

## INTRODUCCIÓN

La frutilla o fresa es una planta que pertenece a la familia de las Rosaceae sub familia Rosoideae genero *Fragaria x ananassa Duch.* Es una fruta silvestre consumida en la antigüedad en Europa en el siglo XIV. Se inició el cultivo de frutilla en *Fragaria vesca* y *Fragaria moschata*, posteriormente se encuentra *Fragaria virginiana*. (Morales, 2017)

Se cree que en el sur de Chile se cultiva *Fragaria chiloensis* antes de la llegada de los españoles, posteriormente las frutillas híbridas aparecieron como cruzamientos accidentales que son cruzamientos de *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana*. (Morales, 2017)

La frutilla comercial, o frutilla ananá debido a su olor, sabor y forma similar al de una piña, fue reportada por primera vez en 1759, por el botánico inglés Philip Miller, que la clasificó como *F. virginiana* variedad “Surinam”.

Durante los siguientes años, diversas plantas de *Fragaria × ananassa*, fueron encontradas en distintos países como Holanda, Suiza, Alemania e Inglaterra. (Procisur, 2018)

En 1766, Duchesne sospechó, que esta frutilla era un cruce entre la frutilla escarlata (*F. virginiana*) y la frutilla chilena (*F. chiloensis*), siendo la primera la dadora de polen.

En 1771, Duchesne clasificó a esta especie con un nuevo nombre botánico, llamándola *Fragaria ananassa*, la especie de frutilla conocida a nivel mundial (Darrow, 1966), cuyo progenitor materno es la frutilla chilena. (Procisur, 2018)

Como principales países productores a nivel mundial podemos mencionar: Estados Unidos que concentra sus áreas más interesantes con producción precoz y de alta tecnología, seguido de España, Japón, Italia, Polonia, Rusia, Francia. (Morales, 2017)

El cultivo de frutilla o fresa en el departamento de Tarija, tuvo su inicio en los años 70, se cultivó en pequeñas parcelas en algunas comunidades de la provincia Avilés.

El cultivo de frutilla o fresa ha adquirido en los últimos años una merecida importancia en los predios agrícolas en el departamento de Tarija, tanto por su buena adaptación a nuestro medio, con una producción generosa. (Morales, 2017)

Sin embargo, la planta de frutilla es atacada por diferentes plagas y enfermedades que se presenta durante todo su ciclo, afectando la calidad y disminuyendo el rendimiento, aspecto que se presenta en la zona de producción del departamento de Tarija. (Fautapo 2012) citado por (Morales, 2017)

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Debido a la falta de información en el control de plagas y enfermedades en la producción de frutilla se tienen grandes pérdidas económicas entre los productores de la misma por los daños causados en la planta, así como en la fruta.

Este problema es debido a la ausencia de apoyo técnico, mal manejo del cultivo por parte de los productores poca información sobre las plagas y enfermedades obteniendo bajos rendimientos del cultivo.

Estos daños dificultan el comercio de la fruta en los mercados locales debido al mal aspecto que causan estas plagas y enfermedades a los frutos, causando grandes pérdidas entre los productores de la zona.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a la disminución en la producción y al deterioro causado por plagas y enfermedades en la fruta, se observa una baja comercialización. En algunos casos, el nivel de daño es tan significativo que la fruta es rechazada, lo que ocasiona pérdidas considerables para los productores de frutilla.

Por ende, es crucial desarrollar información técnica detallada sobre las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de la frutilla. Además, se deben proponer estrategias de manejo fitosanitario que permitan combatir estas amenazas de manera eficaz, mientras se protege el medio ambiente.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Mejorar las condiciones fitosanitarias en la producción de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Yesera Centro y Yesera Norte mediante la identificación de plagas y proponiendo métodos de control que permitan una producción rentable.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar plagas y enfermedades que afectan en la producción del cultivo de la frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Yesera Centro y Yesera Norte
- Evaluar el nivel de incidencia de plagas y enfermedades en las parcelas de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Yesera Centro y Yesera Norte
- Evaluar el nivel de severidad de plagas y enfermedades en las parcelas de frutilla (*Fragaria x ananassa*) en Yesera Centro y Yesera Norte
- Proponer alternativas de control de plagas y enfermedades del cultivo de la frutilla

## **HIPÓTESIS**

Ho: No se logrará encontrar ningún tipo de plagas ni enfermedades en el cultivo de la frutilla

Hi: La evaluación fitosanitaria y el oportuno apoyo técnico con la propuesta de control de plagas y enfermedades permitirán obtener mejores niveles de producción de fruta.

## CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 GENERALIDADES

#### 1.1.1 Origen

La frutilla cuyo nombre precede del latín “Fragans” fragante es originaria de las zonas montañosas y lacustre de Europa, las referencias históricas se deben a los romanos que mencionan a la frutilla como producto de “cosecha silvestre” desde el tiempo de los griegos romanos. (Morales, 2017)

La actual frutilla (*Fragaria ananansa Duch*) proviene del cruzamiento entre *Fragaria virginiana* y *Fragaria chiloense*, el que se constituyó en la base para crear variedades comerciales modernas, desde entonces siguieron las experiencias genéticas en el mejoramiento varietal dando lugar a la gran diversidad de variedades que se cultivan en el mundo entero. (Morales, 2017)

En 1714, un militar francés de apellido Frézier que volvía de una expedición por Perú y Chile trajo consigo cinco plantas de *F. chiloensis*, una de las cuales regaló al director del Jardín Real de París, quien la plantó cerca de *F. virginiana*. La planta traída por Frézier solo tenía flores femeninas, mientras que las que estaban en el jardín, flores masculinas. Esto facilitó la hibridación natural, produciendo una progenie con características excepcionales de forma, tamaño y color del fruto. Así nació *Fragaria x ananassa* y, con este híbrido, el fitomejoramiento de frutilla. Esas primeras plantas fueron los ancestros de todas las frutillas que consumimos en la actualidad. (INTELECTUAL, 2019)

En 1966 la Frutilla regreso de Paris a Norteamérica como hibrido domesticado y con mejoramiento adicional, produjo el fruto moderno de tamaño y sabor excelente que ahora se produce en todo el mundo. (Morales, 2017)

La frutilla (*Fragaria x ananassa Duch.*), pertenece a la familia de las Rosáceas y género *Fragaria*; y es considerada una planta perenne, aunque su potencial

productivo sólo dura dos años en nuestra agricultura (Sudzuki, 2002 citado por Onudi, 2015)

Es una planta perenne estolonífera, de pequeña altura, que es cultivada para la producción de sus frutos, los que son altamente apreciados por los consumidores por su delicado sabor, agradable aroma y color rojo intenso. (Onudi, 2015)

Su fruto se destina tanto en los mercados para consumo en fresco como la agroindustria de productos industriales de conservas, congelado, deshidratados, pulpa y jugos; además son apreciados en la industria de aromas y sabores para alimentos, fármacos cosméticos y licores. (Onudi, 2015)

La frutilla es conocida en el mundo por sus nombres en español como: frutilla, fresa o fresón, en inglés como strawberry, en francés fraise, en portugués morango, en alemán erdbeere y en italiano fragola. (Onudi, 2015)

### **1.1.2 Importancia económica y distribución geográfica**

La frutilla (*Fragaria x Ananasa Duch*) actualmente ocupa un lugar muy importante en la industria frutícola a nivel mundial. Sus notables características organolépticas, sus propiedades dietéticas y medicinales especialmente su acción antioxidante y su versatilidad para ser consumida en diferentes formas, han determinado un fuerte incremento en su consumo en todo el mundo, encontrándose entre las diez especies frutales de mayor consumo (Faostat, 2008 citado por Morales, 2017)

**TABLA N° 1 Ranking De Las Frutas Más Consumidas**

Ranking	Fruta	Millones de Tn	Características
1°	Mango	55	Originario de India se cultiva en más de 100 países en todo el mundo. Es rica en vitamina C, vitamina A, y fibra.
2°	Plátano	117	Ricos en potasio, vitamina C, y fibra.
3°	Sandía	108	Rica en vitamina C, vitamina A, y potasio, y es una fruta refrescante y deliciosa en los meses de verano.
4°	Piña:	29	Rica en vitamina C, manganeso, y bromelina, una enzima que ayuda a digerir las proteínas.
5°	Papaya:	13	Rica en vitamina C, vitamina A, y papaína, una enzima que ayuda a digerir las proteínas. La papaya es muy utilizada en la medicina tradicional por sus propiedades antiinflamatorias y digestivas.
6°	Uva:	78	Ricas en antioxidantes, fibra, y vitaminas C y K.
7°	Naranja:	51	Ricas en vitamina C, vitamina A, y fibra.
8°	Fresa	9	Ricas en vitamina C, ácido fólico, y antioxidantes.
9°	Manzana	86	Ricas en fibra, antioxidantes, y vitaminas C y K, tanto como fruta fresca como en forma de jugo o compota
10°	Melón	31	Rico en vitamina C, vitamina A, y potasio

**Fuente:** Sedovin (2019)

La producción mundial de frutilla para el año 2021 fue de 9.175.384 toneladas, con 389.665 hectáreas de área cosechada (FAO citado por (argentina, 2021))

El rendimiento promedio mundial ronda los 24 tn/ha y los principales productores son China, EE.UU y Turquía. Los mayores exportadores de frutillas frescas son España, México y EE.UU, mientras que los principales países importadores son EE.UU, Alemania y Canadá. (TRADEMAP 2021 citado por (argentina, 2021))

**TABLA N° 2 Ranking De Países Productores De Frutillas. Año 2021.**

Ranking	Pais	Toneladas
1°	China, Continental	3.380.478
2°	Estados Unidos de América	1.211.090
3°	Turquía	669.195
4°	México	542.891
5°	Egipto	470.913
6°	España	360.570
7°	Federación de Rusia	237.200
8°	Brasil	197.000
9°	República de Corea	193.852
10°	Polonia	162.900

**Fuente:** FAOSTAT(2021)

La producción de fresa en Centro y Sudamérica se concentra en Brasil, Colombia y Perú, siendo Brasil el líder con 197,000 toneladas en 2021. En los últimos tres años, Brasil ha disminuido su participación en la producción regional al 49%,

mientras que Colombia ha disminuido al 22% y Perú ha recuperado su participación al 9%. (PRODUCEPAY, 2023)

**TABLA N° 3 La Producción De Frutilla En Centro Y Sudamerica**

PAISES	PRODUCCION EN TONELADAS		
	2019	2020	2021
<b>Brasil</b>	197,000	220.000	200.00
<b>Colombia</b>	50.000	100.000	95.000
<b>Perú</b>	30.000	25.000	45.00

**Fuente:** (PRODUCEPAY, 2023)

Otros países también contribuyen significativamente al volumen total de producción, manteniéndose en torno a las 80,000 toneladas anuales en los últimos años. (PRODUCEPAY, 2023)

**TABLA N° 4 Producción de Frutales Frutilla Nivel Nacional, año agrícola 2021**

Departamento	Producción (tn)	Superficie (ha)	Rendimiento (tn/ha)
<b>SANTA CRUZ</b>	1.692	235	7,2
<b>COCHABAMBA</b>	1.423	247	5,76
<b>TARIJA</b>	99	34	2,91
<b>CHUQUISACA</b>	25	6	4,17
<b>LA PAZ</b>	21	4	5,25
<b>Total</b>	<b>3.260</b>	<b>526</b>	<b>6.2</b>

**Fuente:** MDRyT (2021).



En Bolivia los departamentos productores de frutilla son: Santa Cruz, Cochabamba, La Paz, Chuquisaca y Tarija.

**TABLA N° 5 Producción de Frutales Frutilla Nivel Departamental, año agrícola 2021**

<b>Municipio</b>	<b>Producción/Tn</b>	<b>Superficie/ha</b>	<b>Rendimiento Tn/ha</b>
Uriondo	41	16	2,56
Cercado	39	12	3,25
San Lorenzo	16	5	3,20
Caraparí	3	2	1,50
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>35</b>	<b>2.83</b>

**Fuente:** MDRyT (2021)

Entre las principales zonas productoras de frutilla o fresa en el departamento de Tarija tenemos la provincia de Cercado, Méndez y parte de la provincia Uriondo.

Son frutos ricos en compuestos fitoquímicos con potencial antioxidantes. Posee importancia comercial debido a sus múltiples usos ya sea para consumo directo o como para elaboración de salsas, dulces, conservas, productos congelados, yogures, distintos tipos de bebidas y helados. (Morales, 2017).

La frutilla pertenece a la familia Rosaceae una familia de plantas económica muy importante a la que también pertenecen algunos árboles como manzanos, durazneros y cerezos; plantas frutales herbáceas como moras y frambuesas y algunas plantas ornamentales como los rosales, entre otros (Dotto, 2008 citado por Morales, 2017).

### 1.1.3 Clasificación taxonómica

**TABLA N° 6 Taxonomía**

<b>Reino Vegetal.</b>	
<b>Phylum</b>	Telemophytae.
<b>División</b>	Tracheophytae.
<b>Subdivisión</b>	Anthophyta.
<b>Clase</b>	Angiospermae.
<b>Subclase</b>	Dicotyledoneae.
<b>Grado Evolutivo</b>	Archichlamydeae.
<b>Grupo de Órdenes</b>	Corolinos.
<b>Orden</b>	Rosales.
<b>Familia</b>	Rosaceae
<b>Subflia</b>	Rosoideae
<b>Nombre Científico.</b>	<i>Fragaria chiloensis</i>
<b>Nombre común</b>	Frutilla.

**Fuente:** Herbario Universitario (T.B.),2023

### 1.1.4 Características morfológicas

#### 1.1.4.1 Planta

La frutilla (*Fragaria x ananassa Duch*) es una planta herbácea, de vida corta, que puede durar hasta dos años en producción económica, en lugares en que las condiciones ambientales lo permitan. (INIA, 2012).

Produce hojas, coronas, estolones, flores y raíces, de acuerdo a patrones determinados genéticamente y por factores ambientales que puede modificar considerablemente la expresión de su desarrollo (INIA, 2012).

**FIGURA N° 1 Planta de frutilla**



**Fuente:** PORTAL FRUTICOLA (2020).

#### **1.1.4.2 Sistema radicular**

El sistema radicular de la frutilla, puede llegar a profundizar hasta 2 metros y ser muy ramificado, se compone de:

- a) Raíces estructurales perennes o de soporte, originadas en la corona de color café más oscuro.
- b) Raicillas laterales o alimenticias, que forman la masa radicular.

La distribución de las raíces alrededor de la planta, también es en espiral ya que se desarrollan en la base de cada hoja, en número de 6 por cada una, 3 por cada lado. Estas raíces conducen el agua y los nutrientes hacia arriba, y los alimentos elaborados y los que se acumulan en la corona en forma de hidratos de carbono, hacia abajo. El crecimiento primaveral y la floración inicial dependen en gran medida de estas reservas acumuladas (INIA, 2012).

