sus macroconidios son en esporodoquios o en hifas no diferenciadas, los microconidios en hifas no diferenciadas, en ocasiones forman clamidosporas, este hongo vive en el suelo y puede llegar a quedarse en el suelo por muchos años. La especie es específica para una especie de hospedante. Los microconidios son abundantes y de forma ovoide, son producidos en monofiálides alargadas y finas, estas monofiálides nacen lateralmente de la hifa y a veces son ramificadas, por otra parte, los macroconidios se observan en menor cantidad, estos nacen de conidióforos cortos y ramificados que con frecuencia forman esporodoquios. Los conidios presentan entre tres a cinco tabiques y tienen forma de medialuna. (Gonzales, 1976).

Figura N° 10: Macro y micro conidios de *Fusarium solani* Saccardo, 1881 vistas en microscopio.



Fuente: Elaboración propia.

Observación en campo: Este hongo tiene la cualidad de atacar principalmente las raíces y parte del tallo de la planta, lo cual afecta la absorción de nutrientes, agua y debilita el anclaje de la planta al suelo. Al observar la planta, específicamente la parte del tallo que se encuentra más cerca a la raíz, se pueden ver deformidades y anomalías, incluyendo una especie de agujeros y raspones en la parte del tallo más cercana a la raíz, sin embargo, en las hojas no se visualizó marchitez ni amarillamiento, signos los cuales son los más característicos de este hongo.

Según Noelyn (2023), la marchitez es uno de los primeros signos de la presencia de este patógeno, y a medida que va progresando las hojas se van tornando de color amarillo con un crecimiento muy lento y débil, los peores signos son durante el día ya que el sol provoca que la planta se marchite aún más rápido, con el tiempo la planta sucumbe y muere.

Figura N° 11: Daños en las raíces de la planta de tomate por *Fusarium solani*.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. *Alternaria solani* Fabers, 1880.

Orden: Pleosporales

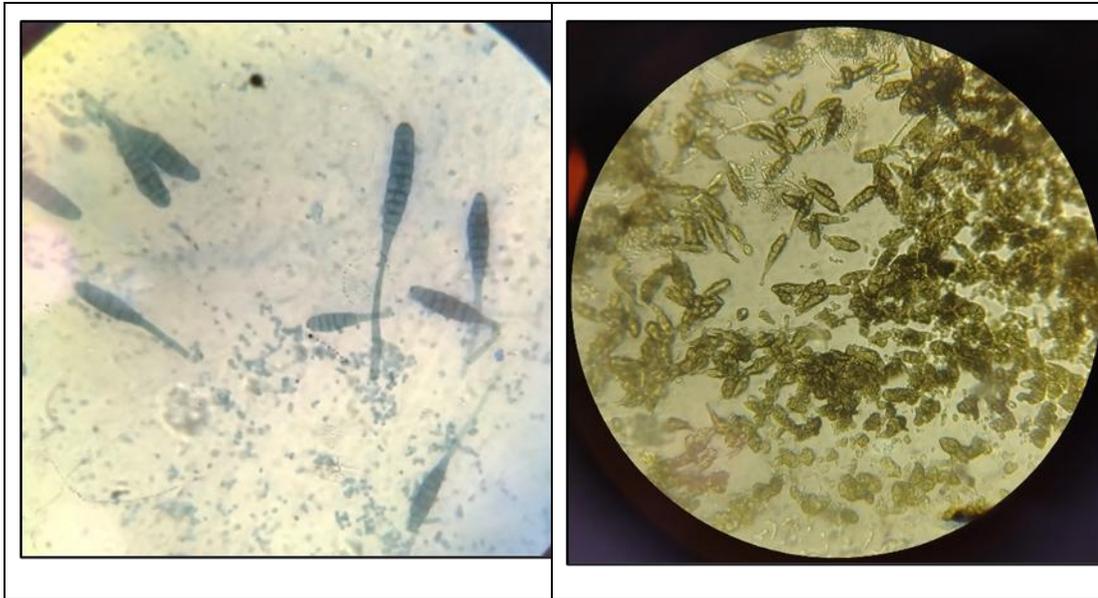
Familia: Pleosporaceae

Nombre común: Tizón temprano

Características del hongo: Este hongo es de conidios oscuros, muriformes, y en ocasiones se encuentran en cadenas. Los conidióforos no se distinguen de las hifas vegetativas. (Gonzales, 1976).

Según INIA (2016), este hongo produce estructuras resistentes que se conocen como clamidosporas las cuales tienen la capacidad de sobrevivir por varios años en el suelo, pueden sobrevivir como micelio, conidios y clamidosporas en restos de plantas, malezas u otros hospederos.

Figura N° 12: Conidios de *Alternaria solani* Fabers, 1880 vistas en microscopio.



Fuente: Elaboración propia.

Observación en campo: Este hongo tiende a manifestarse inicialmente en las hojas, de manera que va formando manchas circulares de color café las cuales varían entre 1cm y 0.5cm de diámetro, a la par de este principal síntoma, las hojas comienzan a amarillarse y lentamente se marchitan. Este fenómeno es más notable en las hojas viejas.

Según INIA (2016), el diámetro de las lesiones circulares es de 8 a 10mm y pueden alcanzar varios centímetros cuando las condiciones de clima son favorables para el desarrollo del hongo, lo cual le da a la planta un aspecto de quemado, *Alternaria solani* ataca toda la parte aérea de la planta de tomate siendo las hojas más viejas las de mayor incidencia, también puede atacar flores y frutos a los cuales les provoca caída de la planta.

Figura N° 13: Daños de *Alternaria solani* en las hojas de la planta de tomate.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. *Cladosporium fulvum* Cubitt, 1883.

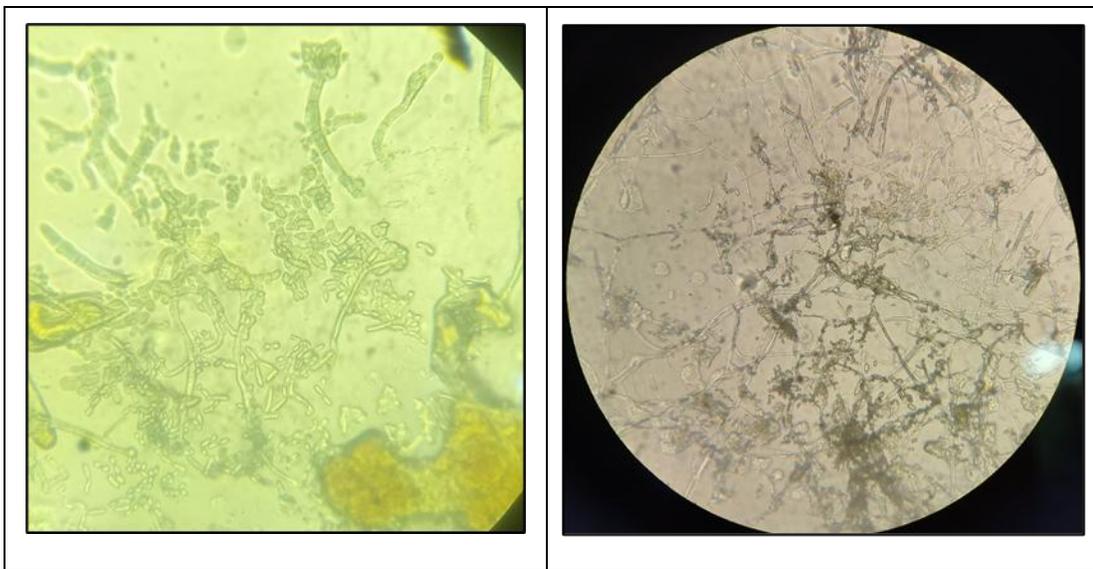
Orden: Capnodiales

Familia: Mycosphaerelleaceae

Nombre común: Cladosporiosis

Características del hongo: Es un hongo saprofito, es filamentoso, de hifas finas, septadas, ramificadas de color marrón. Las hifas sostienen cadenas ramificadas de conidios unicelulares o cilíndricos. Los conidios se forman por gemación sucesiva del conidio anterior. (INSST, 2022).

Figura N° 14: Conidios de *Cladosporium fulvum* Cubitt, 1883 vistas en microscopio.



Fuente: Elaboración propia

Observación en campo: Este hongo solo fue observado en los diagnósticos clínicos, ya que sus esporas se encontraban en conjunto con las esporas de otros hongos.

4.1.8. *Rhizoctonia solani* Kuhn, 1858.

Orden: Cantharellales

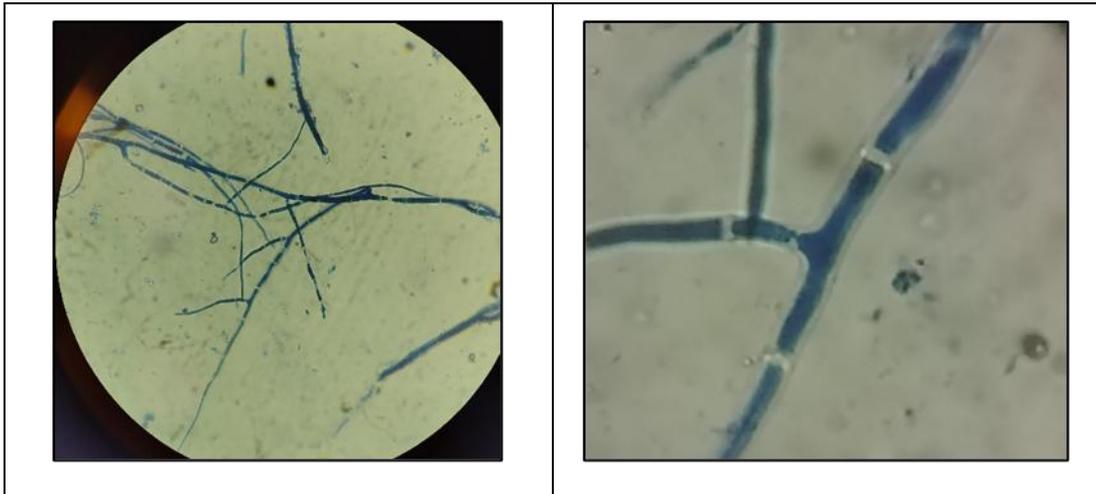
Familia: Ceratobasidiaceae

Nombre común: Mal del tallo

Características del hongo: Este hongo se caracteriza porque no produce esporas, su micelio es de color pardo claro en el cual las ramificaciones muestran una constricción en su base, seguida de una septa (paredes internas que dividen las hifas en compartimentos). (Gonzales, 1976).

Este hongo fue considerado en el pasado un hongo estéril, ya que no producía esporas, sin embargo, el hongo produce basidiósporas, este hongo persiste en suelos infectados durante mucho tiempo, suele producir únicamente micelio, el cual crece en la planta formando acumulaciones de infección desde las cuales se infecta la planta, las hifas laterales emergen en ángulo recto, además, en el punto de ramificación, hay una constricción y un septo cercano. (Seedcare, 2025).

Figura N° 15: Hifas de *Rhizoctonia solani* Kuhn, 1858 vista en microscopio.



Fuente: Elaboración propia.

Observación en campo: Este hongo produce marchitamiento de la planta, pudrición de la raíz y el cuello de la planta, reduce el crecimiento de la planta y de los frutos como tal, además, el tallo comienza a adquirir una apariencia similar a la madera y perder su color verde debido a las lesiones necróticas.

Comúnmente este hongo ataca al tallo de la planta en el nivel del suelo, provocando que el tallo se descomponga y forme lesiones marrones que van extendiéndose a lo largo del mismo formando canchales hundidos cerca del nivel del suelo lo cual limita y perjudica el movimiento de agua y nutrientes en la planta. (Lawson, 2017).

Figura N° 16: Daños provocados en la planta a causa de *Rhizoctonia solani*.



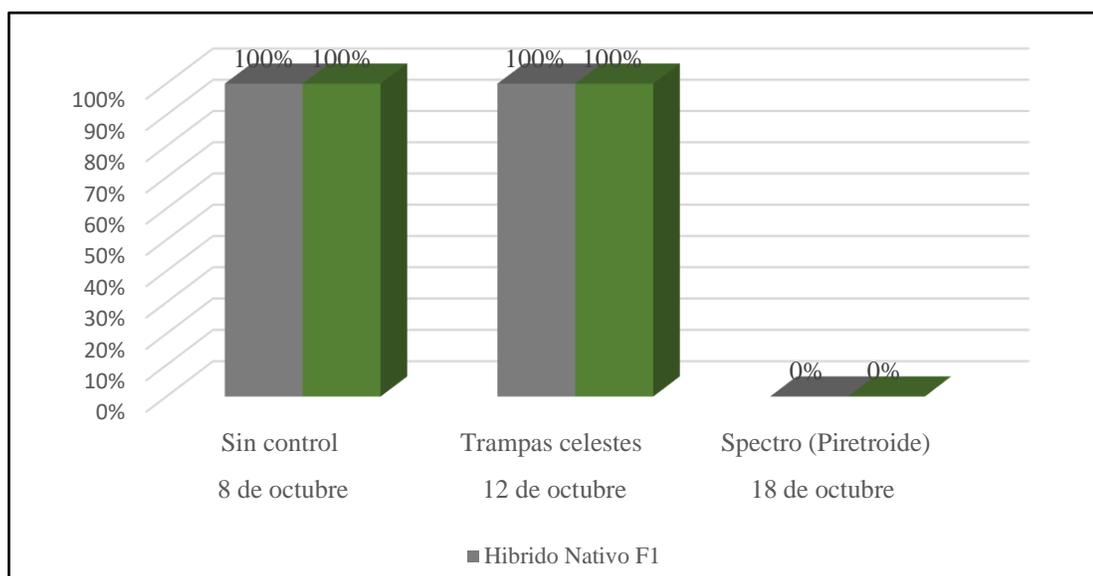
Fuente: Elaboración propia.