**FIGURA N° 2 RAIZ**

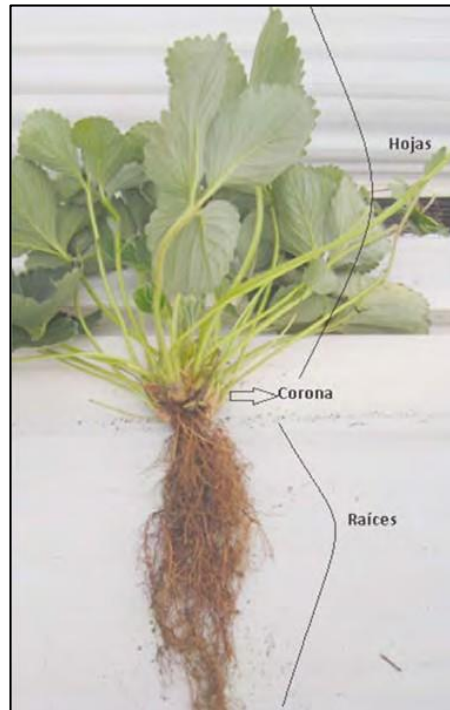
**Fuente:** INIA (2012)

Las raíces alimenticias están compuestas sólo de tejidos primarios, con una vida corta, de algunos días o máximo semanas, y son las responsables de la absorción de agua y nutrientes (INIA, 2012).

#### **1.1.4.3 Tallo**

- **Corona:** Aunque la Frutilla parece ser una planta herbácea perenne acaulescente (sin tallo), no lo es, ya que tiene un tallo representado por la “corona” de unos 2 a 3 cm. de largo, que se vuelve leñoso con el tiempo y que está cubierto exteriormente por estípulas. Desde la corona se desarrollan las hojas, flores, estolones y raíces (INIA, 2012).

En la base de las hojas, en su unión con la corona, se encuentran las yemas o meristemas axilares, que responden a las condiciones ambientales y al nivel nutricional de la planta para determinar el desarrollo posterior de ella, que puede ser vegetativo y/o reproductivo (INIA, 2012).

**FIGURA N° 3 Planta Adulta**

**Fuente:** INIA (2012)

La corona está rodeada de un tejido lleno de vasos, que la recorren en espiral en ambas direcciones, existiendo una conexión entre ellos y las hojas. Internamente, la corona está compuesta por una médula central, que es un cilindro vascular con vestigios de pecíolos foliares, yemas, raíces y pedúnculos florales, formada por grandes células, fácilmente dañadas por heladas, destruyéndose de este modo el tejido conductivo, con lo que la planta puede morir (INIA, 2012).

A medida que la corona envejece, generalmente después de la primera estación de crecimiento, se produce una lignificación de ciertos elementos vasculares y un crecimiento de coronas laterales. Las raíces funcionales, hojas y otros órganos, se originan sobre la posición leñosa de la corona, haciendo que esta parezca un árbol de hoja caduca con sus mismas respuestas esenciales al medio ambiente. Por esta razón a veces se piensa que la planta de frutilla es más bien una planta leñosa de vida corta (INIA, 2012).

En una plantación es esencial el que cada planta desarrolle un buen número de coronas laterales, lo que se consigue con una buena fertilización, riego adecuado y corta de todos los estolones que aparezcan (INIA, 2012).

#### **1.1.4.4 Hojas**

Son trifoliadas, consistentes en 3 hojuelas, cada una con su propio pecíolo, unidas a un pecíolo principal, el que en su base tiene estípulas que lo envuelven, protegiendo las yemas con los puntos de crecimiento y que darían origen según las condiciones del medio ambiente a flores, coronas, hojas o estolones (INIA, 2012).

Las hojas se ubican en  $2/5$  de espiral, sobre la corona, por lo tanto, cada 6, hay una sobre la primera, lo que permite un gran aprovechamiento de la luminosidad solar. Varían en su intervalo de emergencia, entre 8 y 12 días, lo que depende de la temperatura ambiente, produciéndose el mayor desarrollo con  $24^{\circ}\text{C}$ . (INIA, 2012).

**FIGURA N° 4 Hojas**



FUENTE: INIA (2012)

Estas hojas individuales viven entre 1 y 3 meses. Tienen mayor densidad estomática en las hojas que otras especies, por lo que la planta se ve muy afectada si es sometida a un stress hídrico, lo que constituye el principal problema que experimentan los frutillares.

Una planta con 10 hojas, en pleno verano, puede transpirar hasta 500 cc de agua durante un día (INIA, 2012).

La parte inferior de las hojas es a menudo más pálida, con venas prominentes. Toda la superficie de la hoja y del pecíolo, tiene vellosidades características de cada clon (INIA, 2012).

El número de hojas y área foliar que hay en otoño en un frutillar, se puede correlacionar con la producción de fruta de la próxima primavera (INIA, 2012).

#### **1.1.4.5 Flores**

Las flores van agrupadas en inflorescencias que son tallos modificados en las que una bráctea en cada nudo sustituye a la hoja, mientras que la yema axilar de ésta se desarrolla en una rama secundaria o eje de la inflorescencia (INIA, 2012).

Una inflorescencia típica tiene un eje primario, cuatro terciarios y ocho cuaternarios. Cada eje lleva en su extremo una flor. El largo de las inflorescencias depende del largo del día y de su genética (INIA, 2012).

Aquellas variedades con inflorescencias largas permiten una cosecha más fácil, pero por otro lado aquellas con inflorescencias cortas ofrecen una mayor protección contra las heladas.

Las flores son de pétalos blancos, en número de cinco a seis, con 20 a 35 estambres y un número variable de pistilos. En general en los híbridos comerciales las flores son perfectas, con ambos sexos presentes (hermafroditas). A medida que van apareciendo las flores son más pequeñas y con menos pistilos, el resultado son frutos de menor tamaño, de aquí que se dice que el tamaño del fruto depende del número de pistilos sobre el receptáculo. Una flor inicial puede tener 500 pistilos y una final sólo 50 (INIA, 2012).

El eje floral de esta planta, está engrosado en su base formando el receptáculo, que es convexo, hipertrofiado y carnoso, constituyendo la parte comestible. Sobre este receptáculo hay cierto número de pistilos, con los ovarios insertos en él. Por fuera va

un doble anillo de estambres. La corola con sus pétalos ofrece la protección a la parte sexual de la planta cuando están cerrados, y cuando están abiertos atraen a los insectos con su color y néctar dulce. El cáliz, con dos anillos de sépalos, van por fuera y cumplen la función de proteger a la flor cuando está en estado de yema y posteriormente a los frutos, en estados tempranos de su desarrollo (INIA, 2012).

El polen es viable por 48 horas y la mejor polinización se produce cuando la humedad relativa bordea el 80 % y la temperatura es de aproximadamente 15 °C. Cuando el polen sobre cada estigma germina, el núcleo dentro del grano de polen cae al estilo y fertiliza ciertas células en el óvulo dentro de cada ovario, para formar el embrión. Esta fertilización inicia el crecimiento del embrión dentro de una semilla dura, formando un fruto indehisciente llamado aquenio, que es el verdadero fruto de la frutilla y que es lo que denominamos "pepitas o semillas" (INIA, 2012).

El polen es movido por el viento y los insectos polinizadores. Es por esto que se recomienda colocar 4 colmenas de abejas por hectárea, siendo de especial importancia en cultivos bajo invernaderos, dónde las deficiencias de polinización son frecuentes, observándose numerosos frutos deformados (INIA, 2012).

Plantas de una misma variedad producen diferentes cantidades de polen, en diferentes zonas, e incluso de un año para otro, lo que es debido a condiciones ambientales (INIA, 2012).

**FIGURA N° 5 Flor**



**Fuente:** INIA (2012).



### 1.1.4.6 Fruto

El desarrollo de los aquenios permite el abultamiento de la porción del receptáculo alrededor de él. Este receptáculo es cónico, hipertrofiado, carnosos, rojo o amarillento y constituye la parte comestible. Los aquenios pueden ir hundidos o sobresalientes en el receptáculo, y esto depende de la variedad (INIA, 2012).

Cuando ocurren problemas en la fecundación de las flores, se producen frutos deformes, que son los que presentan hendiduras y mal formación, que no permite la madurez completa; problema muy común al inicio de la primavera, por baja temperatura en el periodo de cuaja (INIA, 2012).

Fasciación es otra deformación ocurrida también en la fecundación, pero por causas fisiológicas (INIA, 2012).

En general, en todas las variedades, los primeros frutos resultan más grandes y con mayor porcentaje de deformación (INIA, 2012).

También existen ciertas condiciones que causan deficiente polinización:

- Ausencia o insuficiencia de agentes polinizantes (vientos o insectos), como también temperaturas menores a 12° C, y mayores a 30° C, o heladas de 0° C que queman los estambres.
- Esterilidad femenina, parcial, genética o accidental, que a veces ocurre en las últimas flores de una inflorescencia.
- Insuficiencia de polen o falta de polen viable, que puede ser debida a una alteración en los estambres ya sea varietal en las primeras flores, por problemas sanitarios (Oidium, Botrytis)
- Daños de insectos.
- La integridad de la polinización y la fecundación, como hemos visto, depende de varios factores ya mencionados, a los que hay que sumarles los niveles de hormonas en la planta, más el abastecimiento de agua y nutrientes.

El fruto, es clasificado como no climatérico, es decir no mejora su palatabilidad después de la cosecha, el azúcar no aumenta y la acidez se mantiene constante, sólo aumenta el color y disminuye la firmeza.

Desde la polinización a fruto maduro, pueden transcurrir entre 20 a 30 días, dependiendo de la variedad, temperatura ambiental y viabilidad del polen.

Un fruto puede pesar entre 20 y 50 gramos, con sólidos solubles que van entre 7° y 13° Brix, según la variedad y condiciones de temperatura. (INIA, 2012)

**FIGURA N° 6 Fruto de frutilla**



**Fuente:** INIA (2012)

#### **1.1.4.7 Estolones**

Es un tallo rastrero que crece horizontalmente desde la corona. A partir del segundo nudo de cada estolón se forma una nueva plantita que emite raíces que la afirman y alimentan. Esta planta a su vez produce nuevos estolones. (INIA, 2012)

**FIGURA N° 7 Estolones**

**Fuente:** INIA (2012)

El primer estolón, generalmente da origen a una planta de mayor desarrollo vegetativo y por supuesto a mayor producción de fruta (INIA, 2012).

En una plantación para fruta se deben eliminar los estolones, lo que permite aumentar la superficie foliar, mejorando de este modo la fotosíntesis, y evitando un desgaste inútil de energía en la planta (INIA, 2012).

La producción de estolones comienza, en la mayoría de las variedades, cuando el largo del día es de más de 12 horas y las temperaturas sean de 22 a 24°C. (INIA, 2012).

## **1.2 VARIEDADES**

Las variedades de frutilla se clasifican según su requerimiento de horas de luz (Serrano W. , 2020).

### 1.2.1 Variedades de día corto

Son las que responden a fotoperiodos de menos de 14 horas de luz. Este grupo presenta generalmente dos periodos de cosecha en el año (Serrano W. , 2020)

- **Fisiología**

Son aquellas variedades que poseen sensibilidad reproductiva, es decir, se inducen reproductivamente, cuando hay fotoperíodos más bien cortos, por debajo de las 14 horas de luz. Esto claramente va a depender de la localización de plantel, puesto que no será la misma exposición de un plantel ubicado en Centroamérica respecto de otro ubicado en las zonas australes de Chile, por ejemplo. Se estima que para los sectores más australes del continente americano las variedades de frutilla/fresa de día corto se inducen floralmente entre el 20 de febrero y el 15 de marzo (fines de verano-otoño). Estas variedades se plantan habitualmente en otoño si hablamos de planta fresca desde vivero o bien en verano si hablamos de plantas frigoconservadas.

De manera interesante, existe una relación entre la temperatura y el fotoperíodo, obteniéndose los niveles más óptimos de inducción en general con las siguientes combinaciones de largo del día y temperatura: (FRAGARIA, 2021)

**TABLA N° 7 Fotoperiodo y temperatura**

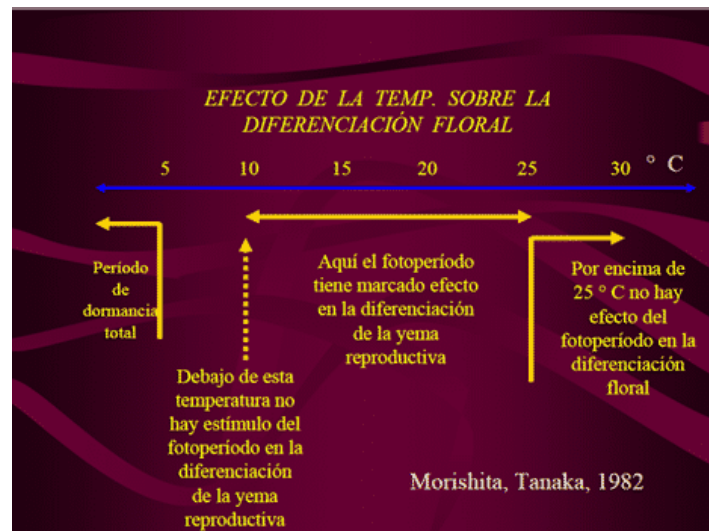
<b>FOTOPERÍODO (HORAS)</b>	<b>TEMPERATURA (° C)</b>
<b>8</b>	20
<b>16</b>	6

**Fuente:** Fragaria 2021

De lo anterior se deduce que, si las temperaturas bajan mucho, serán necesario días más largos para poder obtener una buena inducción floral. (FRAGARIA, 2021)

Adicionalmente, algunos autores como Morishita *et al* 1982, citan que sólo en el rango entre 10 y 25 grados solamente hay efecto del fotoperíodo en la diferenciación floral. (FRAGARIA, 2021)

FIGURA N° 8 Efecto de temperatura



Algunos ejemplos de estas variedades son: Fortuna, Rociera, Merced, Brilliance, Camarosa, Fronteras, Sabrina, Sensation. (FRAGARIA, 2021)

### 1.2.2 Variedades de día neutro

No responden a la cantidad de horas de luz (largo del día) y solo necesitan temperaturas del suelo por sobre los 12°C para emitir flores. Su producción, es más homogénea a lo largo de la temporada. Responden de manera adecuada a sistemas forzados bajo túneles o invernaderos (Serrano W. , 2020)

- **Fisiología**

Este grupo de variedades posee una cualidad que les ha otorgado gran posicionamiento en zonas donde la frutilla/fresa posee condiciones óptimas para su producción gran parte del año o bien en donde la producción forzada es viable. Además, permite mayor flexibilidad en cuanto a fechas de plantación, combinaciones que han permitido contar con oferta disponible de frutilla/fresa todo el año. Lo anterior debido a que este grupo de variedades NO DEPENDEN del largo del día o fotoperíodo para que se lleve a cabo el proceso de inducción floral, sólo requieren de temperaturas que estén por encima de los 10-15 grados según citan algunos autores. (FRAGARIA, 2021)

Algunos ejemplos de variedades de Día Neutro son: Beauty, Cabrillo, Albión, Monterey, San Andreas, Cristal, Portolas, Sweet Ann. (FRAGARIA, 2021)

### **1.2.3 Principales variedades cultivadas**

#### **1.2.3.1 San Andreas**

Variedad: moderadamente neutra, con mayor precocidad, lo que representa una cualidad interesante para producción de frutos bajo cultivo forzado (túnel).

Mercado: muy buena aptitud para el mercado fresco ya que es la variedad que presenta el mayor tamaño y homogeneidad de frutos, también sirve para agroindustria (congelado).

Planta: tamaño intermedio de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), plantada con mucho frío presenta exceso de vigor y un período vegetativo más largo.

Fruto: color rojo externo parejo y pulpa más clara. Fruto muy firme con excelente vida de poscosecha.

Enfermedades: en general es la variedad que ha presentado mayor resistencia a enfermedades de follaje y suelo. Variedad nueva, en introducción en Chile.

Densidad de plantación: 62.000 plantas/ha (30-35 cm entre plantas). (Serrano W. , 2020)

#### **1.2.3.2 Albión**

Variedad: moderadamente neutra.

Mercado: muy buena aptitud para mercado fresco, es la variedad que acumula mayor cantidad de azúcar, muy demandada también para congelados.

Planta: tamaño intermedio de lento crecimiento inicial con temperaturas bajas en primavera.

Fruto: color rojo externo de hombros más claros con bajas temperaturas y pulpa de color moderado, con gran acumulación de azúcar (10-14 °Brix). Fruto muy firme, con excelente vida de poscosecha.

Enfermedades: mayor resistencia a oídio.

Densidad de plantación: 62.000 plantas/ha (27 cm entre plantas). (Serrano W. , 2020)

### **1.2.3.3 Camarosa**

Mercado: muy buena aptitud para el mercado fresco y agroindustria (congelado).

Planta: variedad de gran vigor y buen desarrollo radical.

Fruto: color externo rojo oscuro y rojo intenso en pulpa. Fruto de gran firmeza.

Enfermedades: sensible a oídio.

Densidad de plantación: 55.000 plantas/ha (30 cm entre plantas). (Serrano W. , 2020)

### **1.2.3.4 Monterrey**

Variedad: moderadamente neutra, de abundante floración.

Mercado: muy buena aptitud para el mercado fresco ya que produce frutos de un sabor sobresaliente en dulzor, también para agroindustria (congelado).

Planta: mayor tamaño, de rápido crecimiento vegetativo inicial por lo que debe ser plantada con temperaturas adecuadas (sobre 12 °C en suelo), ya que si es plantada con mucho frío presenta exceso de vigor.

Fruto: color rojo externo parejo y pulpa roja, firme con buena vida de poscosecha.

Enfermedades: susceptible a oídio.

Densidad de plantación: 60.000 plantas/ha (28 cm entre plantas). (Serrano W. , 2020)

### **1.2.3.5 Camino real**

Variedad de día corto que inicia su producción un poco más tarde que Camarosa.

Los rendimientos medios de Camino Real son superiores a aquellos de Camarosa y su porcentaje de fruta de segunda calidad considerablemente más bajo.

La planta de Camino Real es pequeñas, compactas y fáciles de manejar. fruta es grande (similar a Camarosa), firme y con color interno y externo más oscuro que Camarosa.

Camino Real es una Variedad muy tolerante a lluvia, condiciones climatológicas adversas y a enfermedades importantes de suelo como Phytophthora, Verticillium y Anthracnosis. También tiene tolerancia a araña, Xanthomonas y a las manchas comunes de la hoja. (Serrano W. , 2020)

### **1.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

#### **1.3.1 Temperatura**

Un normal aporte de frío producirá un rápido crecimiento foliar, normal diferenciación de yemas florales y escasa emisión de estolones; es decir, una planta muy equilibrada con un gran potencial de producción. Las plantas entran en receso o latencia con temperaturas entre 0° y 7°C. En este período se produce una acumulación de reservas en forma de hidratos de carbono en la corona y las raíces principales. En general ocurre desde fines de otoño e invierno, se caracteriza por el pequeño tamaño de las hojas, que toman un color rojizo-violáceo. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Para romper la latencia, en la mayoría de los casos se debe agregar algunas horas de frío en cámaras frigoríficas (entre 2 y 5°C) por unos días antes de la plantación, y esto debe sumarse a las obtenidas antes en el vivero. A mayor cantidad de frío, mayor cantidad de yemas vegetativas. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

El número de horas de frío necesarias para lograr desarrollo y buenos rendimientos, es diferente para cada variedad. En general, los requerimientos van de 380 a 700 horas acumuladas de temperaturas entre 0 y 7°C, temprano en otoño. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Frío suficiente: planta con buen desarrollo y fructificación.

Frío insuficiente: bajo desarrollo y fructificación.



Sin frío: poco vigor y baja producción.

Excesivo frío: gran crecimiento vegetativo.

Las raíces se desarrollan mejor con temperaturas mayores a 12°C en el suelo. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Esta se puede manejar con el uso de mulch y condiciones de humedad adecuadas. Si en primavera la temperatura del suelo es inferior, se inhibe la aparición de raíces absorbentes. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

### 1.3.2 Suelo

La planta de frutilla se adapta bien a los suelos de textura franco-franco arenosa, con buen drenaje, con una profundidad mayor a 80 cm. En suelos livianos o arenosos la temperatura aumenta fácilmente, por lo que la producción de fruta es anticipada; en cambio un suelo arcilloso y con menos contenido de aire la temperatura es más baja y, por ende, la fructificación es más tardía. Requieren terrenos planos o con lomajes suaves, óptimo es la exposición norte-oriental. Con fertilidad media a alta y contenidos de materia orgánica entre 3% a 7%. Es preferible suelos usados en rotación con avena o pradera natural, evitar usar aquellos en los que previamente se cultivó frutilla, tomate, papa, ají, pimentón, melón, sandía y/o zapallo. Se recomienda el uso de camellones altos, confeccionados con enmiendas orgánicas como compost, humus, bocashi u otro biopreparado para mejorar la capacidad de retención de humedad, estructura y fertilidad del suelo y, con ello, evitar problemas sanitarios en el sistema radicular provocado por el mal drenaje. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Los siguientes factores deben considerarse antes de la plantación de frutillas:

- Exposición y relieve: Elegir terrenos planos o con pendientes suaves y con exposición Norte-Oriente
- Disponibilidad de agua: Constante en primavera y verano
- Profundidad: Mayor a 0,8 m

- Textura: Franca - franco arenosa, con buen drenaje
- Fertilidad: Media a alta
- Reacción pH: 5,8 - 7,0
- Conductividad eléctrica (EC): Menos de 1 dS/m
- Malezas y cultivos anteriores: Evitar aquellos que hayan tenido Solanáceas y cucurbitáceas (tomate, papa, pimiento, ají, melón, sandía, zapallo), además de frutilla. Preferir suelos descansados o con rotación de avena. Previo a la plantación es fundamental realizar un análisis químico de suelo y de agua, para conocer salinidad (CE), pH, materia orgánica y macro y microelementos, 9 principalmente N, P, K, Ca, y Mg. (INIA, 2013)

#### **1.4 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

La plantación de las frutillas se realiza sobre camellones. El sistema de cultivo más difundido es el sistema de camellón doble (un camellón con dos hileras de plantas). En este caso los camellones deben tener un ancho de 70 a 80 cm en su base, y unos 50 a 60 cm en su parte superior (forma trapezoidal), con unos 30 a 40 cm de altura aproximada y una longitud variable que no debe superar los 80 a 100 m de largo, dejando un espacio entre camellones de 60 a 70 cm, para permitir el tránsito de los operarios y de las maquinarias. En este sistema se maneja una densidad de aproximadamente 50.000 plantas / hectárea. (Inta, 2015)

Otro sistema de plantación aconsejado para localidades donde la disponibilidad de tierra es escasa o el valor de la misma está relacionado al mercado turístico, es el sistema de alta densidad, donde se aumenta la densidad de plantas por unidad de superficie, debiéndose conformar el mismo tipo de camellones, pero en este caso con 1,60 m de ancho en la base y 1,40 m de ancho en su parte superior, 30 a 40 cm de alto, una longitud inferior a los 100 m de largo, y separaciones entre camellones de 75 cm. En este sistema se pueden manejar hasta unas 80.000 plantas / hectárea. (Inta, 2015)

Un concepto general a considerar en el momento de tener que elegir un sistema de plantación, está en saber que a mayor disponibilidad de espacio entre plantas se obtiene un mejor rendimiento por planta con frutos de mayor calidad y calibre, como resultado de la menor competencia existente entre plantas (luz, agua y nutrientes), a diferencia de las plantaciones más densas, que buscan mayor rendimiento por unidad de superficie, obteniendo fruta de menor calibre y calidad. (Inta, 2015)

Es de considerar también que los sistemas más densos optimizan mejor el uso de los recursos (cintas de riego, polietileno, sistema de riego, tierra, etc.) siendo económicamente más eficiente que los menos densos por unidad de superficie. (Inta, 2015)

Así mismo, los sistemas con alta densidad de plantas, predispone posibles problemas sanitarios, por el cual su manejo requiere de mayor atención. Estas consideraciones son importantes al momento de tener que decidir de acuerdo al destino y mercado de los frutos. (Inta, 2015)

## **1.5 MANEJO AGRONÓMICO**

### **1.5.1 Poda**

La labor de poda en el cultivo de la frutilla consiste en la eliminación de estolones y hojas, cuya época de ejecución dependerá de la precocidad de la variedad y su respuesta al crecimiento. (INIA, 2017)

**FIGURA N° 9 Planta de frutilla en poda**



**Fuente:** (INIA, 2017)

Condición de las plantas de frutilla ideal para realizar la poda.

La poda se realiza para:

- Renovar a la planta.
- Controlar el crecimiento y lograr una adecuada estructura que soporte el peso de la fruta.
- Controlar la densidad para mejorar la aireación y calidad de la fruta. (INIA, 2017)

**TABLA N° 8 Poda**

<b>Poda</b>	<b>Efecto en el cultivo</b>	<b>Época</b>
<b>Poda de estolones</b>	<p>Limitan el desarrollo del follaje y la formación de coronas secundarias.</p> <p>Debilitan a la planta, disminuyen el rendimiento y frutos de menor calibre.</p> <p>Disminuye la producción de la temporada siguiente.</p>	Durante todo el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.
<b>Poda de hojas</b>	Eliminación de todas las hojas adultas que ya no son funcionales, denominadas “hojas parásitas”, y restos de inflorescencias, cuidando de no dañar a las coronas de la planta.	<p>Se realiza a fines de invierno(agosto-septiembre).</p> <p>En verano, si la planta presenta vigor alto, requiere renovación, reducir el ataque de hongos y mejorar la aireación.</p>

	<p>La intensidad de la poda dependerá del vigor de la planta y del objetivo deseado.</p> <p>Los restos de hojas enfermas deben ser eliminados e idealmente compostarlos.</p>	<p>Finalizada la cosecha (fines de febrero) se poda, riego y fertiliza buscando mayor desarrollo vegetativo, acumulación de reservas y producción de hormonas para la promoción de la inducción floral.</p>
--	--	---

**Fuente:** (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Se debe tener en cuenta:

- Realizar las podas en el momento oportuno, considerando que cada variedad tiene su expresión genética en desarrollo vegetativo (vigor, resistencia a plagas, enfermedades, estrés u otro) y productivo (cantidad, forma, tamaño, color y sabor del fruto). (INIA, 2017)
- Usar los implementos adecuados y desinfectarlos permanentemente para evitar la propagación de enfermedades. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

El cultivo de la frutilla requiere una adecuada preparación de suelo, que otorgue las condiciones favorables para el desarrollo de las raíces, circulación de agua y de aire, mejorar la capacidad de retención de la humedad del suelo y drenaje. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

En la preparación de suelo se deben considerar las distintas acciones físicas de manipulación para modificar las características del terreno, que afectan el desarrollo de la planta y la promoción del uso de métodos agroecológicos para conservar la biodiversidad en el sistema productivo. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

### 1.5.2 Confección de platabandas o camellones

El cultivo de la frutilla requiere el uso de platabandas o camellones, puesto que permite adecuar el ambiente de aire y humedad en las raíces, sobre todo si la textura no es la adecuada. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Así se otorga mayor facilidad para evacuar el exceso de agua por una mala gestión del riego por goteo, que es perjudicial para la planta, disminuir el efecto de asfixia radicular y ayuda a disminuir la incidencia de *Phytophthora* sp. sobre la planta, la que se favorece por el mal drenaje del suelo. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Otra ventaja es la facilidad de enraizamiento de las plantas, debido a la mayor aireación y menor compactación del terreno, lo que se traduce en un mayor y mejor crecimiento de la parte aérea. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Además, la conformación del camellón se realiza con la capa superficial del terreno, con lo que agrupamos alrededor de las raíces suelo, generalmente de mayor calidad (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

La forma del camellón tradicional es la piramidal al ser más fácil de realizar sin necesidad de útiles o aperos especiales. Pero es la forma trapezoidal (con la parte superior plana y no terminada en punta) la que mejor resultados ofrece debido a que en esa superficie plana la distribución del agua es más uniforme y se consigue un bulbo húmedo de mayor tamaño. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Además, ayuda a mantener el camellón durante más tiempo al evitar la escorrentía del agua de lluvia sobre toda la ladera del camellón. La formación de los camellones se puede conseguir con cuerpos de vertederas simples orientados para el volteo hacia el centro de las calles. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Otra alternativa es la de usar aperos con discos contruidos con grupos de dos discos de diferente tamaño (14 y 16 pulgadas) unidos con un eje común, que se sitúan inclinados unos 45° con la línea de avance, el suelo es intervenido primero por el disco más pequeño, que hace un surco y pasa la tierra a un segundo disco, que la impulsa con la que el mismo extrae, ya que trabaja a mayor profundidad. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

El pase posterior de una rastra de disco simple entre hileras mueve el suelo hacia fuera, moviendo más suelo al camellón central, favoreciendo la forma trapezoidal deseada. Los camellones de doble hilera de plantas son los más comunes. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Miden 60 cm en la parte superior y 70-80 cm en la base, separados entre ellos por un surco de 50 cm, con una altura de 35 cm. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Este punto es importante, ya que permite que el suelo se caliente por asoleamiento, mejora la ventilación del follaje y el drenaje del suelo. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

Esta forma de camellón necesita solo una cinta de riego al centro. (INIA,2017)

**FIGURA N° 10 Platabanda Y Riego**



**Fuente:** (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

### **1.5.3 Distancias de plantación**

La densidad de plantación varía según la fecha de establecimiento y la variedad. La distancia entre las hileras es de 30 cm y la distancia sobre hilera es de 25 o 30 cm, alternadas (zig-zag) para permitir mejor desarrollo de raíces y a nivel aéreo mayor ventilación. Por lo tanto, el número de plantas por hectárea varía de 50.000 a 67.000 plantas en doble hilera. Cabe destacar que, al momento de plantar, la raíz debe quedar en posición recta hacia abajo, dejando la corona cubierta hasta la zona media sin tapar las yemas nuevas, procurando no dejar bolsas de aire. (INIA, Manual de manejo Agronomico De La Frutilla, 2017)

## **1.6 PROPAGACIÓN DE LA FRUTILLA**

Existen estos sistemas.