4.2. Incidencia y severidad de las plagas y enfermedades identificadas.

4.2.1. Incidencia y Severidad *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895.

4.2.1.1. Etapa de Almacigo

Gráfico N° 1: Incidencia *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en Almacigo



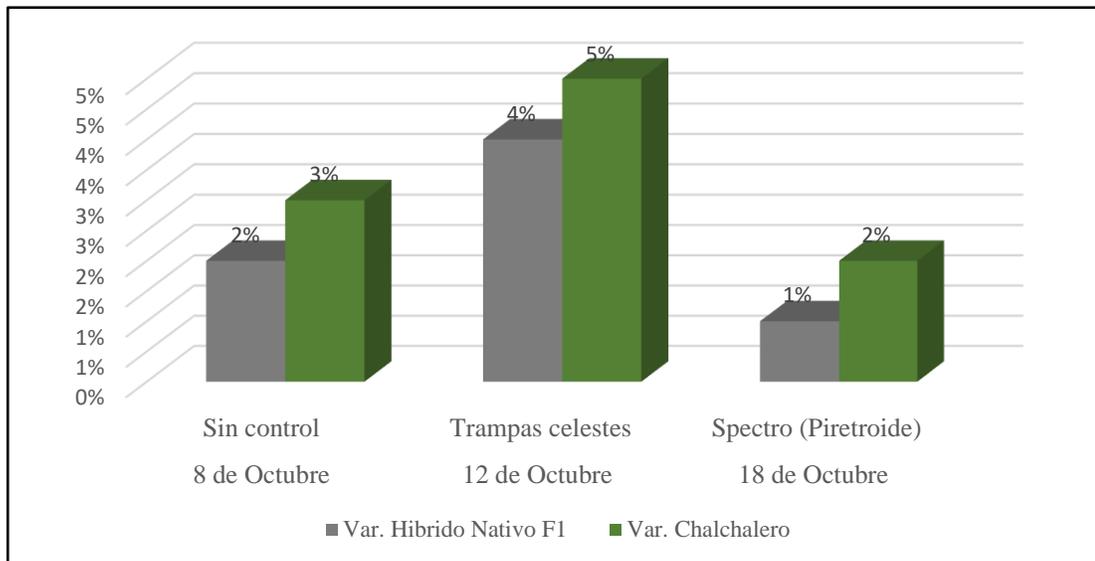
Fuente: Elaboración propia.

En la primera etapa del desarrollo de las plantas de tomate, se realizó una evaluación de incidencia y severidad de la plaga. La incidencia fue medida a nivel de bandejas. En el primer avistamiento del insecto, el 8 de octubre de 2024 se reportó un 100% de incidencia de *Frankiniella occidentalis*.

Inicialmente, se intentó controlar la población del insecto utilizando trampas celestes, sin embargo, este método no fue efectivo y la incidencia se mantuvo en 100%. Debido a esto, se recurrió a un método de control químico, utilizando el producto “Sperto”, cuyo componente activo es la lambdacialotrina, un piretroide sintético.

Después de aplicar el químico y realizar una nueva evaluación de la incidencia se observó un control eficiente, reduciendo la incidencia a un 0%.

Gráfico N° 2: Severidad *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en Almacigo.



Fuente: Elaboración propia.

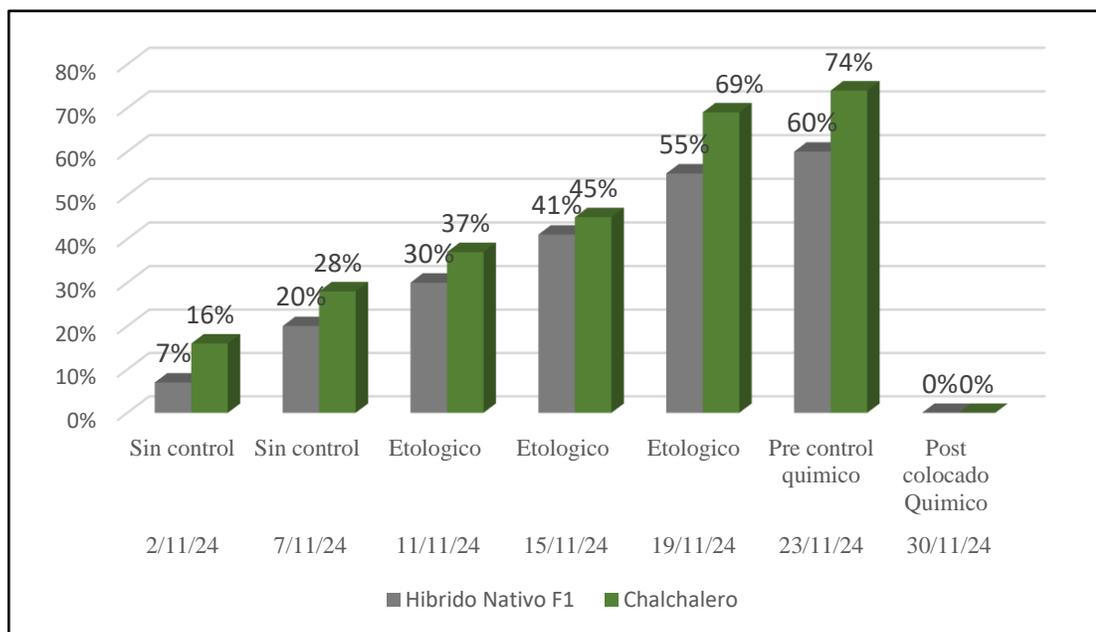
Respecto a la severidad, la evaluación se realizó a nivel de superficie foliar, tomando una muestra del 10% de las plantas totales, lo que corresponde a 12 plantas. La severidad fue medida con base a la superficie foliar afectada por los hábitos alimenticios del insecto. En la primera fecha de avistamiento, se reportó un daño del 2% en la variedad híbrida y un 3% en la variedad Chalchalero. Para evitar un aumento en la severidad, se colocó trampas celestes, pero no fueron eficientes y se observó un incremento en el daño en los folíolos. Posteriormente, se utilizó el método de control químico con el producto Spectro, el cual redujo notablemente la severidad en cada variedad.

Según Carrizo (2001), en lo que respecta a métodos de detección y seguimiento de la infestación por trips en la plántula de tomate en almacigo, el registro directo de la presencia de los adultos de este insecto resulta ineficaz mediante el uso de trampas

adhesivas, se menciona que el mejor sistema de detección es el registro de daño e incidencia directa, ya que con el uso de trampas en cada bandeja había adultos que no quedaban atrapados, pero sin embargo estaban presentes en las plántulas, ya que la intención era medir la incidencia y daño con ayuda de las trampas.

4.2.1.2. Etapa de Crecimiento vegetativo post trasplante

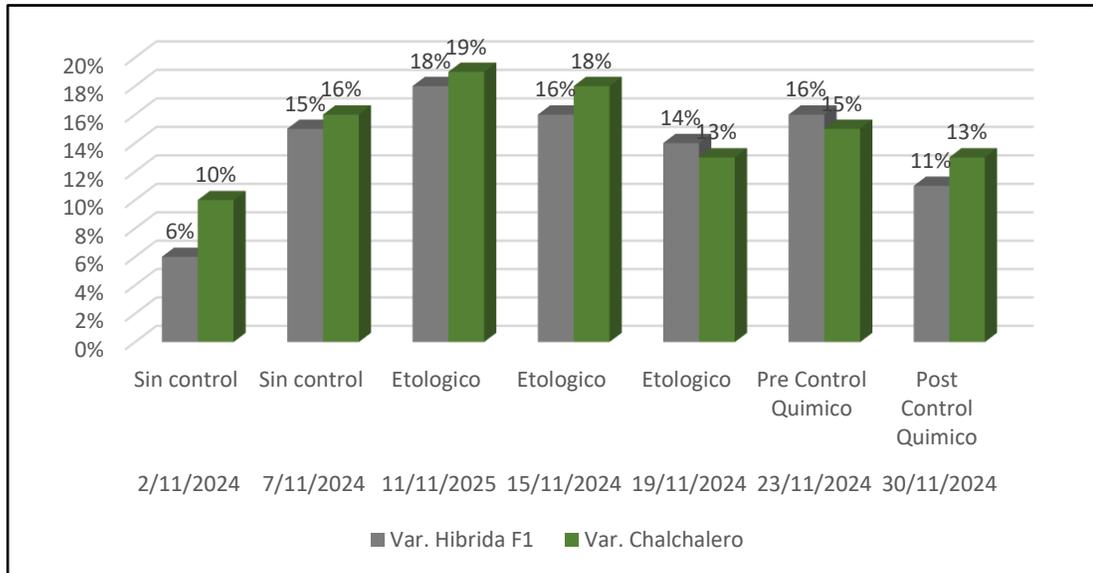
Gráfico N° 3: Incidencia *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en el crecimiento vegetativo post trasplante.



Fuente: Elaboración propia

En esta etapa de desarrollo del cultivo, se tuvo el primer avistamiento de *Frankiniella occidentalis* el 2 de noviembre de 2024 haciéndose presente en el 7% de las plantas de la variedad híbrida y en el 16% de plantas de la variedad Chalchalero, para el control de este insecto se utilizaron trampas celestes. Sin embargo, a pesar del uso de las trampas la incidencia aumento alcanzando un 74% en la variedad Chalchalero y un 60% en la variedad híbrida. Dado que la incidencia era ya elevada se procedió a realizar un control químico utilizando el producto “Tracer” a base de Spinosad. Este producto elimino por completo al insecto de las plantas reduciendo la incidencia hasta 0% en ambas variedades.

Gráfico N° 4: Severidad *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en el crecimiento vegetativo post trasplante.



Fuente: Elaboración propia.

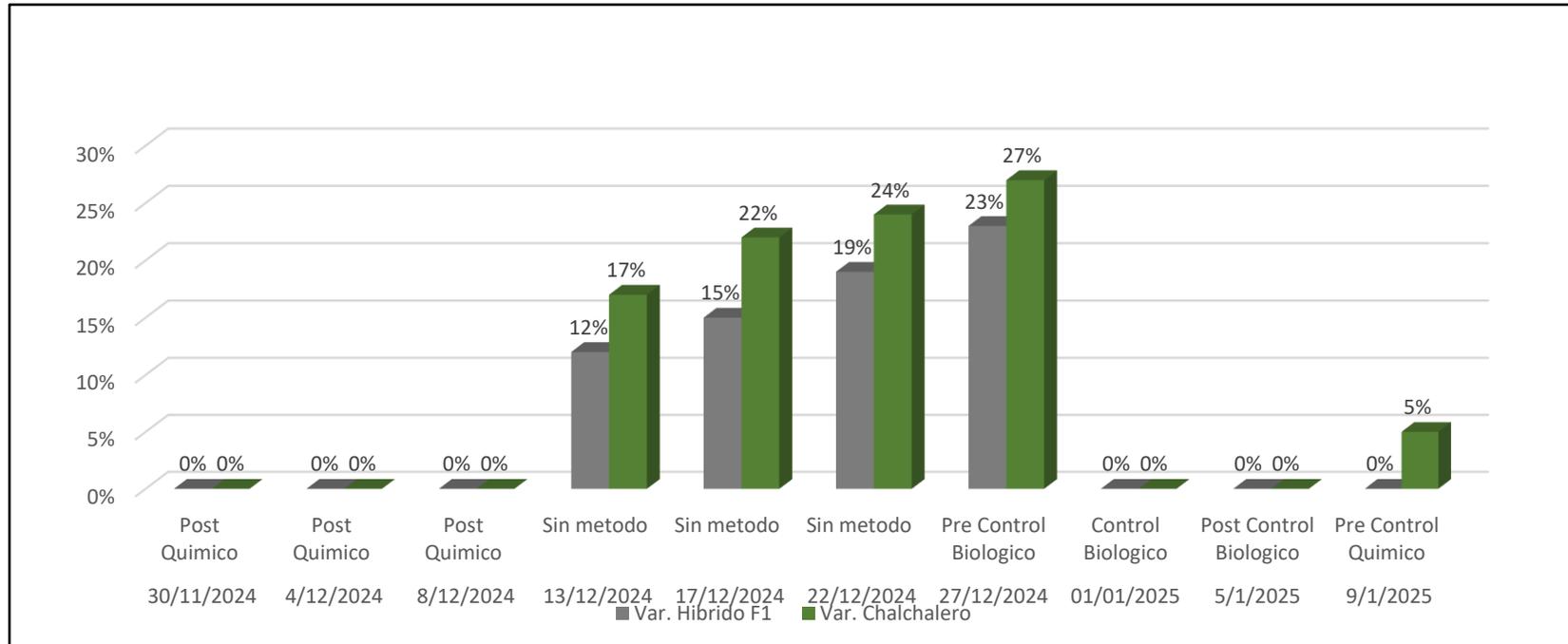
Respecto a la severidad en esta etapa de evaluación, se realizó un análisis a nivel de foliolos dañados de la planta. En el primer avistamiento del insecto el 2 de noviembre de 2024 los daños en los foliolos eran bajos, sin embargo, a medida que la incidencia aumentaba, incluso con las trampas celestes la severidad también fluctuaba debido a que la planta continuaba desarrollando foliolos constantemente, lo que provocaba una variabilidad en la severidad durante esta etapa, como se observa en la figura.

Considerando una baja incidencia de *F. occidentalis* para el estudio de la evolución de la plaga en el cultivo de tomate bajo invernadero, se observó que la incidencia se incrementa desde las primeras semanas hasta la floración, se hizo una comparación con el cultivo de pimiento bajo invernadero y la plaga se manifestó mucho más fuerte en tomate, se evaluaron 20 a 25 plantas al azar por invernadero donde la máxima incidencia registrada en el pimiento fue del 40% mientras que en el tomate la máxima

incidencia fue del 100%, se relaciona estos resultados con que las hojas del pimiento son mas duras lo que conlleva a que el insecto tenga dificultad para alimentarse, mientras que el tomate tiene las hojas mas suaves . (Cabello & Benitez, 1994).