### **1.6.1 Semilla**

Solamente usado en mejoramiento genético. (Morales, 2017)

### **1.6.2 División de matas**

Consiste en separar las ramificaciones de la corona, pero el sistema no está difundido comercialmente. (Morales, 2017)

### **1.6.3 Estolones**

Sistema usado en forma generalizada para la propagación comercial de frutilla en todo el mundo. (Hamann,1986) (Morales, 2017)

### **1.6.4 Cultivo *in vitro***

El procedimiento que llevan a cabo los viveros para la obtención de plantas es el siguiente:

- a) Selección de plantas madres: Para ello, se escogen las plantas con las características agronómicas deseadas. A continuación, se procede al trasplante de éstas para favorecer la emisión de estolones, de los que se



extraerán meristemos. Posteriormente, se procede al cultivo in vitro de éstos.

- b) Obtención de plantas F1: Las plantas obtenidas mediante este procedimiento deben someterse a un periodo de aclimatación para asegurar que el trasplante en invernadero específico, donde se van a plantar individualmente en bateas, sea exitoso. De esta manera se obtienen plantas F1 o plantas pre-base.
- c) Obtención de plantas F2: Las plantas F1 deben ser trasplantadas al terreno, donde se realiza la propagación vegetativa de éstas, dando lugar a las llamadas planta base o F2, que son las utilizadas como planta madre. De estas plantas se obtienen las plantas certificadas.
- d) Ruptura del período de latencia: Finalmente estas plántulas son llevadas a los llamados viveros de altura (800-1000m por encima del nivel del mar) cuyo objetivo es satisfacer los requerimientos de horas-frío para romper la latencia antes de ser trasplantadas al terreno de producción. (Infoagro)

**FIGURA N° 11 Frutilla in vitro**



**Fuente:** FCA y F (2024)

## 1.7 RIEGO

El 75% de las raíces de la frutilla se encuentran en los 15 a 20cm de profundidad por lo que esta zona debe mantenerse con una adecuada humedad durante la floración y el desarrollo del fruto. La frecuencia de riego y cantidad de agua en cada riego dependerá del tipo de suelo y clima (Morales, 2017)

Durante la cosecha es preferible hacer riegos frecuentes con poca carga de agua, ya que la excesiva humedad puede producir frutos blandos. El sistema riego a goteo aumenta considerablemente los rendimientos. Al permitir una adecuada humedad permanente se elimina en gran medida el problema de salinidad en el suelo. Con este sistema se puede regar suelos con pendientes sin temor a la erosión. (Corporación de Fomento a la Producción, 1990) (Morales, 2017)

## 1.8 FERTILIZACIÓN

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de  $3\text{kg/m}^2$  de estiércol bien descompuesto, el cual debe ser incorporado al suelo cuando se están realizando las labores de preparación del mismo. Si se cuenta con un suelo excesivamente calizo, es recomendable el aporte adicional de turba de naturaleza ácida a razón de  $2\text{kg/m}^2$ . Ésta debe ser mezclada con la capa superficial del suelo mediante una labor de fresadora. Los abonos orgánicos fuertes como gallinaza, palomina, etc., deben evitarse o utilizarse a bajas dosis. (Infoagro, 2021).

Como abonado de fondo se pueden aportar alrededor de  $100\text{g/m}^2$  de abono complejo 15-15-15. Por otro lado, mediante riego por gravedad puede llevarse a cabo el abonado de cobertura. El procedimiento consiste en que, al comienzo de la floración, cada tercer riego se abona con una mezcla de  $15\text{g/m}^2$  de sulfato amónico y  $10\text{g/m}^2$  de sulfato potásico, o bien, con  $15\text{g/m}^2$  de nitrato potásico y  $5\text{cm}^3/\text{m}^2$  de ácido fosfórico. De este modo, las aplicaciones de N-P-K serán las siguientes:

$20\text{g/m}^2$  de nitrógeno (N).

$10\text{g/m}^2$  de anhídrido fosfórico ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ).

15g/m<sup>2</sup> de óxido de potasa (K<sub>2</sub>O).

El abonado debe interrumpirse aproximadamente 15 días antes de la recolección.

En fertirrigación, al inicio de la floración se debe regar tres veces por semana, aportando las siguientes cantidades de abono en cada riego:

0,25g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N)

0,20g/m<sup>2</sup> de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

0,15g/m<sup>2</sup> de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O)

0,10g/m<sup>2</sup> de óxido de magnesio (MgO), si es necesario

A partir de la floración y hasta el final de la recolección, se debe regar diariamente, abonando tres veces por semana con las siguientes cantidades:

0,30g/m<sup>2</sup> de nitrógeno (N)

0,30g/m<sup>2</sup> de óxido de potasa (K<sub>2</sub>O)

Dos veces por semana se debe aportar fósforo, a razón de 0,25g/m<sup>2</sup> de anhídrido fosfórico (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

Si hay déficit de magnesio en el suelo, es conveniente aplicar una vez por semana 0,10g/m<sup>2</sup> de óxido de magnesio (MgO). (infoagro, 2021).

## **1.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

### **1.9.1 Concepto de enfermedad**

Según Magne (2015) la Enfermedad una alteración morfológica y/o fisiológica debido a un agente causal que perjudica el normal desarrollo vegetal, produciendo un déficit en la producción y rendimiento y por tanto una pérdida económica para el agricultor. La anormalidad está caracterizada por ciertos síntomas y signos. (Serrano W. , 2020)

Entendemos por síntomas, la manifestación externa de un desarrollo, fisiología o comportamiento anormal de una planta en respuesta a determinada enfermedad. Los

síntomas implican cambios de color, forma, olor, textura o integridad estructural. Los signos son cualquier estructura vegetativa o reproductora de un patógeno, que en el caso de los hongos es la producción de micelio y esporas. Si la enfermedad posee signos es una enfermedad biótica, sino los tiene es abiótica (Serrano W. , 2020)

Por su parte Agrios (2007), manifiesta que las plantas presentan enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio físico. Los procesos físicos específicos que caracterizan las enfermedades, varían considerablemente según el agente causal y a veces según la planta misma. (Serrano W. , 2020)

Según Cruz (2001), una enfermedad es un proceso fisiológico anormal y perjudicial causado por la continua acción de un agente causal primario, exhibido por una actividad celular anormal y expresada por condiciones patológicas anormales (síntomas). (Serrano G. , 2021)

### **1.9.2 Clasificación de enfermedades bióticas y abióticas**

Primero, no confundamos enfermedades y plagas. "Plagas" se usa comúnmente para describir insectos que atacan a las plantas y son estudiados por los entomólogos.

Por otro lado, las enfermedades de las plantas se definen como "cualquier cosa que impida que una planta funcione a su máximo potencial". Esta amplia definición incluye enfermedades de plantas abióticas y bióticas. Las enfermedades bióticas son organismos vivos (patógenos), incluyendo los hongos, oomicetos (organismos similares a los hongos), bacterias, virus y nematodos. Los trastornos abióticos son factores químicos o físicos como mal drenaje del suelo, deficiencia de nutrientes, clima desfavorable, entre otros. Los fitopatólogos estudian todas las enfermedades mencionadas anteriormente. El objetivo principal de los fitopatólogos es identificar el organismo que causa enfermedades complejas y crear prácticas de manejo para combatirlas. (SCIENCE, 2020)

### 1.9.3 Enfermedades bióticas de las plantas

Como se mencionó anteriormente, los organismos que causan enfermedad en las plantas se conocen como patógenos. Los patógenos de plantas tienen una biología muy similar a los que causan enfermedades en humanos y animales. Los patógenos pueden propagarse de una planta a otra y pueden infectar cualquier parte de la planta, incluyendo las hojas, los brotes, los tallos, las raíces, los frutos y las semillas. (SCIENCE, 2020)

- **Los hongos** y los organismos similares a los hongos (oomicetos) causan colectivamente la mayoría de las enfermedades de las plantas que cualquier otro patógeno de las plantas. Un hongo es un eucariota que generalmente crece como hilos o hebras llamadas hifas. ¡Una sola hifa puede tener solo unas pocas pulgadas de largo o millas de largo! La mayoría de los hongos se reproducen produciendo esporas que pueden esparcirse a grandes distancias por aire, agua o suelo. Los síntomas comunes de las enfermedades fúngicas incluyen pudrición de raíces y tallos, tizón de brotes y hojas, manchas en las hojas, canchales, marchitez vascular y pudrición en almacenamiento poscosecha. (SCIENCE, 2020)

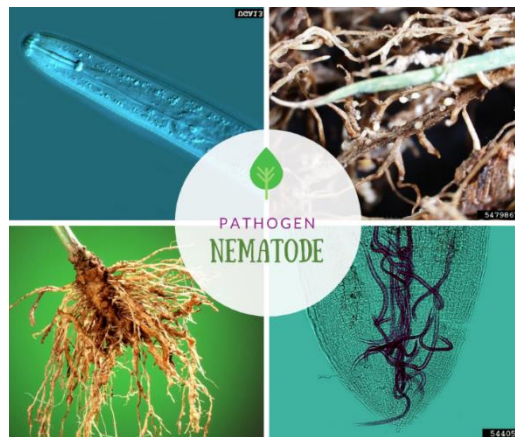
**FIGURA N° 12 Fungi**



**Fuente:** SCIENCE, (2020)

- **Los nematodos** son gusanos redondos microscópicos que generalmente viven la mayor parte de su vida en el suelo. Todos los nematodos parasíticos de las plantas tienen una pieza bucal en forma de aguja llamada estilete que se usa para perforar las células de la planta y alimentarse del contenido celular. Los síntomas típicos en la raíz que indican el ataque de nematodos son agallas, lesiones radiculares, ramificación excesiva de la raíz, puntas radiculares dañadas y sistemas radiculares atrofiados.

**FIGURA N° 13 Nematodos**



**Fuente:** SCIENCE, (2020)

- **Las bacterias** son organismos microscópicos unicelulares sin núcleo que se reproducen asexualmente por fisión binaria (una célula se divide en dos). La mayoría de las bacterias asociadas con las plantas no causan daños y son beneficiosas, ¡cómo la descomposición de nutrientes! Pueden propagarse por salpicaduras de lluvia o transportarse por el viento, pájaros o insectos. Los síntomas comunes incluyen crecimiento excesivo, marchitez, manchas en las hojas, motas, plagas, podredumbres blandas, costras y canchales. (SCIENCE, 2020)

**FIGURA N° 14 Bacterias**



**Fuente:** SCIENCE, (2020)

- **Los virus** son partículas de ADN o ARN intracelulares (que viven dentro de la célula) con una capa de proteína e infectan a otros organismos vivos. Se replican en los huéspedes que infectan al inducir a las células huésped a formar más partículas de virus. Los virus se transmiten por vectores (insectos, nematodos, etc.) y por propagación vegetativa (esquejes, injertos, etc.) Los síntomas típicos incluyen retraso del crecimiento, mosaico o patrones de manchas anulares en hojas y frutos. (SCIENCE, 2020)

**FIGURA N° 15 Virus**



**Fuente:** SCIENCE,(2020)

#### 1.9.4 Enfermedades abióticas de las plantas

Los factores abióticos se dividen en dos categorías: químicos y físicos.

Factores químicos:

- Exceso de nutrientes / Deficiencias
- Contaminación del aire y gases dañinos
- Daños químicos (herbicidas, fungicidas, insecticidas)
- Hormonas del crecimiento vegetal
- Sales para derretir hielo

Factores físicos:

- pH de suelo
- Estructura del suelo
- Extremos de humedad
- Estrés de agua
- Temperaturas extremas
- Lesión mecánica
- Daño por tormentas
- Lesiones por herramientas
- Daño animal

Se toma en cuenta que cada patógeno o factor abiótico puede presentar síntomas distintivos, pero no siempre es así. Además, las plantas pueden tener más de una enfermedad, lo que dificulta aún más su diagnóstico. (SCIENCE, 2020)

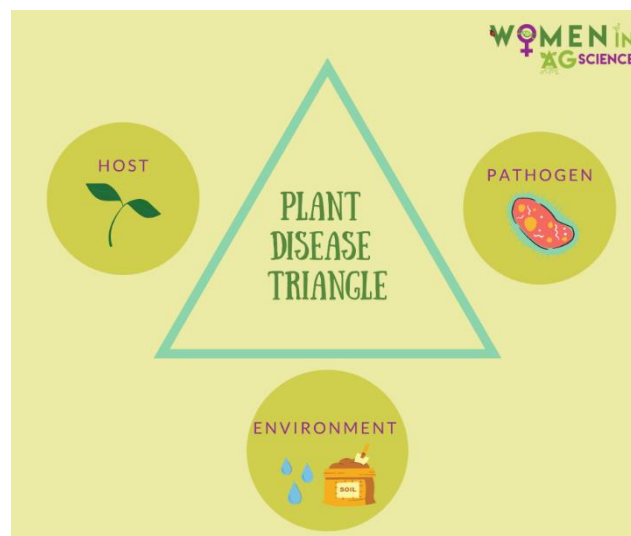
#### 1.9.5 Triángulo de la enfermedad

Para entender completamente las enfermedades de las plantas y cómo manejarlas, debemos aprender sobre el triángulo de las enfermedades de las plantas. Para que se desarrolle una enfermedad, deben estar presentes tres factores al mismo tiempo. Los tres elementos son un hospedador susceptible, un patógeno virulento (uno que puede



causar enfermedad) y un ambiente conducente. En plantas enfermas, las prácticas que favorecen el crecimiento de las plantas sobre la actividad de los patógenos tienden a disminuir la cantidad de enfermedad observada. En este sentido, las plantas fertilizadas y regadas correctamente tendrán menos probabilidades de desarrollar la enfermedad. Por lo tanto, la alteración de los factores del triángulo le puede permitir controlar su enfermedad. Por ejemplo, si tiene un calabacín con mildiú polvoriento, considere cambiar a un cultivar con resistencia a esta enfermedad. (SCIENCE, 2020)

**FIGURA N° 16 Triangulo de la enfermedad**



**Fuente:** SCIENCE, (2020)

### 1.9.6 Concepto de signo y síntoma

La identificación de las plagas y enfermedades en los cultivos es crucial para su correcto manejo. El proceso de identificación de un patógeno requiere en primera instancia su aislamiento a partir de una muestra de suelo o tejido vegetal enfermo; posteriormente, la elaboración de medios de cultivo que permitan su desarrollo y reproducción, y finalmente su identificación.

Por otro lado, la identificación de una enfermedad inicia reconociendo si es un signo o un síntoma.

El signo es la presencia visible del agente causal mediante algunas de sus estructuras y el síntoma es la manifestación externa de la enfermedad o expresión de ésta como las manchas o clorosis (FERTILAB, s.f.)

### **1.9.7 Concepto de plaga**

El término “plaga” tiene un sentido marcadamente antrópico, puesto que el hombre lo aplica a todo aquello que le produce daño. Si consideramos que plaga es todo organismo que daña la salud, el bienestar y los recursos de otro ser vivo, la propia humanidad constituye en sí misma una plaga que amenaza no solo con la destrucción de la biosfera sino incluso con la propia supervivencia del Hombre (*Serrano G. , 2021*)

Sin embargo, la noción de plaga se asocia casi exclusivamente con los insectos y otros artrópodos terrestres (ácaros), y determinados vertebrados (aves y roedores); no obstante, deben excluirse los microorganismos (virus, bacterias) y los hongos, ya que los daños causados por ellos son denominados “enfermedades”. (*Serrano G. , 2021*)

Aunque la definición emitida por Waterhouse (1992), sea la más completa, comúnmente el concepto de plaga varía según los conocimientos y nivel de vida que posee el hombre. En efecto, una plaga suele ser reconocida como tal solo por el daño que puede ocasionar, o, dicho de otra forma, según el grado en el que el perjuicio se aprecia o tolera; por tanto, existe un nivel o umbral económico por encima del cual una población es perjudicial, y viceversa. Bajo este punto de vista “Plaga es todo lo que el hombre considera que es plaga”. (*Serrano G. , 2021*)

La FAO (2016) define el término plaga como “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”.

### **1.9.8 Concepto de sanidad**

Sanidad Vegetal, tiene como finalidad proteger, prevenir, erradicar plagas y mejorar la condición fitosanitaria del patrimonio agrícola, forestal y flora silvestre del país a través del establecimiento de medidas fitosanitarias, regulando el registro, control, manejo y uso de insumos agrícolas en el marco de las buenas prácticas agrícolas, con el propósito

de prevenir la diseminación e introducción de plagas cuarentenarias que representen un riesgo para el estatus fitosanitario. (SENASAG, s.f.)

### **1.9.9 Concepto de fitopatología**

Fitopatología (Del griego phyton =planta; pathos=enfermedad; logos=tratado), es la ciencia del diagnóstico y control de las enfermedades de las plantas. Cubre el estudio de los agentes infecciosos que atacan plantas y desórdenes abióticos o enfermedades fisiológicas, pero no incluye el estudio de daños causados por herbívoros como insectos o mamíferos. Las enfermedades de las plantas han sido conocidas desde la antigüedad, pero generalmente eran atribuidas a fuerzas sobrenaturales. (Pérez & Merino, 2019).

Las enfermedades de las plantaciones y la importancia de sus efectos negativos en la calidad de las plantaciones y de la madera; hacen necesario conocer y promover métodos para controlar dichas enfermedades en función de varios factores como ser: identificación del agente causal, suelo, humedad, etc.

Por estas razones creemos necesario puntualizar algunos conceptos básicos sobre Fitopatología y a través de los mismos, emplear una terminología adecuada en el presente trabajo. (Serrano G. , 2021)

### **1.9.10 Manejo de plagas y enfermedades**

El manejo exitoso de plagas en ambientes urbanos requiere retomar acciones de prevención, seguimiento y, de ser necesario, aplicar control. El manejo de plagas y enfermedades es un proceso que consiste en el uso balanceado de procedimientos culturales, biológicos y químicos, compatibles ambientalmente y posibles de establecer en forma económica para reducir los niveles de plagas a niveles tolerables (Serrano G. , 2021)

Para tener este tipo de programa y las soluciones precisas en cada caso, es necesario contar con un inventario de los árboles de la ciudad, su ubicación, las especies, su edad, estado de desarrollo, estado sanitario, etc. Para detectar la aparición de plagas

y/o enfermedades, se las debe identificar y determinar su importancia en visitas de inspección periódicas (*Serrano G. , 2021*)

Cuando la plaga y/o enfermedad tenga una incidencia que supere ciertos límites establecidos, se deben hacer los tratamientos químicos necesarios con los productos y dosis adecuadas, aunque al respecto hay que tomar conciencia del abuso actual en los plaguicidas y sus consecuencias, por lo que se debe potenciar el uso de medidas preventivas y de lucha biológica (*Serrano G. , 2021*)

### **1.9.11 Actividades preventivas en el manejo de plagas y enfermedades**

Los métodos de control de plagas se dividen en preventivos y curativos. No es correcto tomar medidas cuando las plagas ya han aparecido y se han extendido en forma más o menos amenazadora, sino que es necesario prestar la atención a la prevención de las plagas y enfermedades, antes, durante y después del establecimiento de las plantas (*Serrano G. , 2021*)

Las medidas culturales han de valorarse como medios de control preventivo. Las que intentan proporcionar a la planta condiciones favorables de crecimiento y desarrollo para que se vuelva fuerte y resistente contra plagas y enfermedades resultan especialmente valiosas ( (*Serrano G. , 2021*)

### **1.9.12 Manejo integrado de enfermedades y plagas MIP**

La FAO (Farming and Agriculture Organization) define al MIP como: La consideración cuidadosa de todos los controles de plagas disponibles y la integración de medidas apropiadas que frenen el desarrollo de poblaciones de plagas. Manteniendo las aplicaciones químicas a intervenciones que estén económicamente justificadas y que se minimicen los riesgos para la salud humana y el entorno.

El MIP constituye un proceso dinámico que emplea un enfoque basado en sistemas ecológicos y alienta a los usuarios o productores a tomar en cuenta y utilizar toda la gama de las mejores opciones disponibles en materia de control de plagas, incluyendo consideraciones económicas, ambientales y sociales. El MIP se basa en la ecología, en el concepto de ecosistema y en el objetivo de mantener las funciones ecosistémicas.

Además, promueve el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas. (FAO)

**La función del MIP en la agricultura sostenible:**

- Aplica un control sostenible de las plagas. El MIP se basa en servicios ecosistémicos como la depredación de las plagas, al tiempo que se protegen otros servicios como la polinización. Además, contribuye a una mayor productividad de las explotaciones agrícolas y disponibilidad de alimentos mediante la reducción de las pérdidas de cultivos antes y después de la cosecha.
- Reduce los residuos de plaguicidas. El MIP contribuye a la inocuidad de los alimentos y el agua, ya que al disminuir la cantidad de plaguicidas utilizados se reducen al mismo tiempo los residuos en alimentos, piensos y fibras, así como la contaminación ambiental.
- Mejora los servicios ecosistémicos. El MIP tiene como objetivo mantener el equilibrio de los ecosistemas agrícolas nacionales. Conserva la base de recursos naturales subyacentes (los suelos, las aguas y la biodiversidad) y mejora los servicios ecosistémicos (la polinización, los suelos saludables y la diversidad de especies).
- Aumenta los niveles de ingresos. El MIP reduce los costos de producción mediante la disminución de los niveles de utilización de plaguicidas. Con cultivos de mayor calidad (con menos residuos) los agricultores pueden obtener mejores precios en los mercados y aumentar la rentabilidad de sus explotaciones.
- Refuerza los conocimientos de los agricultores. El MIP permite a los agricultores mejorar su capacidad de gestión y aumentar sus conocimientos sobre el funcionamiento del ecosistema adaptado a su contexto local. (FAO)

El objetivo del manejo integrado de enfermedades y plagas es lograr una producción óptima del cultivo, coordinando las prácticas culturales con el uso racional de las medidas de control. Esto es un factor que contribuiría a asegurar la viabilidad y

sustentabilidad del sistema productivo en los aspectos económicos, sociales y ambientales en el largo plazo. Es importante aplicar las medidas culturales, biológicas y químicas necesarias para disminuir los daños de la enfermedad o la plaga al cultivo, reduciendo el impacto de los plaguicidas sobre el medio ambiente y la salud, tanto de los productores y trabajadores como de los consumidores. (INIA u. , 2003)

Debe tenerse en cuenta que no hay una medida que por sí sola sea suficiente para tener una sanidad adecuada en el cultivo. La elección del terreno, el origen de las plantas, los cultivares resistentes o tolerantes, la rotación de cultivos, el agregado de materia orgánica o abonos verdes, el uso de coberturas de suelo, el control de malezas, el manejo del riego, una fertilización balanceada y un adecuado manejo de la cosecha y postcosecha de los frutos, son todos elementos que tienen un gran impacto en el rendimiento y la calidad del cultivo y tienen una función importante en evitar o disminuir la incidencia de problemas fitosanitarios. (INIA u. , 2003)

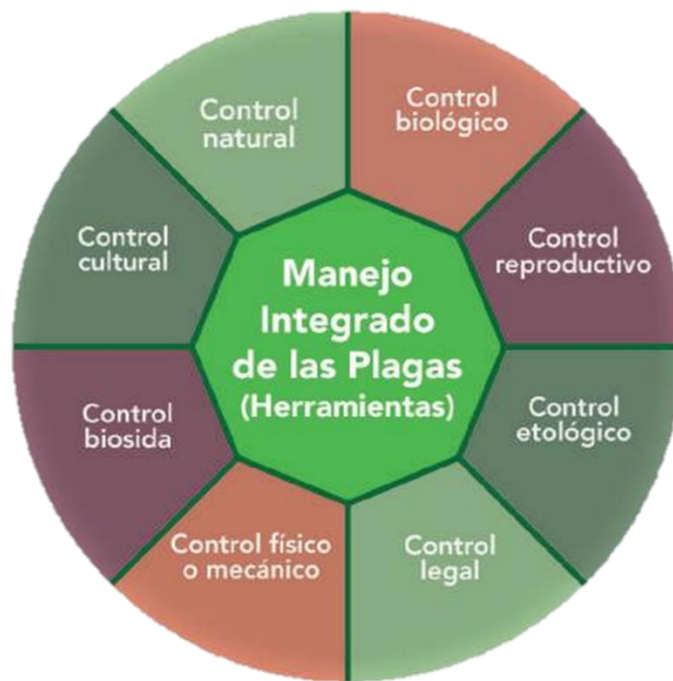
Sin embargo, muchas veces no alcanzan para evitar el daño que ocasionan ciertas plagas y enfermedades, por lo cual se debe recurrir a medidas de control químico. En un manejo racional de los agroquímicos, en lo posible los productos aplicados deben ser selectivos y de baja toxicidad. (INIA u. , 2003)

En ese sentido se han considerado los grupos de plaguicidas de mayor uso y eficiencia con tal finalidad en el cultivo de frutilla. Las tablas con los productos para el control químico se han adaptado de las Normas de Producción Integrada de Frutilla. Desarrollar una estrategia de manejo integrado de enfermedades y plagas supone conocer la biología y epidemiología de las mismas, así como identificar y cuantificar correctamente los problemas. Para ello el monitoreo, los pronósticos y la intervención por niveles de daño económico son herramientas fundamentales en la implementación de este sistema. (INIA u. , 2003)

El objetivo principal es disminuir al máximo los factores de riesgo que posibilitan la proliferación de roedores e insectos a través de mejoras ambientales, culturales y de infraestructura y paralelamente minimizar la aplicación de productos tóxicos a fin de

prevenir su exposición al contacto humano y evitar contaminaciones innecesarias. Hoy en día, en la mayoría de los países desarrollados su implementación es obligatoria y se encuentra regulado por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS). (AMBIENTAL, 2014)

**FIGURA N° 17 Estructura del manejo integrado de plagas**



**Fuente:** (tiloom, s.f.)

El sistema MIP integra 3 grandes rubros: el control preventivo (colocación de barreras físicas para evitar el ingreso de plagas, tales como guardapolvos, burletes, mallas mosquiteras, rejillas de drenajes), control cultural (personal mantenga la puerta cerrada, no consumir alimentos dentro de áreas restringidas, no introducir tarimas o materiales que estuvieron en patios externos) y control directo (aplicación de plaguicidas cuando exista la presencia de plagas, colocación, revisión limpieza y mantenimiento de equipos de control permanente como trampas para roedores, trampas para insectos) con la finalidad de prevenir y controlar distintos tipos de plagas, animal (insectos y/o

vertebrados) o patógenos que por su localización, hábitos o tamaño de su población genere daños a la salud del hombre, a la estética y la estabilidad de las instalaciones o de sus productos. (AMBIENTAL, 2014)

**TABLA N° 9 Enfermedades**

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Zonas que afectan</b>
Corazón rojizo	<i>Phytophthora fragariae</i>	<b>Raíces y daño general de la planta.</b>
Pudrición gris	<i>Botrytis cinerea</i>	<b>Flores, frutos y hojas.</b>
Oídio, peste ceniza	<i>Sphaerotheca macularis f. sp fragariae</i>	<b>Hojas, brotes y frutos.</b>
Prodición de corona	<i>Neopestalotiosis sp.</i>	<b>Las plantas enfermas presentan poco desarrollo vegetativo, coloración intervenal rojizamarrón desde ápice y el peciolo de hojas nuevas, marchitez color pardo oscura en hojas y tallos, la necrosis total es la última fase de la enfermedad (Hidrobo, 2020)</b>
Tizón de la hoja	<i>Phomopsis obscurans</i>	<b>Hojas.</b>
Viruela	<i>Ramularia tulasnei</i>	<b>Hojas, tallos y frutos.</b>
Pudrición de la corona	<i>Phytophthora cactorum</i>	<b>Raíces y cuello de la plantas.</b>



Verticilosis	<i>Verticillium dahliae</i>	<b>Raíces y daño general de la planta.</b>
Rizoctiosis	<i>Rhizoctia solani</i>	<b>Raíces y planta en general.</b>
<b>Ocasionalmente</b>		
Fusariosis	<i>Fusarium oxysporum</i>	<b>Raíces y decaimiento de la planta.</b>
Pudrición blanca	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<b>Frutos y follaje.</b>
Mancha negra de la hoja	<i>Colletotrichum gloeosporoides</i>	<b>Hojas.</b>
Mancha necrótica de la hoja	<i>Coniella fragariae</i>	<b>Hojas.</b>
Quemadura de la hoja	<i>Diplocarpon earlianum</i>	<b>Hojas.</b>
Mancha de la hoja	<i>Gnomonia comari,</i> <i>Hainesia lythri</i>	<b>Hojas.</b>
Pudrición carbonosa	<i>Macrophmina phaseolina</i>	<b>Raíces.</b>
Virosis	<i>Straberry latent ringspot (SLRSV)</i> <i>Virus de la mancha anular del tomate (TRsV)</i>	<b>Hojas, brotes, flores y frutos.</b>

Nematosis	<i>Pratylenchus, Xiphinema, Meloidogyne, Criconemoides, Paratylenchus</i>	<b>Raíces y decaimiento general de la planta.</b>
<b>Postcosecha</b>		
Varios	<i>Botrytis, Penicillum, Rhizopus, Mucor, Aspergillus, Alternaria y Cladosporium</i>	<b>Frutos.</b>

**Fuente:** Indap (2017)

**TABLA N°9 Plagas**

<b>LAS PLAGAS MÁS FRECUENTES EN EL CULTIVO DE FRUTILLA SON:</b>		
<b>Áfidos:</b>	pulgón de la frutilla ( <i>Pentatrichopus fragaefolii</i> )	daña por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas y lo más importante es que a través de esta acción transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones (Londo, 2013)
<b>Arañas:</b>	( <i>Tetranychus urticae</i> y <i>cinnabarinus</i> ). Con condiciones climáticas favorables, cada	Su daño se manifiesta desde comienzos de la época seca, observándose en el envés de las hojas pequeñas manchas amarillas y

	generación se completa en aproximadamente 20 días	si el ataque es muy intenso, la hoja toma una coloración café rojiza, secándose en muchos casos (Londo, 2013)
<b>Thrips:</b>	( <i>Frankliniella occidentalis</i> )	ataca a las flores y frutos recién formados, no es de gran importancia económica (Londo, 2013)
<b>Gusanos cortadores:</b>	( <i>Agrotis ípsilon</i> )	que atacan la corona cortándola, a veces daña también los frutos formando galerías.
<b>Gusano de la frutilla:</b>	( <i>Otiorhynchus rugosotriatus</i> ) su forma adulta se alimenta de las hojas y tallos y las larvas	causan serios daños en la corona y raíces secundarias (Londo, 2013)
<b>Babosas de jardín:</b>	de hábitos nocturnos que durante el día permanecen inactivos escondiéndose en lugares húmedos bajo la planta	su daño es fácil de identificar por la presencia de secreción brillante (Londo, 2013)

**Fuente:** Flores (2021)

### 1.9.13 Las principales plagas y enfermedades reportadas en Bolivia

Según el manual de manejo integrado de plagas por cultivo del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras – EMPODERAR.