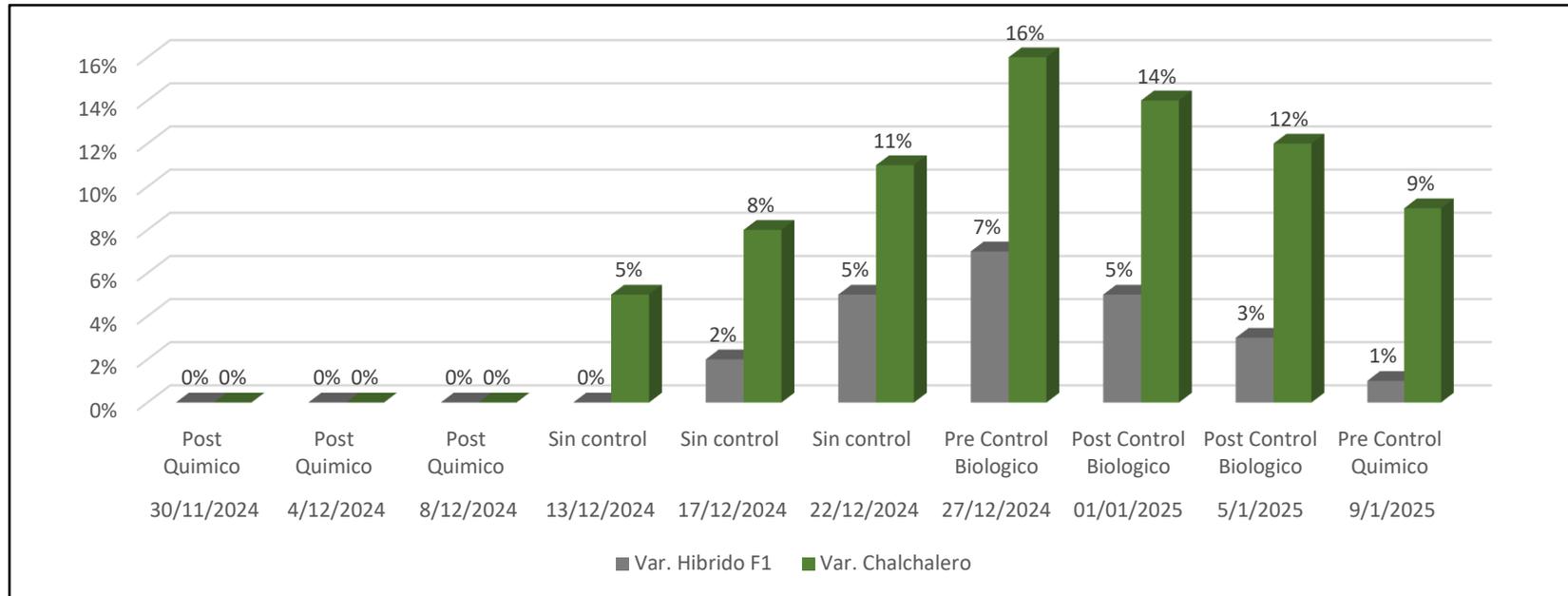
4.2.1.3. Etapa de Floración hasta la Fructificación

Gráfico N° 5: Incidencia *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en la floración hasta la fructificación.



Después del control químico, la incidencia se mantuvo en 0% para ambas variedades hasta el 13 de diciembre de 2024, cuando el insecto volvió a aparecer en las plantas de tomate. No obstante, en esta etapa del cultivo la incidencia fue mucho menor. La última evaluación antes de implementar el control biológico mostro una incidencia del 19% para la variedad híbrida y de 27% para la variedad chalchalero. Posteriormente, se aplicó el control biológico utilizando el Hongo *Bauverian bassiana*, y en una evaluación posterior se observó que el hongo fue efectivo en la eliminación del insecto dejando la incidencia en 0% para ambas variedades.

Gráfico N° 6: Severidad *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en la floración hasta la fructificación.

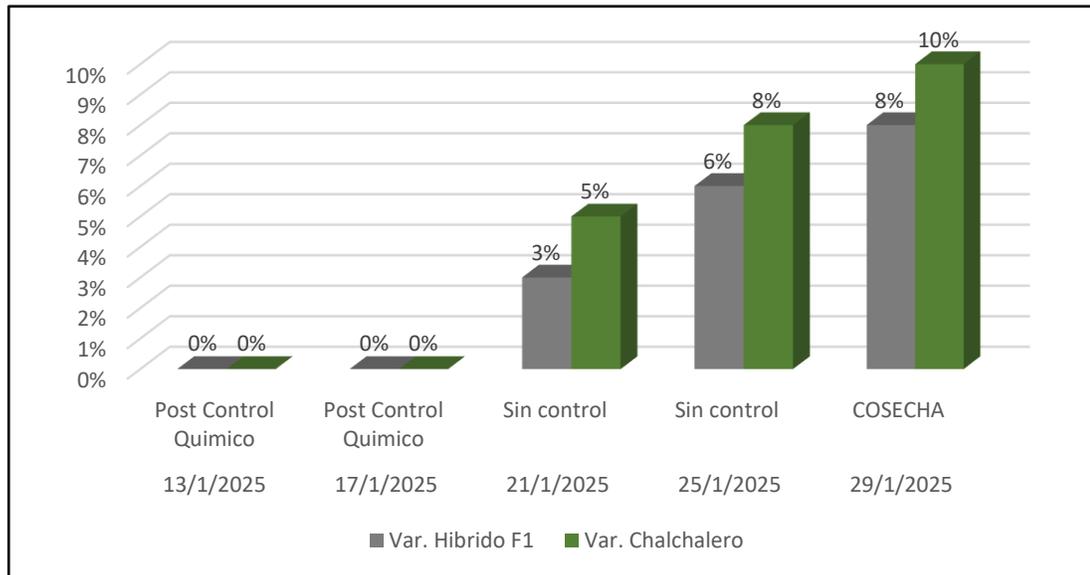


Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa, la evaluación se hizo a nivel de hojas que había en las plantas, y como se observa en la figura, la severidad se mantuvo en 0% durante tres evaluaciones en adelante luego del colocado del control químico, en la fecha 13 de diciembre de 2024 se pudo observar nuevamente la presencia del insecto en las plantas, sin embargo, el porcentaje de daño y hojas dañadas registrado fue bajo, posteriormente se utilizó el hongo *Bauverian bassiana* para realizar un control biológico, lo cual redujo los porcentajes de severidad, además, que la planta constantemente continuaba en desarrollo de hojas nuevas lo cual también hace fluctuar los porcentajes.

4.2.1.4. Etapa de Fructificación hasta la primera cosecha

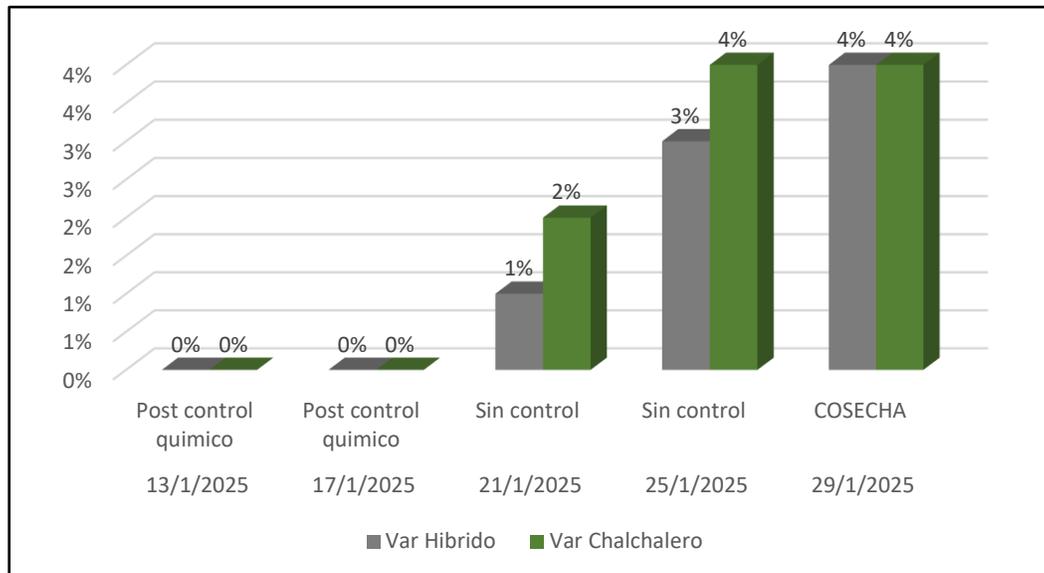
Gráfico N° 7: Incidencia *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en la fructificación hasta la primera cosecha



Fuente: Elaboración propia.

Iniciada esta etapa, la incidencia del insecto se encontraba en 0%, ya que el hongo *Bauverian bassiana* fue muy efectivo en el control. En la fecha 21 de enero de 2025 el insecto fue visto nuevamente en ambas variedades, dando como resultado una incidencia del 3% en la variedad híbrida y un 5% en la variedad chalchalero, lo cual significa una incidencia muy baja, así, en las siguientes evaluaciones también se pudo observar un aumento muy bajo en la incidencia en ambas variedades, y la evaluación finalizó el día 29 de enero de 2025 ya que ese día se realizó la cosecha de frutos de ambas variedades.

Gráfico N° 8: Severidad *Frankiniella occidentalis* Pergrande, 1895 en la Fructificación hasta la primera cosecha



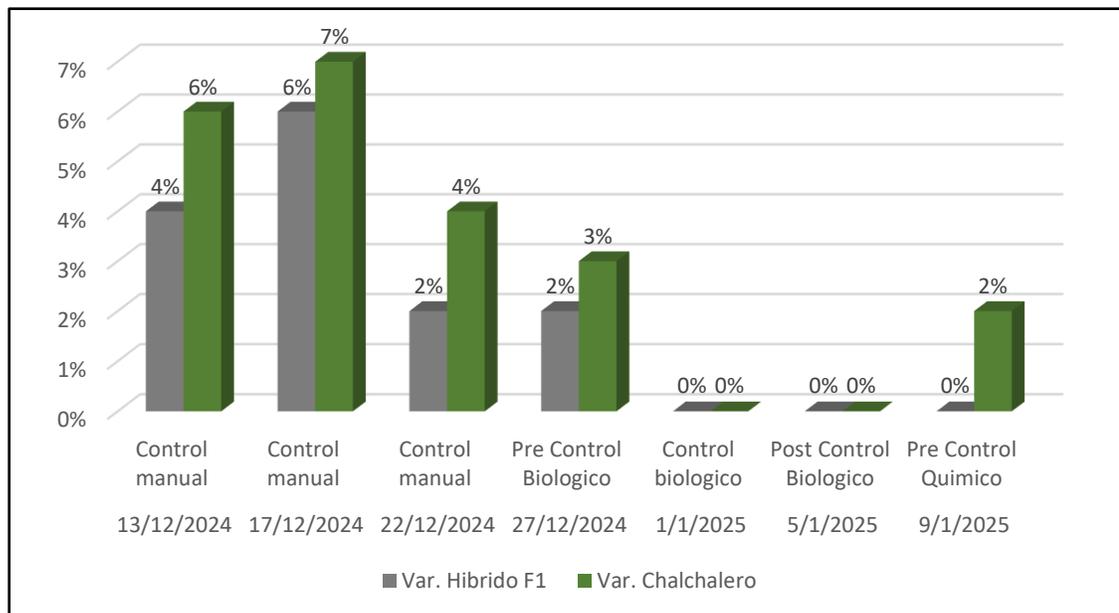
Fuente: Elaboración propia.

En la figura se observa que los porcentajes de severidad son bajos. El 21 de enero de 2025 se registró una severidad del 1% en la variedad híbrida y un 2% en la variedad chalchalero. A medida que se realizaron las evaluaciones el 25 y el 29 de enero, la severidad solo mostro un aumento reducido fluctuando entre el 1% y el 2%. Estos valores indican que el porcentaje de severidad sigue siendo considerablemente bajo para ambas variedades.

4.2.2 Incidencia y Severidad *Diabrotica speciosa* Germar, 1824.

4.2.2.1. Etapa de Floración hasta la Fructificación

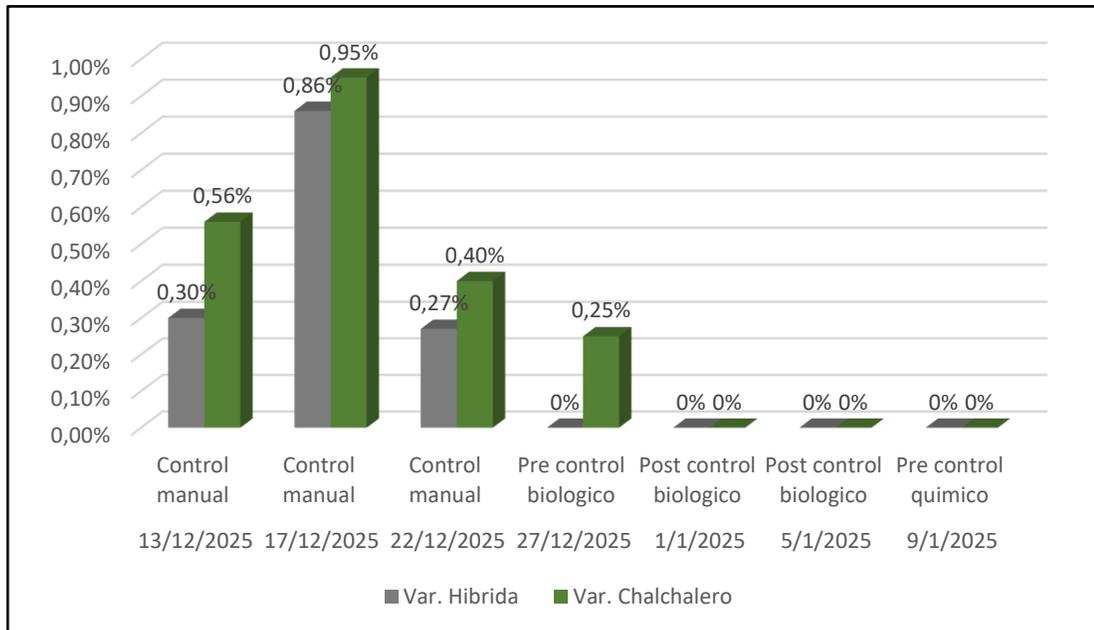
Gráfico N° 9: Incidencia *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 en la floración hasta la fructificación



Fuente: Elaboración propia.

Este insecto fue visto por primera vez en la etapa de floración el día 13 de diciembre de 2024, dando como resultado una incidencia del 4% para la variedad híbrida y un 6% para la variedad chalchalero. Pasados los días de evaluación se vio un incremento muy bajo de incidencia de este insecto, donde lo máximo que alcanzo fue del 6% en la variedad híbrida y un 7% en la variedad chalchalero, el control de este insecto fue realizado de manera manual, lo cual consiste en retirar al individuo de la planta, ya que la población del insecto era muy baja. Posteriormente se realizó un control biológico lo cual dio como resultado una incidencia de 0% en la evaluación posterior al control, y nuevamente el insecto fue visto el 9 de enero de 2025 solo en la variedad chalchalero registrando una incidencia de 2%.

Gráfico N° 10: Severidad *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 en la floración hasta la fructificación



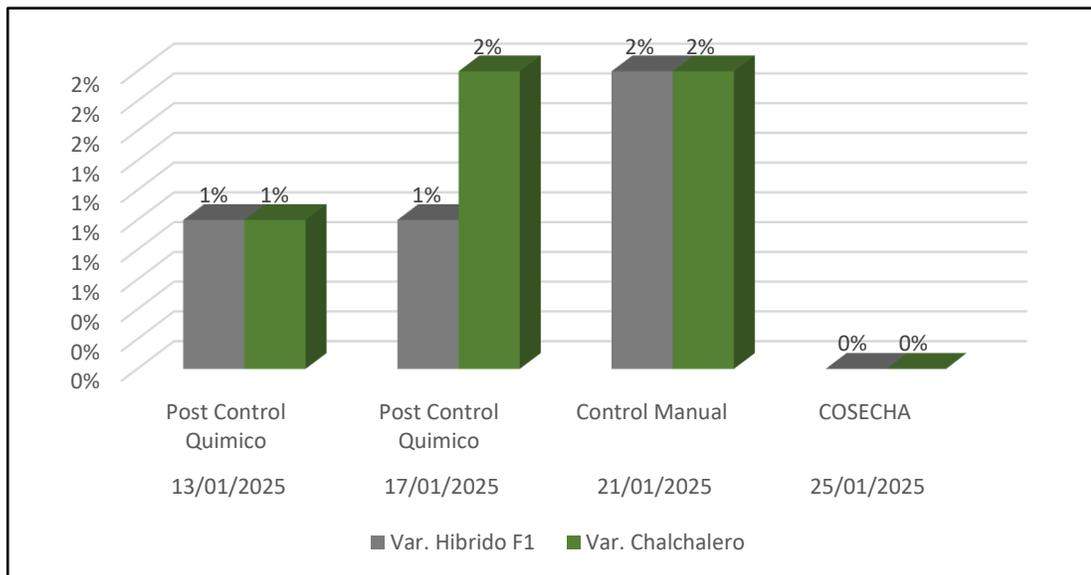
Fuente: Elaboración propia.

Las evaluaciones realizadas arrojan resultados sobre la severidad del daño de este insecto en esta etapa, como se puede observar en la figura, los porcentajes son inferiores al 1% en ambas variedades, esto indica que el porcentaje de daño es bastante bajo, siendo irrelevante en esta etapa del cultivo de tomate.

Según Montoya (2024), la especie *Diabrotica speciosa* es uno de los insectos que presenta mayor incidencia en el cultivo de la Soja ya que provoca una grave defoliación reduciendo la capacidad fotosintética de las plantas y afectando la calidad de los granos siendo una plaga de alta relevancia económica, además, se menciona que los métodos de control de este insecto deben ser con enfoque cultural, biológico, etológico y químico (cipermetrina) ajustando las dosis según la severidad de la plaga.

4.2.2.2. Etapa de Fructificación hasta la primera cosecha

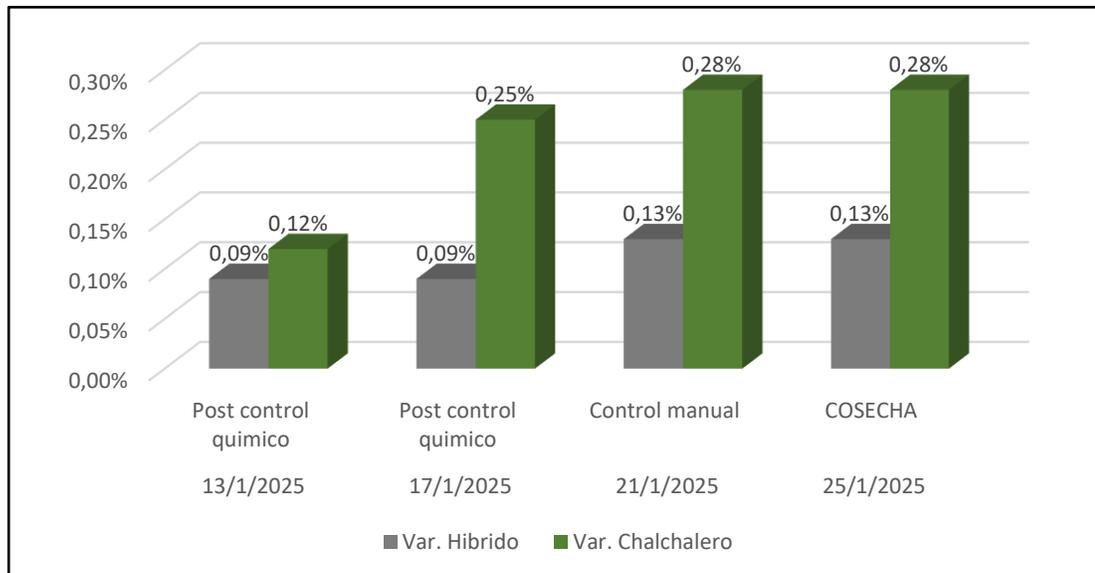
Gráfico N° 11: Incidencia *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 en la fructificación hasta la primera cosecha



Fuente: Elaboración propia

Después de la aplicación del control químico en una etapa anterior, se observó que el insecto reapareció, pero con una incidencia del 1% en ambas variedades, lo cual es considerablemente bajo e irrelevante, y, es hasta la cosecha que ya no se vio ningún otro individuo de esta especie.

Gráfico N° 12: Severidad *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 en la fructificación hasta la primera cosecha.



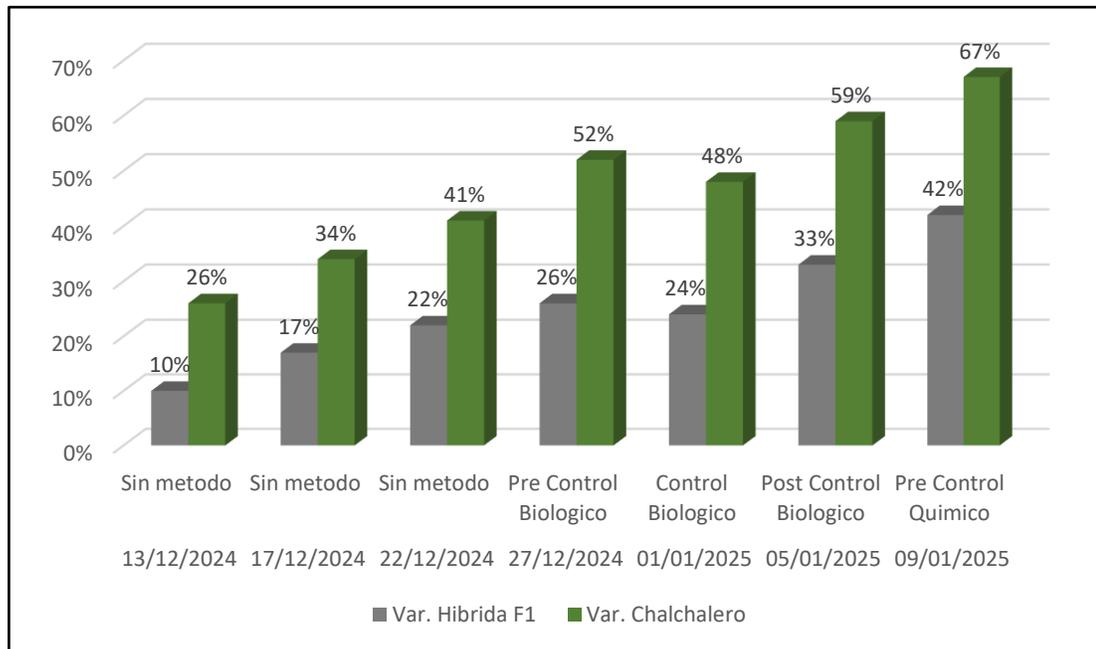
Fuente: Elaboración propia

Durante esta fase de la evaluación, la severidad causada por el insecto es notablemente baja, con porcentajes que no superan el 1% para ambas variedades. Este resultado evidencia el mínimo impacto que ha tenido el insecto en esta etapa.

4.2.3 Incidencia y Severidad *Epitrix spp* Foudras, 1860.

4.2.3.1. Etapa de floración hasta la fructificación

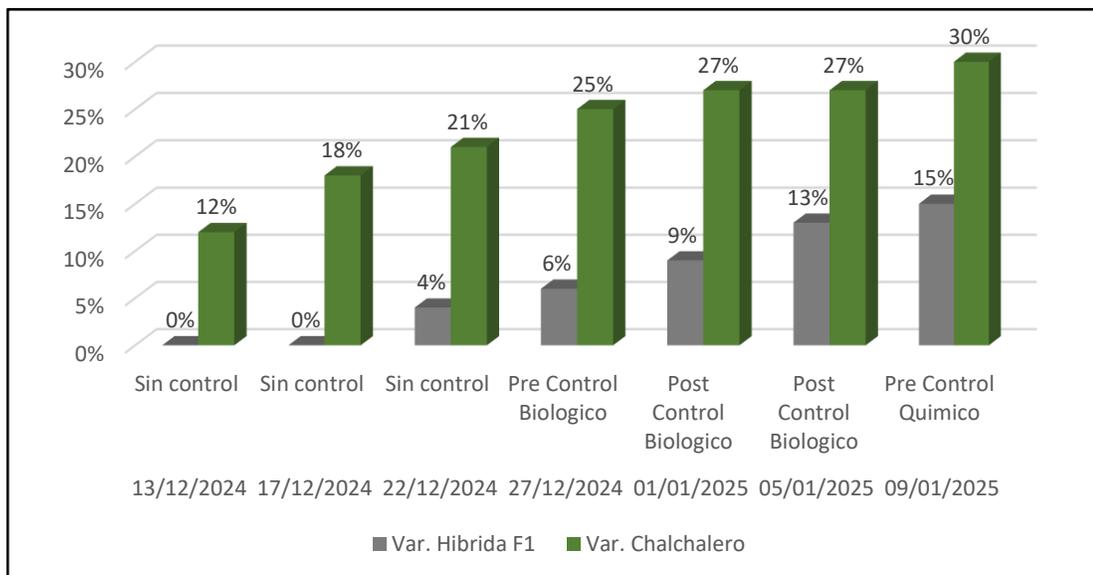
Gráfico N° 13: Incidencia *Epitrix spp* Foudras, 1860 en la floración hasta la fructificación



Fuente: Elaboración propia.

Este insecto fue observado por primera vez en esta etapa de manera repentina. El 13 de diciembre de 2024, ya estaba presente en el 10% de las plantas de la variedad híbrida y en el 26% de las plantas de la variedad chalchalero. A medida que se realizaron las evaluaciones, la incidencia de este insecto aumento considerablemente. Para controlarlo se utilizó inicialmente el hongo *Bauverian bassiana*, que redujo la presencia del insecto mínimamente, resultando ineficaz. tras esa evaluación, la incidencia había aumentado al 42% en la variedad híbrida y al 67% en la variedad chalchalero, por lo que se optó por el control químico con Tracer.

Gráfico N° 14: Severidad *Epitrix spp* Foudras, 1860 en la floración hasta la fructificación

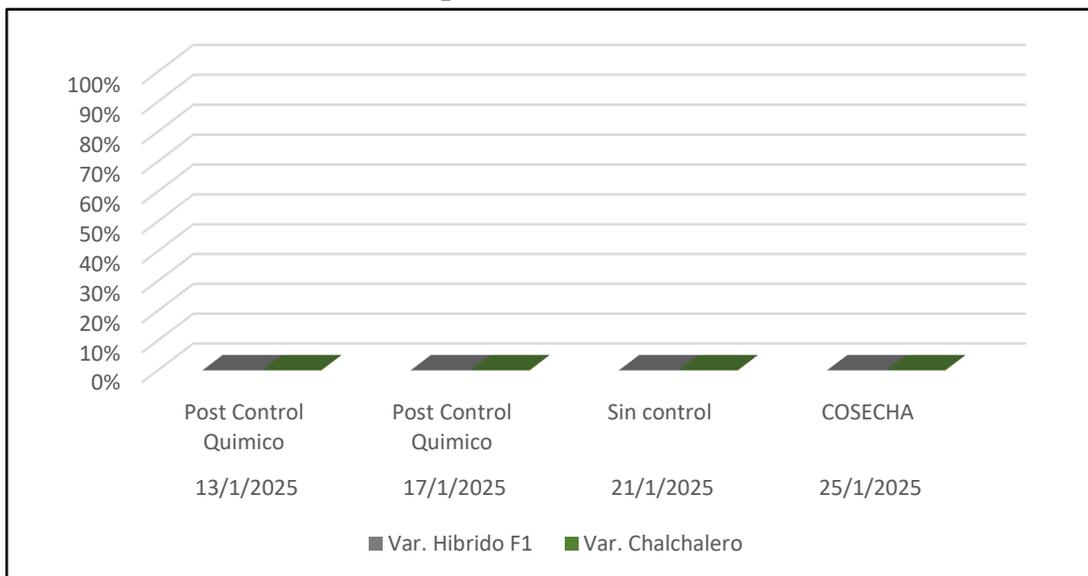


Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la severidad, se observó por primera vez al insecto en la variedad chalchalero causando un daño del 12%. En la variedad híbrida no se realizó evaluación ya que la incidencia del insecto no alcanzaba el mínimo de plantas requeridas para la muestra, por lo que se registró un 0%. Posteriormente, el 22 de diciembre de 2024, se evaluó la severidad en la variedad híbrida conforme aumento la incidencia, aunque los daños fueron muy bajos. En cambio, en la variedad chalchalero la severidad continuó incrementándose significativamente hasta llegar al 25%. Se implementó un control biológico para frenar el avance de esta plaga, pero no resultó muy efectivo, y la severidad aumentó hasta alcanzar el 30% en la variedad chalchalero y el 15% en la variedad híbrida. Debido a este notable incremento se optó por un control químico con el insecticida natural Tracer.

4.2.3.2. Etapa de Fructificación hasta la primera cosecha

Gráfico N° 15: Incidencia *Epitrix spp* Foudras, 1860 en la fructificación hasta la primera cosecha



Fuente: Elaboración propia.