### 1.9.13.1 Pudrición gris (*Botrytis cinérea*)

#### a) Aspectos generales

- **Descripción de la Plaga:** Es la principal enfermedad de la planta de frutilla. Ataca a los frutos maduros o verdes, aparece como una formación de un moho gris sobre el fruto con la consecuente pudrición del mismo.
- **Condiciones favorables para la aparición de la plaga:** El desarrollo del hongo ocurre con temperaturas desde los 0°C. Se inicia a salida de invierno, con la germinación de los esclerocios (micelio compactado de color negro) o restos de micelio y conidias que permanecen en residuos infectados de frutilla u otras especies susceptibles.
- **Síntomas que presenta:** Los principales síntomas son la pudrición gris del fruto, acompañada de ablandamiento y secreción de jugo. Esta pudrición blanda va acompañada de ligeros cambios de color del fruto infectado, los que se tornan de color rojo opaco y que terminan por cubrirse con una masa de micelio y conidias de color plomo oscuro.

En las hojas y flores se observan masas de micelio y conidias plumizas sobre los tejidos. En los tallos se observan lesiones plumizas que forman anillos concéntricos, en infecciones severas se producen esclerocios de color negro insertos en el peciolo.

- **En qué parte del ciclo productivo aparece:** La enfermedad se presenta en la floración y la etapa de fructificación principalmente.
- **Hospederos de la plaga:** Los hospederos principales de estos hongos son plantaciones infectadas o tejidos muertos de anteriores cosechas que se encuentran en la zona de producción.
- **Propagación de la plaga:** Las conidias que son diseminadas por el viento o por gotas de lluvia que son arrastradas de los frutos enfermos y restos de plantas infectados. (MDRyT, 2019)

## b) Métodos de control con enfoque de MIP

- **Controles Culturales**

Realizar establecimiento de huertos respetando las distancias de plantación para lograr una suficiente aireación y favorecer el secado del follaje.

Eliminar tejido viejo, frutos enfermos y restos de plantas, ayuda a disminuir las fuentes de inóculo del hongo.

- **Controles Biológicos**

Uso de calcio foliar para aumentar la resistencia a los ataques del hongo/ BIOGAL (Abono foliar orgánico).

- **Controles Microbiológicos**

El control biológico es otra opción, con productos sobre la base de *Bacillus subtilis* o *Trichoderma TRICODAMP*, pero se deben anticipar a la aparición de síntomas. Se pueden aplicar durante primavera con las precauciones de no exponer a la radiación solar directa por un tiempo prolongado ni aplicar con altas temperaturas. Los extractos de cítricos pueden controlar focos incipientes de la enfermedad y son un buen complemento, sobre todo cerca de la cosecha. Es preciso no aplicarlo en exceso, porque puede resultar fitotóxico para la planta. También existen en el mercado botriticidas sobre la base de extractos de plantas, los cuales pueden complementar los productos anteriores. (MDRyT, 2019)

**TABLA N° 10 Dosis**

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS RECOMENDADA</b>
<b>BIOGAL</b>	1Litro/20 litros de agua
<b>TRIDOCAMP</b>	50CC/20 litros de agua

**Fuente:** MDRyT (2019)

### 1.9.13.2 Pudrición de la corona (*Phytophthora cactorum*)

#### a) Aspectos Generales

- **Descripción de la Plaga:** El agente causal de la pudrición de la corona tiene alta similitud con el patógeno del corazón rojizo.
- **Condiciones favorables para la aparición de la plaga:** Las condiciones óptimas para la producción de esporangios y posterior liberación de zoosporas, son temperaturas de 13 a 19°C y la presencia de humedad libre en el suelo. La producción de inóculo se acelera en la medida que se sobrepasa la capacidad de campo del suelo, debido a exceso de riego o lluvia, mal drenaje, compactación del suelo y presencia de napas altas.
- **Síntomas que presenta:** El principal síntoma se observa en el centro de la corona, la cual adquiere una coloración rojiza a café oscuro. Estas lesiones crecen hasta abarcar toda la corona, la cual deja de ser funcional afectando el flujo de agua y nutrientes hacia la parte aérea. Debido a la muerte de la corona, el follaje deja de recibir agua y se marchita para luego secarse en forma pareja. A medida que la enfermedad se disemina se producen sectores de plantas muertas, cuyos focos siguen creciendo a medida que pasa el tiempo. A medida que progresa la enfermedad, la población disminuye hasta que el cultivo se hace inviable económicamente.

- **En qué parte del ciclo productivo aparece:** El desarrollo de la enfermedad se presenta principalmente en el desarrollo de las raíces principales de la planta.
- **Hospederos de la plaga:** *P. cactorum* es un patógeno del suelo, con una amplia variedad de plantas hospederas, entre especies dicotiledóneas herbáceas o arbóreas, tanto anuales o bianuales como perennes.
- **Propagación de la plaga:** El inóculo puede provenir de plantas enfermas, del suelo, de agua de riego contaminada, de implementos agrícolas y calzados con tierra contaminada. Una vez establecido en el suelo, es prácticamente imposible erradicar el patógeno y se debe convivir con el problema. (MDRyT, 2019)

#### **b) Métodos de control con enfoque de MIP**

- **Labores Culturales**

Preferir suelos con buen drenaje, napas profundas y con buen manejo del riego.

Si el suelo es pesado, confeccionar platabandas altas con el fin de mejorar el drenaje en la zona del cuello y aireación de las raíces de la planta. El mulch ayuda a disminuir la incidencia de la enfermedad.

Considerando la facilidad de transmisión desde una planta enferma a otra sana, que es mayor que en el corazón rojizo, es importante revisar las plantas que provienen de vivero y no realizar replantes con estolones que pueden provenir de sectores de plantas enfermas. Ser rigurosos en el monitoreo, identificando sintomatologías en su estado inicial y con ello realizar un oportuno control. Cuando aparecen las primeras plantas enfermas lo mejor es arrancarlas para evitar su diseminación. (MDRyT, 2019)

- **Control Biológico**

Como control biológico se recomienda el uso de *Trichoderma*. Las épocas de control deben ser coincidentes con la actividad de *Phytophthora*; es decir, a inicios de otoño y fines de invierno. (MDRyT, 2019)

TABLA N° 11      Dosis

<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS RECOMENDADA</b>
<b>TRIDOCAMP POLVO</b>	200 g/ha
<b>TRIDOCAMP</b>	50CC/20 litros de agua

Fuente: MDRyT (2019)

### 1.9.13.3 Podredumbre de raíz (*Rhizoctonia* sp.)

#### a) Aspectos Generales

- **Descripción de la Plaga:** Este hongo es habitante normal del suelo, sobre todo en aquellos con cultivos tales como leguminosas, solanáceas y cucurbitáceas.
- **Condiciones favorables para la aparición de la plaga:** La *Rhizoctonia solani*, agente de podredumbre, muy polifitofago, puede propagarse rápidamente a una temperatura de 20°C, el tiempo de incubación es tan solo de 3 días y en ese momento, la propagación de la infección es muy rápida. (MDRyT, 2019)
- **Síntomas que presenta:** La frutilla puede ser afectada en forma individual o formando un complejo de hongos radicales, siendo común que se asocie a *Fusarium* y *Cylindrocarpon*, los que en conjunto producen mayor daño. Este complejo es una de las principales causas del decaimiento de las plantaciones durante el segundo año cultivo. Los síntomas aéreos son clorosis, disminución del crecimiento, aborto de flores, fruta que demora en madurar, bajo calibre o frutos que se secan en la planta. En la parte radical se observa necrosis parcial de raíces primarias, las que adquieren una coloración negra y deshidratada. (MDRyT, 2019)
- **En qué parte del ciclo productivo aparece:** El hongo puede aparecer en cualquier etapa del ciclo productivo de la frutilla. (MDRyT, 2019)



- **Hospederos de la plaga:** El hospedero principal es el suelo quien transmite el hongo a las raíces. (MDRyT, 2019)
- **Propagación:** Este patógeno está presente sobre un gran número de plantas huésped, el suelo es considerado potencialmente infeccioso. Los esclerotios pueden vivir numerosos años en estado saprofito sobre restos vegetales. (MDRyT, 2019)

## **b) Métodos de control con enfoque de MIP**

- **Control Cultural**

Esta enfermedad se debe prevenir, ya que una vez que se presenta resulta muy difícil o imposible sanar a las plantas.

Se deben revisar las raíces antes de comprar las plantas.

Evitar suelos con exceso de humedad y altos contenidos de nitrógeno, ya que favorecen su desarrollo.

Evitar plantaciones en suelos con problemas de drenaje y/o después de cultivos de papas, tomates o leguminosas

Usar camellones altos para un mejor drenaje y aireación de las raíces.

En caso de presentarse la enfermedad, se recomienda eliminar las plantas sintomáticas para evitar la diseminación

- **Control Biológico**

Inoculaciones de las raíces y el suelo con Trichoderma (TRICODAMP) al momento de la plantación también ayudan a prevenir el desarrollo de la enfermedad, al igual que las aplicaciones de fosfitos, siempre y cuando se realicen en forma regular y antes de que aparezcan los síntomas. (MDRyT, 2019)

TABLA N° 12 Dosis

PRODUCTO	DOSIS RECOMENDADA
TRIDOCAMP POLVO	200 g/ha
TRIDOCAMP	50CC/20 litros de agua

Fuente: MDRyT (2019)

#### 1.9.13.4 Oídio (*Sphaerotheca macularis*)

##### a) Aspectos Generales

- **Descripción de la Plaga:** El oídio es una de las enfermedades más comunes, difundidas y fáciles de reconocer en las plantaciones de frutilla.

El oídio no mata a la planta, pero sí consume sus nutrientes e incrementa la respiración, reduciendo su crecimiento, rendimiento y la calidad de la fruta.

- **Condiciones favorables para la aparición de la plaga:** Los conidios que aterrizan sobre un tejido de las hojas susceptibles pueden germinar de inmediato siempre que la temperatura sea mayor a 20 °C, ya que no requieren de la presencia de agua libre sobre el tejido, la humedad ambiente facilita la germinación.
- **Síntomas que presenta:** Los síntomas se inician como manchas circulares y difusas de apariencia polvorienta, como depósitos de polvillo blanquecino sobre la superficie de los tejidos aéreos. Cualquier parte aérea de la planta puede ser afectada, pero normalmente se encuentra sobre hojas, pecíolos y frutos, los que pueden quedar completamente cubiertos por este polvillo.

Las flores y frutos son particularmente susceptibles en cualquier estado de su desarrollo, los que pueden quedar envueltos por el micelio y conidias del hongo, el daño de las flores significa una menor producción de polen, lo cual disminuye

la cuaja, mientras que en los frutos verdes se produce detención de crecimiento y deformaciones. Los frutos maduros también desarrollan esta capa polvorienta y blanquecina sobre su superficie, terminando con una consistencia blanda.

- **En qué parte del ciclo productivo aparece:** La enfermedad se puede presentar en cualquier etapa del crecimiento vegetativo, en especial en el desarrollo de las hojas y frutos.
- **Hospederos de la plaga:** Los hospedares principales del patógeno son Hojas, flores y frutos contaminados.
- **Propagación de la plaga:** Los propagadores son principalmente partes de cosechas anteriores infectadas presentes que son diseminadas por el viento y la lluvia. (MDRyT, 2019)

#### b) Métodos de control con enfoque de MIP

- **Control Cultural**

Usar variedades resistentes.

Plantaciones bien ventiladas que permiten secar el follaje y evitan la germinación de las conidias del hongo.

Eliminar hojas viejas y residuos de la planta, ya que el inóculo se mantiene en estos. (MDRyT, 2019)

- **Control Químico**

Control químico usando fungicidas. Lo más común es el azufre elemental, que es preventivo y efectivo siempre y cuando se aplique antes de la aparición de síntomas, pero tiene el inconveniente de que es removido por el viento y la lluvia. (MDRyT, 2019)

Para lograr un control eficiente se debe mantener una rutina de aplicación de azufre evitando las horas de mayor calor para no dañar a flores ni frutos.

Las aplicaciones deben comenzar temprano, monitoreando regularmente para detectar los primeros síntomas. (MDRyT, 2019)

- **Control Biológico**

Control con aplicaciones foliares de sales de fosfato, detergentes y aceites finos, los que pueden ayudar a disminuir las aplicaciones de fungicidas químicos y adaptarse a producción orgánica.

Los extractos de cítrico también ayudan a disminuir la presión de la enfermedad, pero son complementarios a las medidas anteriores. (MDRyT, 2019)

### 1.9.13.5 Tizón de la hoja (*Phomopsis obscurans*)

#### a) Aspectos Generales

- **Descripción de la Plaga:** Esta enfermedad se ha vuelto recurrente en viveros o plantaciones que son regados por aspersión, donde el follaje permanece mojado o húmedo por tiempos prolongados.
- **Condiciones favorables para la aparición de la plaga:** Humedad permanente o es el caso de plantaciones a la intemperie lluvias continuas.
- **Síntomas que presenta:** El síntoma característico es una lesión necrótica que se inicia en los bordes de las hojas y que luego crece en forma de V, avanzando principalmente a lo largo de la vena principal de los folíolos. El centro de la lesión es de color café oscuro y eventualmente son visibles dentro de estas lesiones las estructuras reproductivas del hongo (picnidios), como pequeñas puntuaciones de color negro. El patógeno también infecta a peciolos, estolones y sépalos, los cuales presentan pequeñas lesiones necróticas, deprimidas, circulares a ovaladas. (MDRyT, 2019)
- Si el daño es severo se secan hojas, estolones y el cáliz de la flor. Los frutos también son afectados, produciéndose una lesión circular, ligeramente opaca,

de consistencia más dura y que puede pasar inadvertida a la cosecha, los frutos enfermos son de sabor amargo. (MDRyT, 2019)

- **En qué parte del ciclo productivo aparece:** Plantas de fresa jóvenes, alrededor de 25-30 días de edad, tienen la mayor susceptibilidad a la *Phomopsis obscurans* patógeno, activándose en cualquier etapa de su ciclo productivo.
- **Hospederos de la plaga:** Los hospederos del patógeno son principalmente el cultivo de frutillas infestados. (MDRyT, 2019)
- **Propagación de la plaga:** El inóculo inicial puede ser introducido por plantines o provenir de cultivos viejos cercanos, enfermos, así como de otras plantas susceptibles. Los conidios son mucosos, por lo que el agente de dispersión es la lluvia. La enfermedad aparece en el otoño o hacia el final del verano.