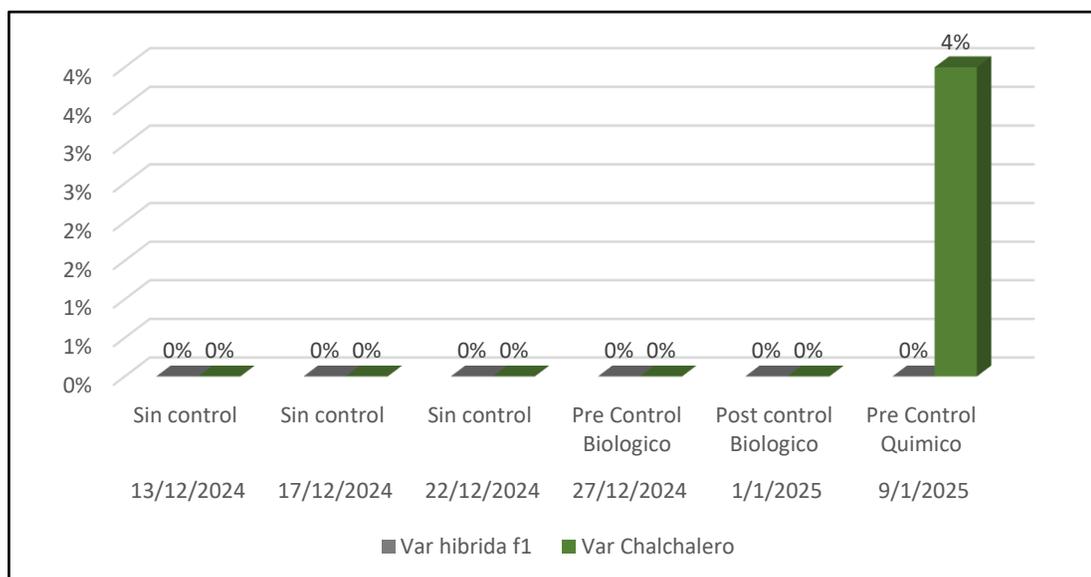
En esta etapa, la incidencia se evaluó en base a la observación de la presencia del insecto en las plantas de ambas variedades, y como se observa en el gráfico, la incidencia fue del 0% hasta la primera cosecha.

Respecto a la severidad, no se consideró relevante evaluarla ya que el control químico con el insecticida Tracer había sido bastante efectivo eliminando por completo al insecto de las plantas en campo.

4.2.4. Incidencia y Severidad *Spodoptera cosmioides* Walker, 1857

4.2.4.1. Etapa de Floración – Fructificación

Gráfico N° 16: Incidencia *Spodoptera cosmioides* Walker, 1857 en la floración hasta la fructificación



Fuente: Elaboración propia.

La primera vez que se observó este insecto en el cultivo de tomate fue en la variedad Chalchalero, el 9 de enero de 2025, registrándose una incidencia del 4% para chalchalero y 0% para la variedad híbrida.

4.2.4.2. Etapa de fructificación hasta la primera cosecha

Gráfico N° 17: Incidencia *Spodoptera cosmioides* Walker, 1857 en la Fructificación hasta la primera cosecha



Fuente: Elaboración propia.

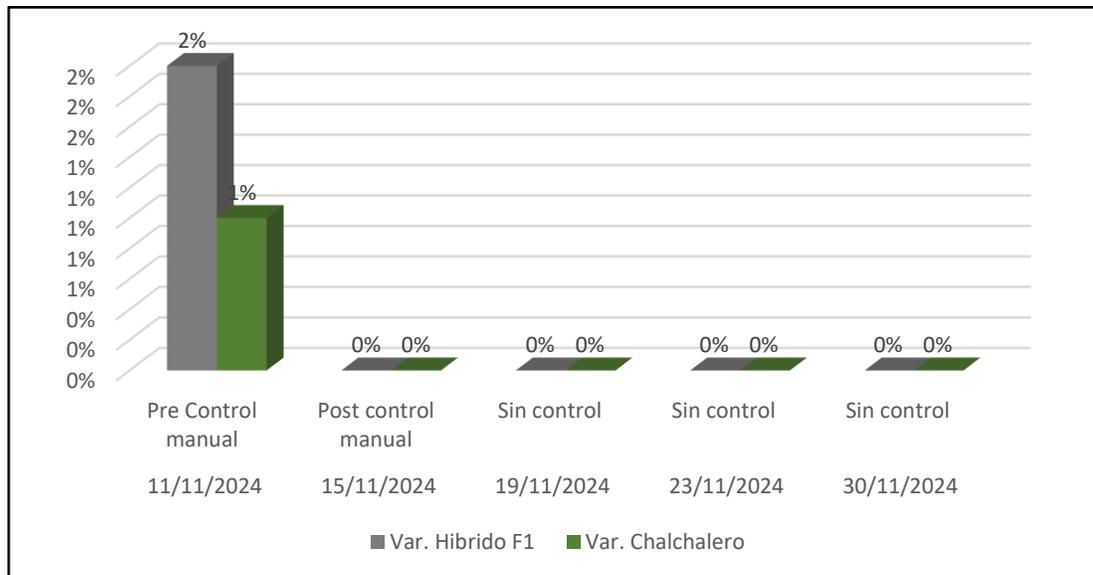
Como se puede observar en la figura, cuando se detectó por primera vez a este insecto, justamente ese día se tenía previsto un control químico por la alta población de *Epitrix*, pues no se podía esperar más para controlarla. Después de aplicar el control químico, se hizo una evaluación de incidencia de este individuo en ambas variedades dándonos como resultado una incidencia del 0% para ambas variedades, de manera que el control químico fue eficiente en el control.

Además, se instalaron trampas con atrayentes para lepidópteros en el invernadero con la intención de capturar adultos de esta especie, sin embargo, no se encontraron ejemplares, por lo cual la incidencia se mantiene en 0% para ambas variedades hasta el momento de la primera cosecha.

4.2.5. Incidencia *Fusarium solani* Saccardo, 1881.

4.2.5.1. Etapa de Crecimiento vegetativo post trasplante

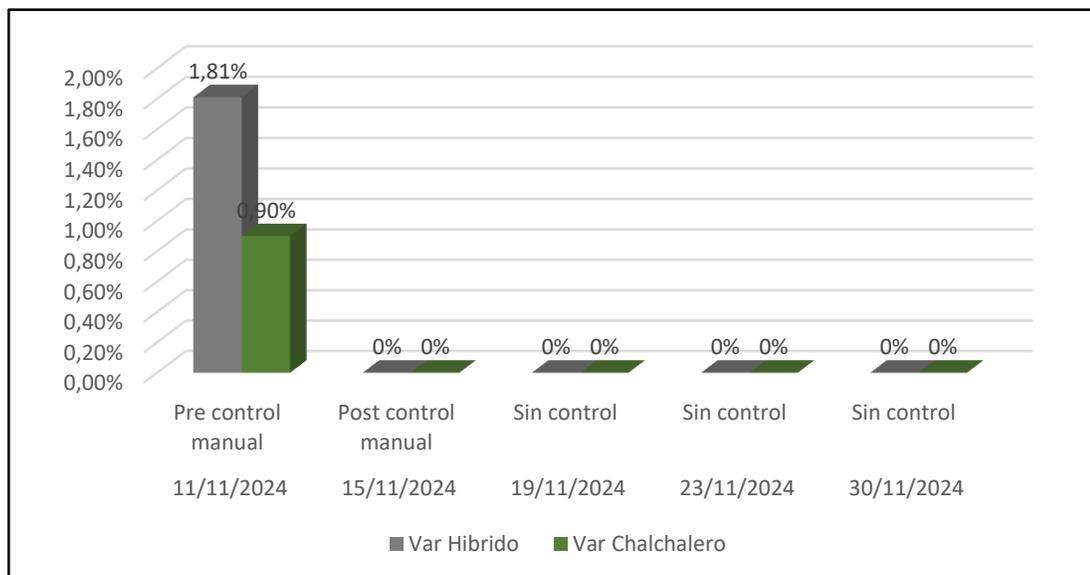
Gráfico N° 18: Incidencia *Fusarium solani* Saccardo, 1881 en el crecimiento vegetativo post trasplante



Fuente: Elaboración propia.

Este hongo apareció por primera vez en esta etapa posterior al trasplante, registrando una incidencia del 2% en la variedad híbrida y del 1% en la variedad chalchalero. Debido al tamaño reducido que aun tenían las plantas, se realizó un control manual que consistió en eliminar estas plantas para así evitar la propagación del hongo. Esta medida resulto efectiva en esta etapa.

Gráfico N° 19: Severidad *Fusarium solani* Saccardo, 1881 en el crecimiento vegetativo post trasplante

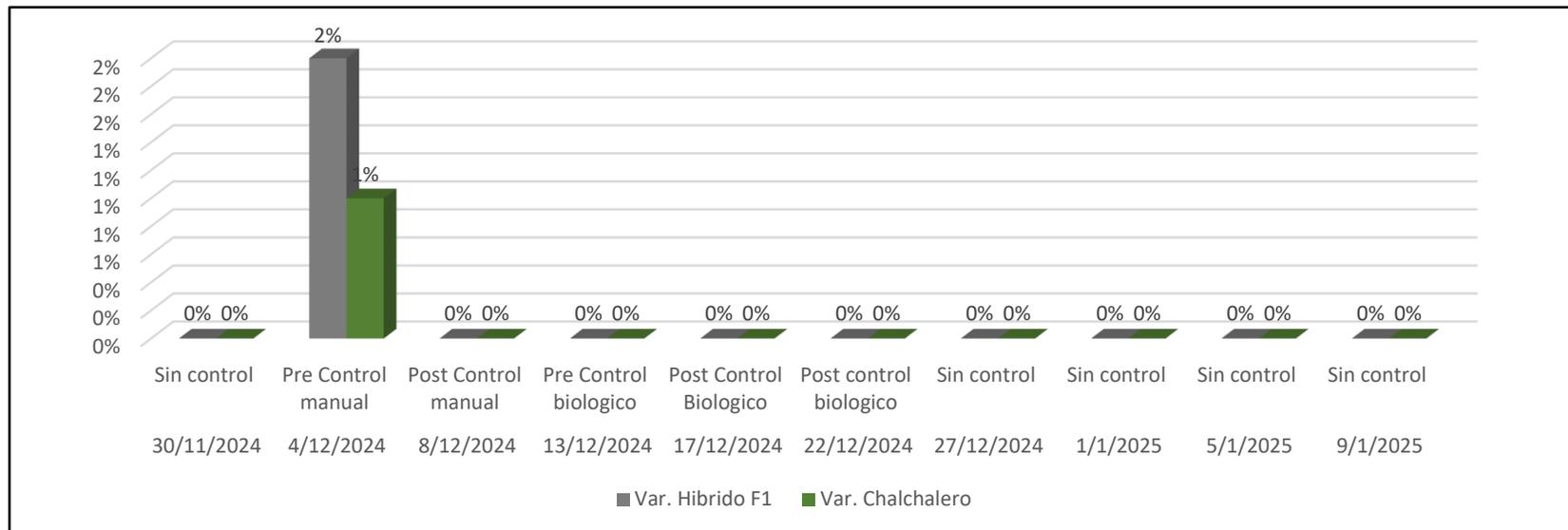


Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación realizada el 11 de noviembre de 2024, la severidad de este hongo fue del 1,81% para la variedad híbrida y del 0,90% para la variedad chalchalero. En las evaluaciones subsiguientes, no se identificaron nuevas plantas afectadas, y las que presentaban síntomas fueron eliminadas.

4.2.5.2. Etapa de Floración hasta la fructificación

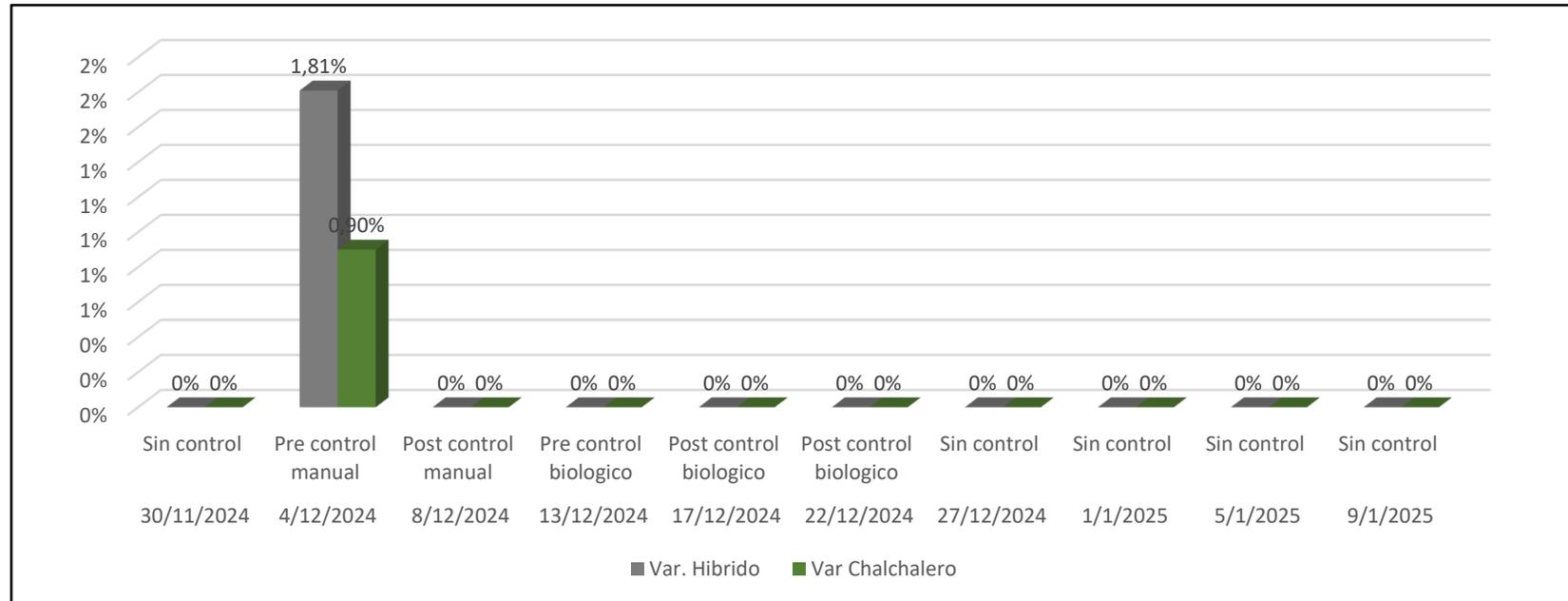
Gráfico N° 20: Incidencia *Fusarium solani* Saccardo, 1881 en la floración hasta la fructificación



Fuente: Elaboración propia

En esta etapa, el hongo fue observado nuevamente el 4 de diciembre de 2024, registrándose una incidencia del 2% en la variedad híbrida y del 1% en la variedad chalchalero. Nuevamente se realizó un control manual eliminando las plantas con síntomas. Posteriormente, el 13 de diciembre de 2024, se llevó a cabo un control biológico con el hongo *Trichoderma*, con el objetivo de prevenir futuras apariciones del hongo *Fusarium*, lo cual, como se observa en la figura, el colocado de *Trichoderma* fue oportuno y no se registró en adelante más plantas con síntomas de *Fusarium*.

Gráfico N° 21: Severidad *Fusarium solani* Saccardo, 1881 en la floración hasta la fructificación

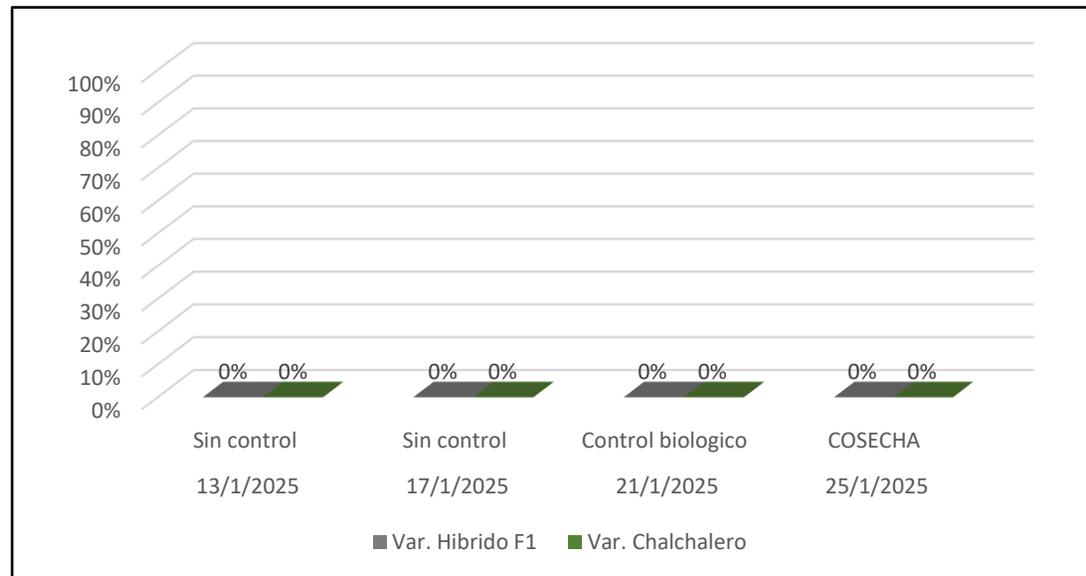


Fuente: Elaboración propia.

En la evaluación realizada el 4 de diciembre de 2024, la severidad de este hongo fue del 1,81% para la variedad híbrida y del 0,90% para la variedad chalchalero. En las evaluaciones subsiguientes, no se identificaron nuevas plantas afectadas, y las que presentaban síntomas fueron eliminadas.

4.2.5.3. Etapa de Fructificación hasta la primera cosecha

Gráfico N° 22: Incidencia *Fusarium solani* Saccardo, 1881 en la fructificación hasta la primera cosecha.



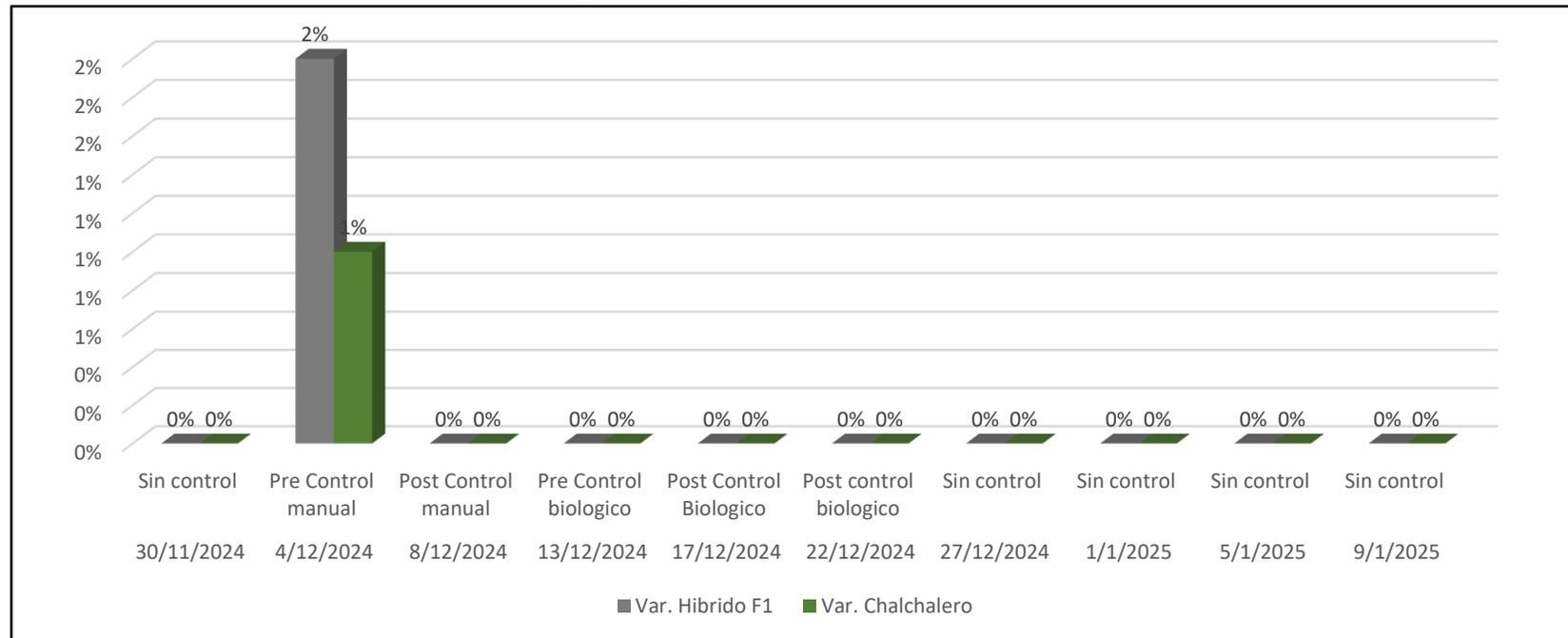
Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa no se registró incidencia del hongo, manteniéndose el porcentaje de incidencia en 0% durante todo el periodo de evaluación. Además, el 21 de enero de 2025 se reincorporo el hongo *Trichoderma* con el fin de que este continúe protegiendo a las plantas de los posibles hongos patógenos del suelo.

4.2.6. Incidencia *Cladosporium fulvum* Cubitt, 1883.

4.2.6.2. Etapa de floración hasta la fructificación

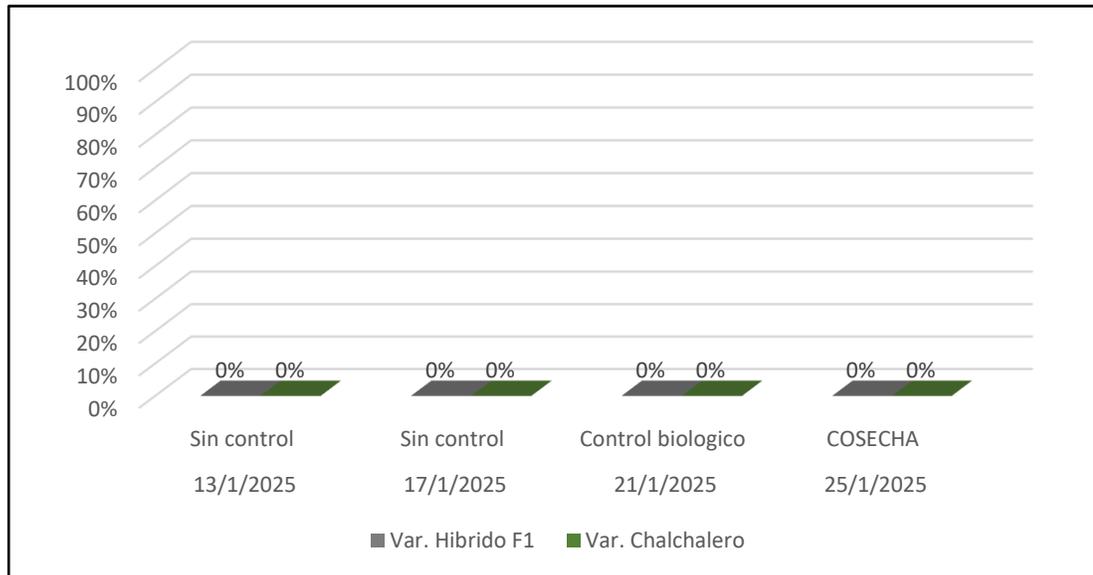
Gráfico N° 23: Incidencia *Cladosporium fulvum* Cubitt, 1883 en la floración hasta la fructificación.



En esta etapa de desarrollo del cultivo, el hongo ya no fue visualizado directamente causando síntomas en el campo. Sin embargo, fue identificado en los diagnósticos clínicos al analizar las muestras de otros hongos, ya que sus esporas se encontraban entre las esporas de otros hongos. A pesar de esto su incidencia sigue registrándose y dando los resultados que se observan en la figura.

4.2.6.3. Etapa de fructificación hasta la 1era cosecha

Gráfico N° 24: Incidencia *Cladosporium fulvum* Cubitt, 1883 en la fructificación hasta la primera cosecha



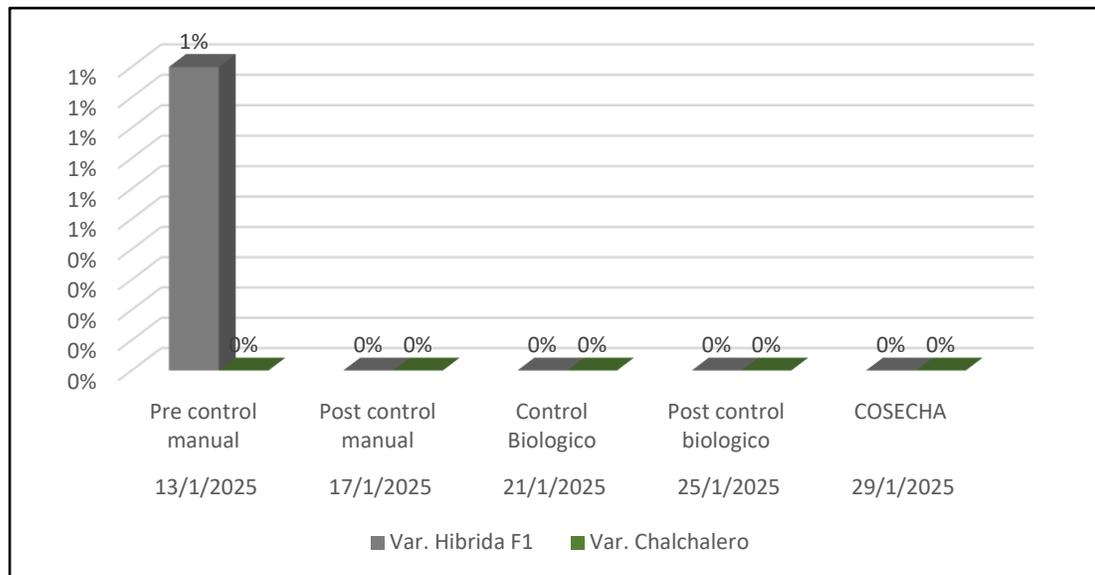
Fuente: Elaboración propia.

En esta etapa de desarrollo del cultivo, no se visualizaron ni síntomas directos en la planta ni presencia de esporas del hongo en muestras de diagnóstico clínico de otros hongos, por lo cual la incidencia se mantuvo en 0% para ambas variedades.

4.2.7. Incidencia y severidad *Rhizoctonia solani* Kuhn, 1858.

4.2.7.1. Etapa de Fructificación hasta la primera cosecha

Gráfico N° 25: Incidencia *Rhizoctonia solani* Kuhn, 1858 en la fructificación hasta la primera cosecha.

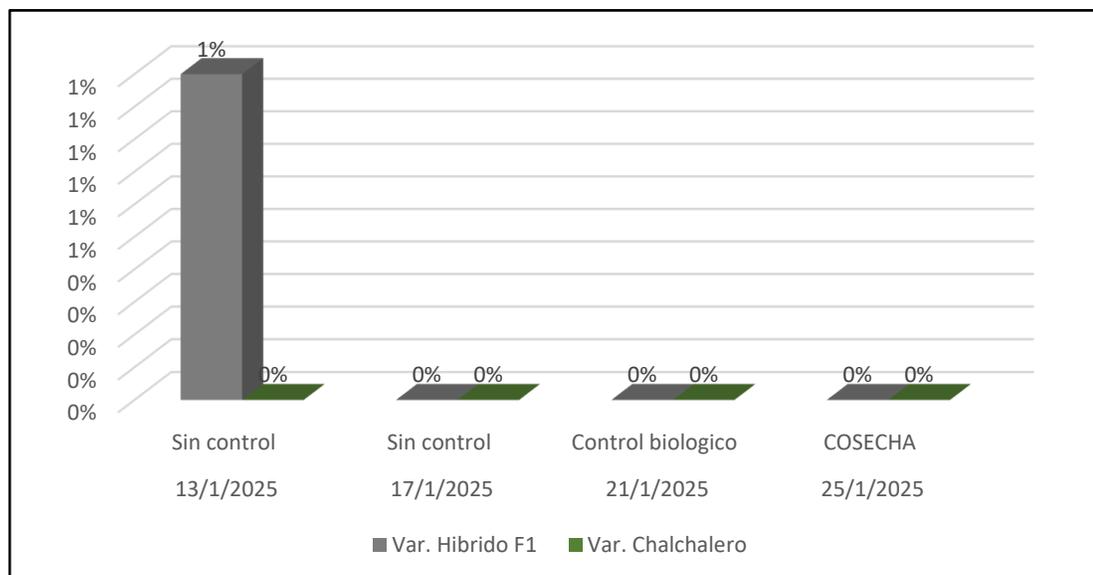


Fuente: Elaboración propia.