#### b) Métodos de control con enfoque de MIP

- **Labores Culturales**

Usar plantas sanas, ya que pueden venir infectadas desde el vivero. Los viveros deben hacer control preventivo de esta enfermedad. (MDRyT, 2019)

Plantaciones bien ventiladas para disminuir la humedad al interior de la planta.

Poda frecuente de follaje enfermo, cuidando de retirar el material enfermo y compostarlo o enterrarlo. (MDRyT, 2019)

#### 1.9.14 Conceptos de incidencia y severidad.

La incidencia nos muestra la proporción de plantas afectadas en una determinada área de cultivo, mientras que la severidad nos indica el grado de daño que estas plantas han sufrido debido a la enfermedad. Estas medidas son clave a la hora de tomar decisiones informadas en cuanto a la aplicación de medidas de control. Al conocer la proporción de plantas afectadas y la gravedad del daño, podemos determinar la urgencia y el alcance de las estrategias de manejo que debemos implementar. Así mismo, a partir de

estas también podremos visualizar los umbrales recomendados de acción sobre los cultivos, buscando mitigar los impactos en rendimiento y maximizar el resultado económico. (SIMA, 2020)

#### **1.9.14.1 Cómo calcular incidencia**

Primero, debemos contar el número total de plantas en un área específica y luego determinar cuántas de ellas están afectadas por la enfermedad. Dividimos el número de plantas afectadas entre el número total de plantas y multiplicamos por 100 para obtener el porcentaje de incidencia. (SIMA, 2020)

Por ejemplo, si tenemos un área de cultivo con 200 plantas y 40 de ellas están afectadas por una enfermedad, la tasa de incidencia sería:  $(40/200) \times 100 = 20\%$ . Esto significa que el 20% de las plantas en esa área están afectadas por la enfermedad en cuestión. (SIMA, 2020)

#### **1.9.14.2 Cómo calcular severidad**

Determinar la severidad de una enfermedad puede ser un desafío, ya que requiere primero una identificación de los síntomas de la enfermedad y luego una evaluación cuidadosa del porcentaje de tejido afectado. El cálculo se realiza estimando el porcentaje del área con tejido afectado en relación al área total de ese tejido. (SIMA, 2020)

En conclusión, la severidad y la incidencia son conceptos fundamentales en el manejo de enfermedades en los cultivos. Es importante no solo conocer e identificar las enfermedades, sino también monitorearlas para conocer cuándo actuar o para conocer su dinámica. (SIMA, 2020)

#### **1.9.15 Concepto de evaluación fitosanitaria.**

Fitosanitario hace referencia a la sanidad o salud de la planta. La implementación de un análisis de este tipo permite identificar enfermedades y otros problemas en el suelo o en las plantas, desde las hojas hasta la raíz y los frutos. (GRIND, 2014)

Luz Montejo, coordinadora del Programa de Protección Vegetal en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola en Guatemala, afirma que un análisis fitosanitario permite determinar qué patógenos (hongos, bacterias, virus) o plagas (broca, ácaros) están presentes en la finca y que pueden afectar la producción al causar pérdidas, tanto en el área foliar como en frutos. (GRIND, 2014)

Un análisis o diagnóstico fitosanitario ayuda a determinar qué está causando el problema y a entenderlo; por ejemplo, cómo se distribuye y cómo llegó a la finca. Con ese conocimiento es más fácil encontrar la manera de controlar o detener el vector, comenta Luz. (GRIND, 2014)

La observación es una herramienta clave para determinar cuándo debe practicarse o no un análisis fitosanitario. Al realizar el monitoreo del cultivo es posible percatarse del estado de la plantación. (GRIND, 2014)

Al observar algún síntoma o daño en hojas o frutos, incluso si el crecimiento y desarrollo de las plantas no es uniforme y no se conoce la causa, hay que acudir a un experto para que determine qué está sucediendo. (GRIND, 2014)

Un experto puede identificar el problema y brindar un diagnóstico certero. Un fitopatólogo (profesional que estudia las enfermedades en plantas) o un agrónomo con experiencia en el campo son lo más adecuados. Así, se evita el retraso al integrar una medida de control o prevención que repercuta en la calidad y el rendimiento de la producción. (GRIND, 2014)

Benjamín Montejo ha trabajado con diferentes productores de Guatemala al ofrecerles apoyo en asistencia técnica, en fincas productoras de café convencional y orgánico. Él cuenta que lo ideal es que el análisis fitosanitario lo realicen técnicos expertos y que inicie desde la evaluación y recolección de muestras. (GRIND, 2014)

Adicionalmente, no hay una frecuencia establecida con la que deba realizarse este análisis, pero es importante considerarlo si no se tiene certeza de qué está afectando el rendimiento y la calidad de la producción. (GRIND, 2014)

### **1.9.16 Concepto de Umbral económico de daño**

Umbral de Daño Económico (UDE). El cual establece la densidad de la plaga a la cual la reducción del ingreso económico o pérdida debido al daño ocasionado por la plaga se iguala al costo de controlarla.

Cuando el costo de realizar el control sea mayor al daño ocasionado por la plaga la decisión más sensata será no realizar ningún control, pero continuar realizando monitoreos para controlar el crecimiento y desarrollo de la plaga dentro del cultivo.

En los casos en los cuales la densidad de la plaga pueda generar daños que ocasionen pérdidas que superen o igualen el costo del control, se recomienda realizar el tratamiento a fin de disminuir esas pérdidas.



## CAPÍTULO II

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 LOCALIZACIÓN

##### 2.1.1 Zona de estudio

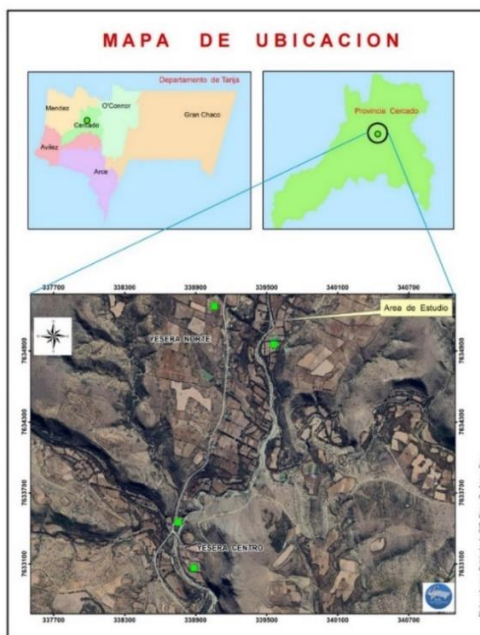
El presente trabajo de investigación se realizó en las comunidades de Yesera Norte y Yesera Centro, perteneciente al municipio de Tarija, de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

La comunidad de Yesera Norte se ubica 40 km al norte de la ciudad de Tarija, mientras que Yesera Centro se ubica 35 km al norte de la ciudad de Tarija.

##### 2.1.2 Ubicación geográfica

Se encuentra entre un área en la cual tiene como coordenada 21°24'39'' de LS - 64°33'02'' LW y 21°21'58'' de LS -64°33'02'' LW con 2,321 msnm

**FIGURA N° 18 Ubicación**



**Fuente:** Gabinete SIG

### 2.1.3 Principales características de la zona de estudio

#### 2.1.3.1 Clima

Tiene un clima templado, la temperatura promedio oscila entre los 8°C y 25°C, en ciertas temporadas el territorio es surcado por vientos fríos del sur que producen descensos bruscos de temperatura. Estos vientos son conocidos como surazos.

#### 2.1.3.2 Temperatura

En forma general el clima de la zona, se presenta con una temperatura media anual de 15-10° C, la máxima media de 22, 3° C, mínima de 2, 2° C.

#### 2.1.3.3 Precipitación

La precipitación se caracteriza por periodos relativamente cortos de lluvias (noviembre-abril), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (mayo-octubre), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua. Se puede decir que la máxima precipitación de la zona de estudio es de 658,4 mm

**TABLA N° 13          Resumen climatologico**

RESUMEN CLIMATOLOGICO														
Período Considerado: 1977 - 2022														
Estación: YESERA NORTE														
Provincia: CERCADO														
Departamento: TARIJA														
											Latitud S.:		21° 22' 20"	
											Longitud W.:		64° 33' 03"	
											Altura:		2.277 m.s.n.m.	
Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	22,9	22,0	21,7	21,7	21,8	22,1	21,4	22,2	22,6	23,1	22,8	23,3	22,3
Temp. Min. Media	°C	12,4	11,8	11,2	8,7	4,9	2,9	2,3	3,9	6,7	10,0	11,2	12,4	8,2
Temp. Media	°C	17,7	16,9	16,5	15,2	13,3	12,5	11,9	13,0	14,6	16,5	17,0	17,8	15,2
Temp.Max.Extr.	°C	37,0	33,0	35,0	34,0	34,5	33,5	39,0	34,0	37,0	35,0	35,5	36,0	39,0
Temp.Min.Extr.	°C	3,5	2,0	3,0	-3,0	-5,5	-6,5	-10,0	-7,0	-5,0	-3,0	-2,0	1,0	-10,0
Días con Helada		0	0	0	1	4	7	10	6	3	0	0	0	30
Humed. Relativa	%	74,3	76,9	77,0	75,4	65,5	53,5	54,6	55,1	58,0	64,5	68,5	73,0	66
Nubosidad Media	Octas	5	5	5	4	3	2	2	2	2	4	4	5	3
Precipitación	mm	153,2	130,0	98,1	29,7	5,1	1,4	2,3	4,5	8,9	37,4	66,2	121,5	658,4
Pp. Max. Diaria	mm	69,0	73,0	97,0	55,0	13,5	12,5	34,0	32,2	15,0	35,0	50,0	71,0	97,0
Días con Lluvia		13	12	11	6	2	1	1	1	2	6	9	12	76
Velocidad del viento	km/hr	9,0	9,0	10,2	10,8	11,6	11,6	13,2	13,5	13,3	12,7	11,2	9,5	11,3
Dirección del viento		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

**Fuente:** SEHAMI (2023)

#### **2.1.3.4 Altitud y relieve topográfico**

La altitud de la comunidad de Yesera es muy variada por encontrarse en la zona de la cordillera Oriental, y varía entre 2.470 y 2.580 msnm.

Las serranías a nivel de paisaje son altas, medias y bajas, de formas elongadas con cimas redondeadas, irregulares, cuyas divisorias de aguas son perfectamente discernibles; la disección varía de moderada, fuerte a muy fuerte, donde las pendientes varían desde fuertemente escarpado de 30 a 60 por ciento a extremadamente escarpado menor que 60 por ciento.

#### **2.1.3.5 Suelos**

Los suelos del área de influencia, están caracterizados en unidades fisiográficas bien definidas, el material parental de los suelos, en su mayoría es procedente de rocas del periodo Triásico y Cretácico, encontrándose en su litología formada por areniscas, lutitas y limonitas. Las características físicas de los suelos van variando de acuerdo a la posición fisiográfica en que se encuentren, pero de manera general se puede decir que los suelos ubicados en los complejos montañosos son poco profundos, generalmente tiene un contacto lítico próximo y se evidencia presencia de afloramientos rocosos, siendo su textura de pesada mediana. Los suelos ubicados en la zona de piedemonte y terrazas aluviales son moderadamente profundos, particularmente en las terrazas sobresalientes. (Burgos, 2021)

#### **2.1.3.6 Vegetación de la zona**

La vegetación que se presenta en ambas comunidades es amplia, con plantas forestales, frutales, hortalizas, cereales y forrajes, los cuales se mencionan en las siguientes tablas

**TABLA N° 14 Vegetación en Yesera Norte y Yesera Centro**

<b>HORTALIZAS</b>			<b>FRUTALES</b>		
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
<b>Lechuga</b>	<i>Lactuca sativa</i> L.	Compositae	Duraznero	Prunus persica (L.) Batsch	Rosaceae
<b>Papa</b>	<i>Solanum</i> <i>tuberosum</i> L.	Solanaceae	Ciruelo	Prunus domestica L.	Rosaceae
<b>Cebolla</b>	<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae	Manzano	Malus domestica Borkh	Rosaceae
<b>Arveja</b>	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae	Pera	Pyrus communis L.	Rosaceae
<b>Tomate</b>	<i>Lycopersicum</i> <i>esculentum</i> Mill	Solanaceae	Vid.	Vitis vinífera L	Vitaceae
<b>Acelga</b>	<i>Beta vulgaris</i> L. var, <i>cicla</i> L.	Chenopodiaceae	Guindo	Prunus cerasus L.	Rosaceae
<b>Haba</b>	<i>Vicia faba</i> L.	Leguminosae			

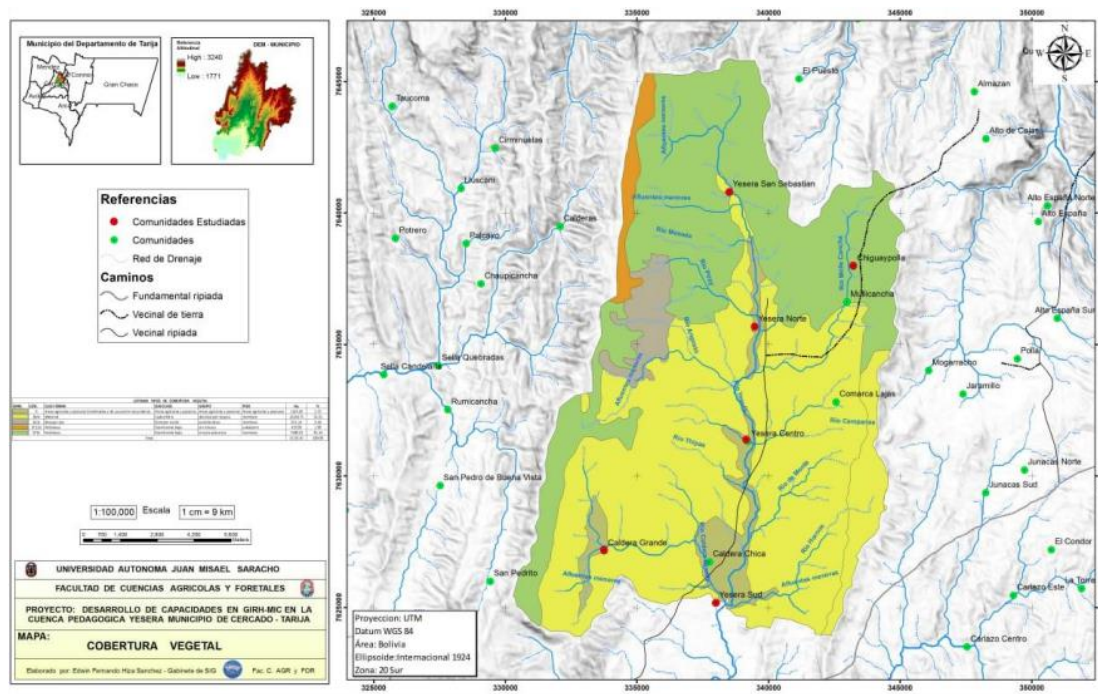
FORESTALES			CEREALES Y FORRAJES		
Nombre comun	Nombre científico	Familia	Nombre común	Nombre científico	Familia
<b>Sauce lloron</b>	<i>Salix babilónica L.</i>	Salicaceae	Maíz	<i>Zea mays L.</i>	Poaceae
<b>Nogal</b>	<i>Juglans regia L.</i>	Juglandaceae	Avena	<i>Avena sativa L.</i>	Poaceae
<b>Taco</b>	<i>Prosopis sp.</i>	Leguminosae	Trigo	<i>Triticum aestivum L.</i>	Poaceae
<b>Molle</b>	<i>Schinus molle L.</i>	Anacardiaceae	Alfalfa	<i>Medicago sativa L.</i>	Leguminosae
<b>Churqui</b>	<i>Acacia caven (Molina) Molina .</i>	Leguminosae	Cebada	<i>Hordeum sp.</i>	Poaceae
<b>Pino</b>	<i>Pinus sp.</i>	Pinaceae			
<b>Eucalipto</b>	<i>Eucalyptus sp</i>	Myrtaceae			