Este hongo fue observado por primera vez el 13 de enero de 2025 en una planta de la variedad híbrida, resultando en un 1% de incidencia para esta variedad, la planta afectada fue eliminada por completo. En la variedad chalchalero no se detectó la presencia del hongo ni síntomas similares. Una vez confirmado que se trataba de este hongo, se implementó un control biológico con la ayuda del hongo *Trichoderma*, el cual resultó ser efectivo manteniendo la incidencia de este hongo en 0% para ambas variedades hasta la cosecha.

Según López et.al (2013), los mayores porcentajes de incidencia y distribución de *Rhizoctonia solani* se dan a partir de los 30 a 40 días de establecido el cultivo y los mayores índices de infección se alcanzan a los 50 a 60 días en el cultivo.

Gráfico N° 26: Severidad *Rhizoctonia solani* Kuhn, 1858 en la fructificación hasta la primera cosecha.



Fuente: Elaboración propia.

La severidad del hongo se determinó en un 1%, afectando únicamente a una planta que finalmente murió al ser erradicada del terreno, lo cual es válido como un control mecánico para evitar el contagio a las demás plantas. Tras su eliminación, se hizo un control biológico aplicando el hongo *Trichoderma* en el suelo para prevenir posibles contagios y la proliferación del hongo patógeno *Rhizoctonia solani*, posterior al control biológico y hasta la cosecha, no se visualizaron más individuos con síntomas y signos de este patógeno.

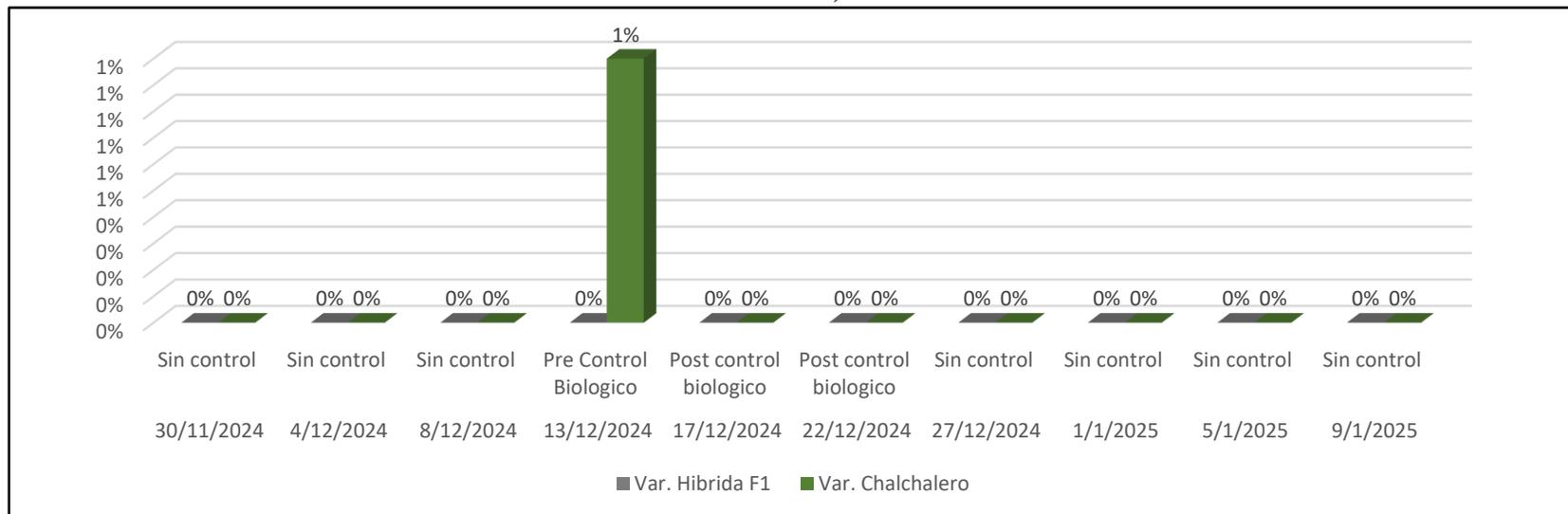
Según Mejía & Anacona (2023), si la sintomatología del hongo no aparece en los primeros brotes o primeras etapas de desarrollo se nota en plantas con afectación ya avanzadas que al visualizarlas ya tienen una asfixia muy notoria lo cual provoca la muerte de la planta, esto es más recurrente en manejo cultural tradicional de los cultivos en comparación a un manejo tecnificado en tratar a esta enfermedad.

Según Ochoa (2004), el hongo *Rhizoctonia solani* presenta una gran variación en su capacidad patogénica y el nivel de daño que alcanza esta determinado por la etapa en la cual infecta a la planta demostrando que es más severo en la etapa germinativa.

4.2.8. Incidencia y Severidad *Alternaria solani*

4.2.8.1. Etapa de floración hasta la fructificación

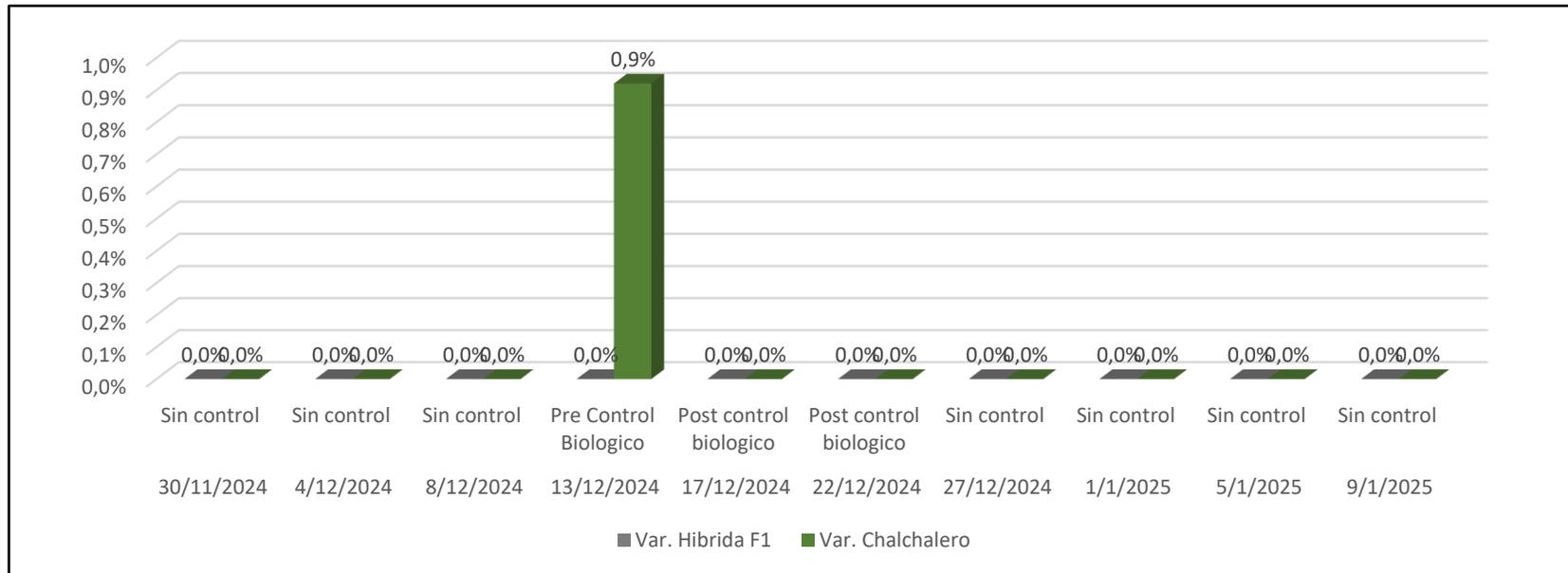
Gráfico N° 27: Incidencia *Alternaria solani* Fabers, 1880 en la floración hasta la fructificación.



Fuente: Elaboración propia.

Este hongo fue observado por primera vez en campo el 13 de diciembre de 2024 en una planta de la variedad chalchalero en la cual se podían observar sus síntomas característicos, lo cual resultaría en una incidencia del 1% para esta variedad. Sin embargo, el mismo día que se detectó esta planta con los síntomas de este hongo se hizo el colocado del hongo *Trichoderma*. Posteriormente, no se volvieron a observar plantas con estos síntomas en ninguna de las dos variedades manteniendo una incidencia del 0%.

Gráfico N° 28: Severidad *Alternaria solani* Fabers, 1880 en la floración hasta la fructificación

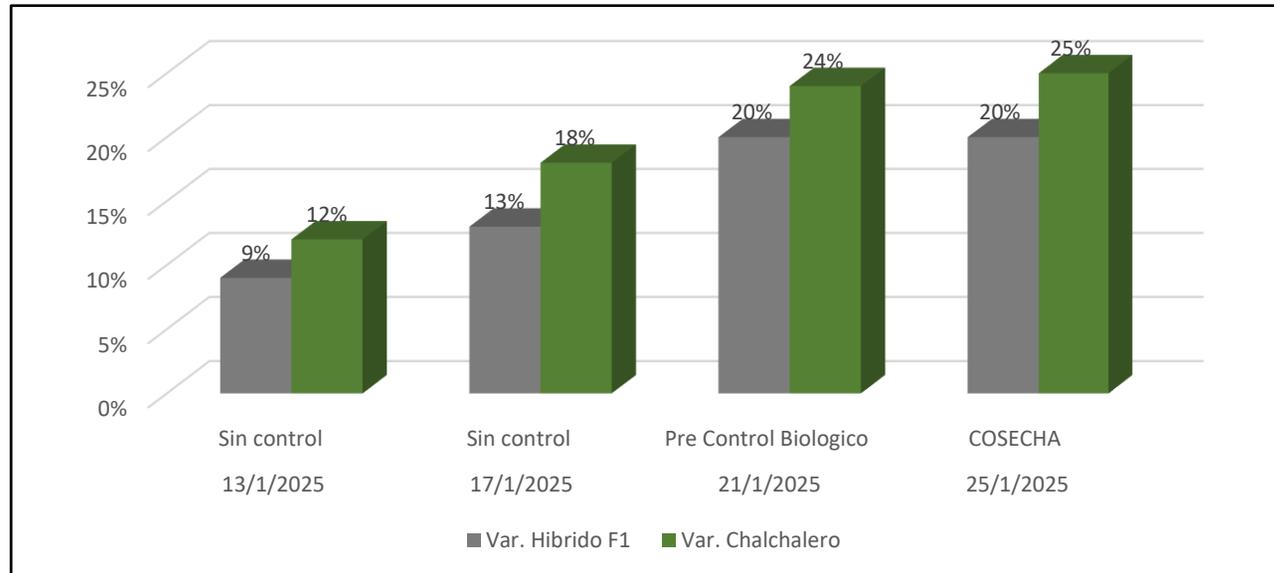


Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la severidad de la infección, se observó que los síntomas del hongo únicamente se manifestaron en una planta de la variedad Chalchalero. En la figura se puede apreciar que el daño no supera el 1%, por otro lado, la variedad híbrida no presentó ningún indicio de severidad, manteniéndose en un 0%. Tras concluir esta evaluación, se procedió a eliminar las partes de la planta afectadas y se implementó el control biológico utilizando el hongo *Trichoderma* con el objetivo de controlar la infección lo cual resultó efectivo durante esta etapa manteniendo en 0% la severidad para ambas variedades.

4.2.8.2. Etapa de fructificación hasta la primera cosecha

Gráfico N° 29: Incidencia *Alternari solani* Fabers. 1880 en la Fructificación hasta la primera cosecha

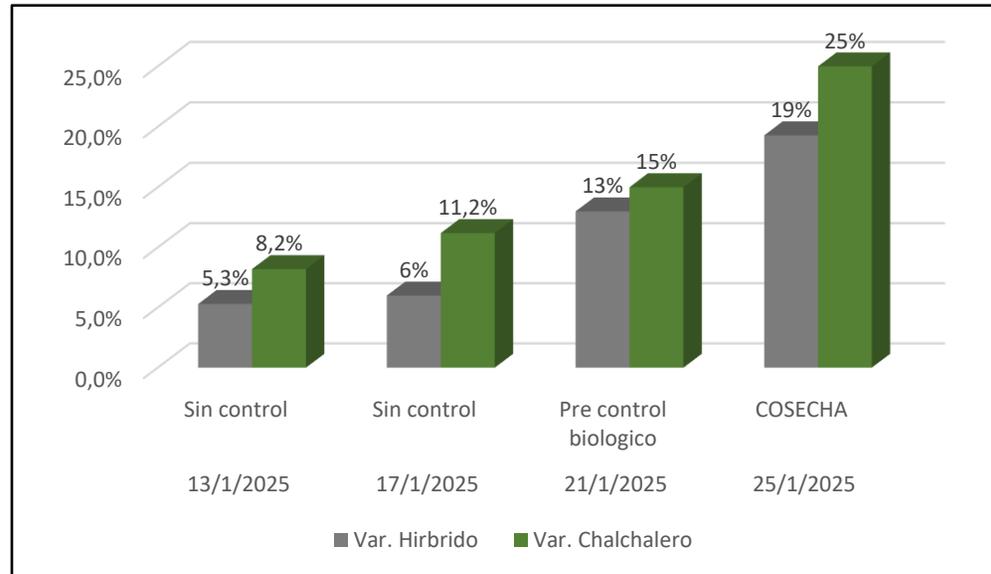


Fuente: Elaboración propia.

El 13 de enero de 2025, el hongo se manifestó de manera repentina, registrando una incidencia del 9% en la variedad híbrida y del 12% en la variedad Chalchalero. A medida que pasaban los días de evaluación, se observó un notable incremento de este hongo en las plantas. Para el 21 de enero de 2025 la incidencia alcanzó el 20% en la variedad híbrida y el 24% en la variedad chalchalero. Ante estos resultados, se optó por utilizar un control biológico con *Trichoderma*. Tras una nueva evaluación el 25 de enero, se

registró una incidencia del 20% para la variedad híbrida y del 25% para la variedad chalchalero, lo que sugiere que *Trichoderma* pudo frenar la rápida proliferación de *Alternaria solani*.

Gráfico N° 30: Severidad *Alternaria solani* Fabers, 1880 en la fructificación hasta la primera cosecha.



Fuente: Elaboración propia

Durante esta etapa de la evaluación se observó un aumento significativo en el daño causado por el hongo en ambas variedades. A lo largo del periodo de recolección de datos, se registró un incremento constante y considerable de los daños. A pesar de la aplicación del hongo *Trichoderma* como medida de control biológico, se constató que los daños continuaban incrementándose. Sin embargo, dado que la colección de los primeros frutos ya se estaba llevando a cabo no se consideró necesario implementar medidas de control adicionales.

Según Vergara & Solorzano (2022), esta enfermedad puede causar pérdidas de rendimiento del 30% al 50% debido a la defoliación, siendo esto un resultado de los elevados grados de severidad que este hongo puede llegar a alcanzar.

4.3. Propuesta de manejo integrado de plagas y enfermedades para el cultivo de tomate bajo invernadero.

4.3.1. Prevención (Medidas indirectas).

Cuadro N° 4: Medidas preventivas para el manejo integrado de plagas y enfermedades.

| Actividad | Contexto | Como realizarlo |
|------------------------|--|---|
| Análisis de suelo | Realizar un análisis de suelo en laboratorio nos permite conocer que es lo que el suelo tiene para ofrecer, desde factores químicos hasta factores físicos, cantidad de macro y micronutrientes e incluso conocer los microorganismos presentes. | Se debe tomar muestras de diferentes lugares de la superficie de suelo en el que se va a cultivar y posterior a esto se debe llevar a un laboratorio. |
| Desinfección del suelo | En esta actividad se busca eliminar patógenos, plagas u otros organismos dañinos del suelo para prevenir enfermedades en las plantas. | Se puede realizar de muchas maneras, como ser la Solarización, que consiste en cubrir al suelo con un plástico por al menos 50 días. También se puede realizar la biofumigación aplicando materia orgánica al suelo, y, por último, el uso de químicos. |

| | | |
|------------------------------|--|--|
| Patrón del cultivo | El patrón se refiere a la disposición y organización de las plantas en el campo de cultivo, como el espaciamento entre plantas, distancia entre surcos y densidad de siembra. | Se debe tomar en cuenta como es el crecimiento de la planta que se va a colocar en el terreno, sobre todo su capacidad de formar hojas, es importante evitar colocarlas muy cerca para mejorar la circulación de aire. |
| Uso de semillas certificadas | Las semillas certificadas son aquellas que garantizan pureza genética, dando como resultado uniformidad de crecimiento en las plantas, resistencia a plagas y enfermedades y buenos rendimientos | El uso de semillas de calidad certificadas implica un costo inicial más elevado, sin embargo, esto garantiza calidad de producción bajo los cuidados necesarios. Para adquirir semillas certificadas es importante conseguir las de lugares reconocidos y viables, verificar sellos de calidad y hacer ensayos de germinación antes. |
| Fertilización | Consiste en añadir nutrientes al suelo para que este tenga una buena disponibilidad de nutrientes cuando se coloque un cultivo, lo cual permitirá que las plantas puedan crecer fuertes y resistentes. | La fertilización es mucho más efectiva cuando se realiza aportando materia orgánica al suelo, como ser compost, estiércol o humus, los cuales antes de ser añadidos se recomienda que estén bien descompuestos. También para la fertilización se puede incorporar de fertilizantes sintéticos con formulaciones específicas. |
| Gestión del riego | Se refiere a la planificación y aplicación eficiente del agua en el cultivo procurando que la planta reciba la cantidad óptima de agua para optimizar el crecimiento, conservar recursos hídricos y prevenir problemas de patógenos. | Para hacer correctamente esta labor es importante conocer la textura y estructura del suelo lo cual permite conocer la capacidad de retención de agua, por otra parte, elegir un sistema de riego, ya sea tecnificado o tradicional, también se debe realizar una evaluación de consumo de agua por parte del cultivo y programar un riego adecuado. |

| | | |
|--|--|--|
| Asociación de cultivos | Se caracteriza por cultivar diferentes plantas juntas en el mismo espacio, lo cual permite mejorar la salud del suelo, controlar plagas y mejorar la biodiversidad del área de cultivo. | Para asociar cultivos se deben elegir especies que se beneficien mutuamente y colocarlas en campo a distancias adecuadas. |
| Cultivos trampa | Son cultivos que se hacen con la finalidad de atraer y controlar plagas que podrían dañar el cultivo principal reduciendo la población de insectos. | Se debe colocar un cultivo trampa cuando ya se ha identificado la plaga que se desea controlar, así, se hace la elección de plantas más atractivas para los insectos procurando que las plantas estén colocadas en lugares estratégicos en una densidad suficiente. |
| Uso de Mulching | Consiste en cubrir la superficie del suelo con materiales orgánicos o inorgánicos de manera que se reduce el crecimiento de malezas, se conserva mejor la humedad y se protege al suelo de la erosión. | En caso de querer hacerlo con material orgánico se puede utilizar paja o corteza de árboles cubriendo a la planta en su alrededor, esto es más recomendable en terrenos más pequeños. También se puede utilizar materiales inorgánicos como plástico negro o tela geotextil. |
| Rotación de cultivos | Se refiere a cultivar diferentes tipos de plantas en la misma parcela de tierra en diferentes ciclos, lo cual reduce la aparición de plagas y enfermedades, mejora la fertilidad del suelo y sus características. | Se implementa a base de una planificación en la cual se conozcan las necesidades nutricionales, el tiempo de crecimiento, la susceptibilidad a plagas y enfermedades de los cultivos que se van a rotar, en base a todo lo anterior se selecciona un cultivo que pueda rotar con el cultivo principal. |
| Eliminación de residuos de cultivos anteriores | Se trata de retirar y gestionar los restos de plantas que quedan en el campo después de la cosecha y antes de la colocación del nuevo cultivo, esto reduce la población de plagas y enfermedades y mejora la estructura del suelo. | Se puede realizar de manera manual o mecánica dependiendo del tamaño del campo de cultivo, separando los residuos que puedan ser reutilizados y los que necesitan eliminación. |

4.3.2. Observación (Herramientas de decisión)

Cuadro N° 5: Métodos de observación para el manejo integrado de plagas y enfermedades.

| Actividad | Contexto | Como realizarlo |
|-----------------------|--|--|
| Monitoreo del cultivo | El monitoreo es el proceso de observar e inspeccionar de manera regular la presencia y actividad de plagas y enfermedades en el cultivo, lo cual ayuda a la detección temprana de plagas y enfermedades, reduce el uso de agroquímicos y optimiza la producción. | En el caso de cultivos anuales es recomendable hacer un monitoreo de manera semanal, visualizando a detalle las plantas en busca de anomalías, síntomas de enfermedades o presencia de insectos. |

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Umbrales de acción | Se refiere a aquellos niveles de densidad de plagas o enfermedades que indican cuando es necesario tomar medidas de control, lo cual permite un manejo eficiente y sostenible de plagas y enfermedades. | El umbral de acción se determina mediante el monitoreo regular de las poblaciones de plagas o plantas infectadas por hongos, evaluando los posibles daños o pérdidas que puedan causar. |
| Sistema de toma de decisiones | Es una herramienta que ayuda a tomar decisiones prudentes sobre el manejo de plagas, que contempla el estado del cultivo, los niveles de población de plagas y cantidad de plantas dañadas por enfermedades, también estrategias de manejo basadas en umbrales de acción y económicos. | Para la toma de decisiones se debe seguir seis pasos fundamentales: Detección de plaga o enfermedad, identificación del organismo detectado, relevancia económica, elección del método de control y evaluación de verificación. |

4.3.3. Intervención (Medidas directas).

Cuadro N° 6: Medidas de intervención de manejo integrado de plagas y enfermedades.

| Actividad | Contexto | Como realizarlo |
|----------------|---|---|
| Control manual | Este método consiste en retirar a mano los insectos, también retirar a las plantas que tengan síntomas de hongos, este método es recomendable en superficies de cultivo más pequeñas. | En el caso de los insectos, estos se pueden retirar a mano y colocarlos en agua o alcohol para matarlos, en caso de individuos muy pequeños este método no se recomienda. En el caso de los hongos, es recomendable retirar o podar las zonas de la planta afectadas por la enfermedad dependiendo de donde si el daño se encuentra en los órganos de la superficie, y eliminar estos restos, en otros casos se |

| | | |
|-------------------|--|--|
| | | recomienda directamente eliminar a la planta por completo y aislarla de las demás plantas. |
| Control Físico | Se caracteriza por la búsqueda de controlar a la plaga o enfermedad con el uso de factores climáticos, tales como la insolación, agua, temperatura y humedad, ya que las plagas y enfermedades solo se desarrollan a cierta intensidad del factor físico o ambiental. | Para insectos, las condiciones climáticas favorables de desarrollo dependen de la especie, hay muchos insectos que no toleran las temperaturas muy elevadas, y en el invernadero al cerrar por completo las cortinas se puede lograr altos picos de calor que les provocaría la muerte a los insectos. Por otra parte, para los hongos, se utiliza el acolchado de polietileno encima del suelo y expuesto al sol alrededor de 8 a 15 días para reducir los microorganismos patógenos. |
| Control Biológico | Tiene la cualidad de ser un método natural que usa otros organismos vivos o enemigos naturales para controlar a la plaga o enfermedad, como ser uso de animales, insectos depredadores, hongos, bacterias o virus, lo cual permite tener a la plaga o enfermedad en un nivel donde no pueda causar daños económicos. | En el caso de insectos, en el mercado, los productos más fáciles de conseguir son el Hongo <i>Beauveria bassiana</i> y el hongo <i>Metharizium anisopliae</i> , los cuales infectan a los insectos y les provocan la muerte sin afectar al cultivo, sin embargo, para su correcto desarrollo necesitan de buena temperatura y humedad para ser efectivos. Estos dos hongos se colocan de la misma manera que los productos tradicionales en mochilas fumigadoras. Para el caso de los hongos, en el mercado se puede encontrar el hongo <i>Trichoderma</i> el cual es efectivo para controlar una amplia gama de patógenos del suelo, este hongo se coloca de la misma manera que los productos tradicionales. |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| Control Etológico | Este método de control se caracteriza por el uso de trampas, ya sean de luz, de color, de feromonas y alimenticias. | Este método de control solo se utiliza para limitar el desarrollo de las poblaciones de los insectos plagas, para llevar a cabo este método es muy importante identificar a los insectos que estén causando daños en el cultivo. Como ejemplo, <i>Frankiniella occidentalis</i> se siente atraída por el color azul, por lo tanto, para controlar a este insecto se pueden utilizar trampas pegajosas de color azul. En el caso de mariposas y moscas mayormente se recomienda trampas con atrayentes o feromonas, en el caso de polillas se recomienda trampas de luz eléctricas. |
| Control químico selectivo | Este método de control se utiliza cuando el nivel de gravedad de la plaga o enfermedad es muy elevado, por lo cual, el uso de químicos selectivos es importante para no usar productos que puedan erradicar a otros insectos o microorganismos benéficos en el medio. | Este método de control se refiere al uso de productos químicos que estén diseñados para ser específicos y atacar solamente a ciertas plagas o patógenos sin afectar de manera negativa a otras especies del entorno. Los químicos en la actualidad hay disponibles tanto para microorganismos como para insectos. Por ejemplo: Insecticidas: Spinosad, Azufre, Piretrinas. Fungicidas: Caldo Bordelés y Caldo Sulfocalcico, ambos son a base de Cobre y Azufre. |

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- La evaluación de incidencia y severidad respecto a plagas mostro diferencias importantes entre variedades, siendo la variedad Chalchalero la más afectada ya que en incidencia, se registró un porcentaje del 74% a causa de *Frankiniella occidentalis* en la etapa de crecimiento vegetativo post trasplante, por otra parte, en términos de severidad, la plaga *Epitrix spp* llego a provocar un porcentaje de daño del 30% en esta variedad en la etapa de floración hasta la fructificación. Por otro lado, la incidencia más alta evaluada en la variedad Híbrido Nativo F1 fue en la etapa de floración hasta la fructificación, donde se registró una incidencia a causa de *Frankiniella occidentalis* del 60%, respecto a severidad, la plaga *Frankiniella occidentalis* provoco un daño del 18% a esta variedad en la etapa de crecimiento vegetativo post trasplante.
- La evaluación de incidencia y severidad respecto a enfermedades mostro diferencias relevantes entre variedades, siendo nuevamente la variedad Chalchalero la más afectada por el hongo *Alternaria solani* ya que en la etapa de fructificación hasta la cosecha alcanzo una incidencia del 25% y una severidad del 25%, por otra parte, la variedad Híbrido Nativo F1 también fue atacada por este hongo en esta etapa, alcanzando una incidencia del 20% y una severidad del 19%.
- A lo largo de todo el ciclo del cultivo de tomate bajo invernadero, desde la etapa de almacigo hasta la recolección de frutos, es evidente que el cultivo presenta vulnerabilidad y susceptibilidad a los ataques de plagas importantes tales como *Frankiniella occidentalis* y *Epitrix spp*, y enfermedades como *Alternaria solani* y *Fusarium solani* las cuales fueron las mas relevantes en la investigación.

- Las estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) propuestas en este estudio se fundamentan en los resultados obtenidos y representan una alternativa viable para optimizar la producción del cultivo, si bien la propuesta no ha sido implementada ni evaluada en condiciones reales, su diseño se basa en principios técnicos y científicos que sugieren su aplicabilidad y efectividad.
- El uso de semillas certificadas es siempre preferible al empleo de semillas no certificadas, dado que las semillas híbridas presentan características positivas, tales como una mayor resistencia a plagas y enfermedades, así como una productividad superior en comparación con semillas no certificadas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a los productores de tomate utilizar siempre semillas híbridas certificadas que sean adecuadas para las condiciones climáticas locales y que posean características de resistencia a plagas y enfermedades.
- Se recomienda implementar métodos de manejo integrado de plagas y enfermedades desde la preparación del terreno que vaya a ser destinado al cultivo.
- Se sugiere llevar a cabo un monitoreo constante de plagas y enfermedades, buscando posibles alteraciones o signos en las plantas que no sean normales, con el fin de identificar para así prevenir la propagación y expansión de estas amenazas.
- La implementación adecuada y oportuna de métodos de control que forman parte del manejo integrado de plagas y enfermedades, tales como el control etológico, el control biológico y el control mecánico, resulta esencial y altamente eficaz para la gestión de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.
- Se recomienda a los propietarios de invernaderos procurar escoger un adecuado marco de plantación, ya que comúnmente en invernaderos se busca optimizar el espacio y las plantas son colocadas muy cerca una de otras, sin embargo, esto

es relevante en la proliferación de plagas y enfermedades, por lo cual elegir un adecuado marco de plantación permitirá plantas saludables y buenas producciones.