**Fuente:** Elaboración propia

La cobertura vegetal es poco densa. Varía desde la paja, pastos y musgo que se encuentran en las partes altas de las sub cuencas y entre las cotas 2.700 y 3.000, hasta superficies ampliamente expuestas en que se tienen generalmente árboles aislados. La vegetación corresponde a un clima o piso ecológico de Tierras Altas, con variaciones

de los pisos ecológicos que llegan en la parte media hasta el bosque espinoso montano bajo subtropical. Localmente, especialmente a lo largo de los cauces, se tienen pequeñas áreas antropizadas. La agricultura bajo riego complementario alcanza a superficies restringidas por la topografía, siempre concentradas alrededor de los cursos de agua. Por lo tanto, la mayor parte de los suelos no cuenta con riego y hay varios terrenos que requieren de rehabilitación. Además, un fuerte porcentaje de las tierras sin posibilidades de riego, no tiene posibilidad de aprovechamiento agrícola por las abruptas pendientes, la aridez y el suelo muy pedregoso. (MMAyA & U.A.J.M.S, 2018, citado por Jiménez, 2019)

**FIGURA N° 19 Vegetación**



**Fuente:** CPY de UAJMS

## 2.2 MATERIALES

### a) Materiales de campo

- Bolsas plásticas
- Libreta de registros
- Navaja
- Papel periódico
- Conservador de muestras
- Cámara fotográfica
- Lupa
- Pala de muestreo
- Tijera de poda

### b) Material Biológico

Planta de frutilla de la variedad: San Andreas

### c) Gabinete

- Computadora
- Papelería
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Paquetes de office

### d) Material de laboratorio

- Lupa de aumento 4X
- Microscopio óptico
- Cajas Petri
- Claves taxonómicas
- Papel toalla
- Vasos precipitados
- Cámaras de flujo laminado
- Pinzas
- Bisturí
- Manzana de incubación

- Platos desechables con tapa
- Pizeta
- Agujas histológicas
- Mechero
- Porta objeto
- Cubre objeto
- Azul de metileno
- Papel film
- Medio de cultivo PDA
- Lavandina
- Agua destilada
- Tamiz
- Embudo
- Manguera
- Papel filtro
- Navaja
- Agitador eléctrico
- Varilla
- Balanza
- Microondas
- Estufa
- Auto clave
- Bolsa nailon
- Frascos
- Conservadora
- Alcohol 70° y 96°
- Clips dobles metálicos
- Soporte universal de laboratorio
- Soporte para embudo

## **2.3 METODOLOGÍA**

### **2.3.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación utilizado para este trabajo de investigación fue el método descriptivo, tomando en cuenta que se encarga de puntualizar las características de la población de patógenos en estudio.



Los aspectos cualitativos se realizaron en la etapa de laboratorio durante la identificación de plaga o enfermedades en la frutilla, identificándolo en laboratorio y describiendo las características que tiene el agente causal.

Los aspectos cuantitativos se contemplaron al momento de diagnosticar el grado de daño causado en el cultivo de frutilla, donde se observaron variables de incidencia y severidad causada por las plagas o enfermedades,

El trabajo fue realizado en dos etapas que fueron: de campo y de laboratorio.

### **2.3.2 Etapa de campo**

En parcelas Yesera Norte y Yesera Centro se realizaron muestreos de plantas de frutilla que presentaban anomalías o signos de presencia de plagas o enfermedades, para posteriormente llevarlas a laboratorio y procesarlos de acuerdo a protocolos de identificación de plagas. Así mismo, posteriormente se evaluó los niveles de Incidencia y Severidad.

Las muestras se colocaron en una bolsa con una etiqueta con la siguiente información:

#### a) Datos personales

- Nombre del recolector
- Comunidad
- Fecha de recolección

#### b) Datos de la muestra

- N.º de la muestra
- Procedencia
- Órgano de la planta

De igual manera se realizó un muestreo de suelos en cada parcela principalmente para determinar el pH.

### **2.3.2.1 Muestreo**

Para la obtención de muestras se aplicó el muestreo dirigido, el cual consiste en recorrer la totalidad de las parcelas en busca de plantas que manifiesten síntomas de ataque de plagas.

### **2.3.2.2 Planeamiento de frecuencia de monitoreo**

El monitoreo de las parcelas en busca de plagas y enfermedades en el cultivo de frutilla se realizó cada 15 días.

**TABLA N° 15      Recoleccion De Muestras**

ACTIVIDADES	AGOSTO					SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE					DICIEMBRE				ENERO							
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4				
FECHAS DE SALIDAS AL CAMPO	03	10	17	24	31	07	14	21	28	04	11	18	25	01	08	15	22	29	06	13	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22
MONITOREO PARCELAS YC1 YC2																														
MONITOREO PARCELAS YN1 YN2																														
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ALTERNARIA			☼		☼			☼																						
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE OIDIO																					☼		☼		☼				☼	
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PESTALOTEA																	☼											☼		
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PHITOPTORA																												☼		
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE PULGONES									☼		☼																			
MUESTREO DE SUELO PARA NEMATODOS											☼				☼													☼		

FUENTE : Elaboracio propia

**TABLA N° 16      Analisis de laboratorio**

ACTIVIDADES	AGOSTO				SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBR E				DICIEMBRE					ENERO							
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4				
FECHAS DE LABORATORIO	0	1	1	2	0	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1	1	2	0	0	1	2	2	0	1	1	2	0	1	1	2
	4	1	8	5	1	8	5	2	9	6	3	0	7	3	0	7	4	1	8	5	2	9	5	2	9	6				
CAMARA HUMEDA																														
IDENTIFICACION DE ALTERNARIA			☼																											
IDENTIFICACION DE OIDIO																	☼													
IDENTIFICACION DE PESTALOTIA												☼								☼										
IDENTIFICACION DE PHITOPTORA																										☼				
CULTIVO EN MANZANA														☼						☼										
CULTIVO EN PDA 2%																					☼					☼				
IDENTIFICACION DE PULGONES								☼																						
EMBUDO DE BAERMAN												☼				☼				☼										

FUENTE: Elaboración propia

### 2.3.2.3 Parcelas de investigación

Para la recolección de datos se tomó en cuenta los siguientes parámetros de cada parcela observados en la tabla:

Cabe señalar que estas parcelas tienen plantaciones ya definidas antes de este estudio con plantas de variedad de San Andrea

**TABLA N° 17 Datos de parcelas en estudio**

<b>N°</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>SIGLA</b>	<b>N° DE PLANTAS</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>PROPIETARIO</b>
<b>1</b>	Yesera norte	YN1	168	140 m <sup>2</sup>	Candy Colque
<b>2</b>	Yesera norte	YN2	326	287 m <sup>2</sup>	Fanor Girón
<b>3</b>	Yesera centro	YC1	509	189 m <sup>2</sup>	Jorge Castillo
<b>4</b>	Yesera centro	YC2	476	238 m <sup>2</sup>	Cimar Tárraga

El periodo de evaluación fitosanitaria de este trabajo fue realizado entre los meses de agosto de 2023 a enero del 2024, etapa en la cual se procedió a realizar el monitoreo de las parcelas indicadas y la identificación de plagas y enfermedades tanto en parcela como en laboratorio.

### 2.3.3 Etapa de laboratorio

Una vez llegadas las muestras al laboratorio de Fitopatología y Cultivo *in vitro* se realizó el diagnóstico de plagas y/o enfermedades empleando las siguientes metodologías.

### **2.3.3.1 Metodología de laboratorio**

Para la identificación agentes patogénicos se desarrolló los siguientes métodos:

- a) Cámara húmeda
- b) Cultivo en Pulpa de Manzana
- c) Cultivo en PDA 2%
- d) Embudo de Baerman

### **2.3.3.2 Cámara húmeda.**

Después de la recolección de las muestras vegetales, estas fueron trasladadas al laboratorio, donde se procedió a retirarlas con sumo cuidado de las bolsas de plástico para evitar daños. Seguidamente, se llevó a cabo un proceso de acondicionamiento que incluyó un lavado preliminar de los tejidos afectados, en agua corriente, luego se procedió a enjuagar con agua destilada para garantizar la eliminación de saprófitos de la superficie de los tejidos. Finalmente se introdujeron las muestras en una cámara húmeda.

Seguidamente se preparó las cámaras húmedas, las que consisten en disponer de un recipiente hermético con alta humedad en su interior (con papel toalla humedecido con agua destilada). El propósito de este ambiente controlado fue proporcionar condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo del agente patógeno presente en las muestras. Este proceso se llevó a cabo durante un período de 48 a 72 horas, permitiendo así que el agente patógeno prospere y se desarrollen adecuadamente, lo que facilita su posterior aislamiento, identificación y estudio en el laboratorio.

### **2.3.4 Método de aislamiento por incubación en manzana**

Para confirmar la presencia de *Phytophthora*, se llevó a cabo el método de diagnóstico conocido como incubación en manzana. Este procedimiento implica la inserción de muestras dentro de orificios realizados en la pulpa de las manzanas. Se insertaron fragmentos de raíces provenientes de las plantas que mostraban síntomas asociados con la presencia de *Phytophthora*. Una vez

que los fragmentos de raíces se colocaron en los orificios de las manzanas, se cubrieron las muestras con plastifilm para crear un entorno aislado del exterior. Esta cubierta plástica permitió proporcionar las condiciones adecuadas para el desarrollo del patógeno. El ambiente aislado creado por el plastifilm facilitó el crecimiento y la propagación de *Phytophthora* en la pulpa. Este método fue descrito por Fox en 1993

### **2.3.5 Cultivo en PDA**

Papa Dextrosa Agar (PDA) es un medio de cultivo nutritivo no selectivo que favorece el desarrollo exuberante de hongos y levaduras. El agar es el agente solidificante. Es diferencial en base a la producción de pigmentos por los microorganismos que crecen en el mismo.

Puede lograrse un medio selectivo si al medio de cultivo una vez esterilizado se lo lleva a pH final:  $3.5 \pm 0.2$  mediante el agregado de ácido tartárico.

Para el desarrollo y aislamiento de *Phytophthora* en PDA se realizó el muestreo de plantas con síntomas del ataque de *Phytophthora* las que se llevaron a laboratorio de para su desinfección, deshacerse de todos los saprofitos, y una vez se observada la raíz rojiza se dividió en trozos para inocular en PDA dispensado en cajas de Petri, todo ello dentro una cabina de flujo laminar.

### **2.3.6 Metodo de extraccion de nematodos embudo Baermann**

Un buen ejemplo, en donde se requiere que los nematodos se muevan a través de la muestra para su extracción, es el embudo de Baermann. Existen varias modificaciones del método original, en donde básicamente han sido reemplazados algunos componentes por otros más eficientes. Los requerimientos básicos de esta técnica consisten en un embudo de vidrio o de plástico de tamaño mediano. En su parte inferior se le ajusta una manguera de hule suave, que se cierra mediante una pinza de presión tipo Mohr. El embudo se coloca en un soporte y se llena con agua potable. Posteriormente, pequeñas cantidades de suelo (50 – 100 cc), material vegetal u otro

tipo de materia orgánica, son colocadas dentro de un frasco cubierto de papel filtro con un soporte de una liga, la cual se sumerge suavemente en el agua del embudo. Una de las variantes que se puede implementar consiste en colocar a pocos milímetros del borde superior del embudo, un cedazo o malla de alambre cuya función es soportar la muestra, la que es vertida sobre tela o papel, cuya consistencia, textura y porosidad puede variar. (Davis, 2013)

### **2.3.7 Método análisis en laboratorio para plagas**

En los recorridos de campo se procedió a la obtención de muestras de plantas afectadas por plagas, las cuales fueron cuidadosamente envasadas en bolsas plásticas tipo Ziploc para garantizar su integridad durante el transporte.

En el laboratorio, se llevó a cabo un proceso de diagnóstico clínico, el cual comprendió la observación minuciosa de las muestras, incluyendo la detección de síntomas característicos y la identificación de posibles agentes causales. Este análisis se realizó mediante la comparación de los rasgos morfológicos y ontogénicos de las plagas presentes en las muestras con claves taxonómicas previamente establecidas.

El uso de claves taxonómicas permitió una identificación precisa y confiable de las plagas presentes en las muestras analizadas. Este proceso es fundamental para comprender la naturaleza de la infestación y diseñar estrategias de control y manejo específicas y efectivas.

## **2.4 VARIABLES EN ESTUDIO**

### **2.4.1 Nivel de Incidencia.**

Para cada plaga y patógeno identificado esta variable se evaluó tomando en cuenta el número de plantas afectadas por la plaga y/o la enfermedad con relación al total de plantas de la parcela, y con ayuda de la fórmula se determinó el % de incidencia, tal como lo demuestra la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Incidencia} = (N.^{\circ} \text{ de plantas afectadas} / N.^{\circ} \text{ de plantas totales})$$

\*100



#### **2.4.2 Nivel de Severidad.**

Este porcentaje se lo determino en base al área afectada por la plaga y/o enfermedad en el órgano afectado. Para el índice de severidad se aplicó la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de severidad} = (\text{Área de tejido afectado} / \text{Área total del individuo en estudio}) * 100$$

#### **2.5 PROPUESTA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Una vez identificada la plaga y enfermedad y de acuerdo a la evaluación fitosanitaria se procedió a proponer recomendaciones técnicas para el control fitosanitario, con los tratamientos más recomendados.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS

Durante todo el periodo de investigación se han logrado identificar 6 plagas afectando a las parcelas de frutilla de las comunidades bajo estudio (4 hongos fitopatógenos, 1 oomicete y 1 insecto), dichas plagas se describen a continuación.

##### 3.1.1 *Alternaria* (*Alternaria sp.*)

##### 3.1.1.1 Síntomas de la enfermedad

**FIGURA N° 20 Síntoma observado en las hojas de frutilla**

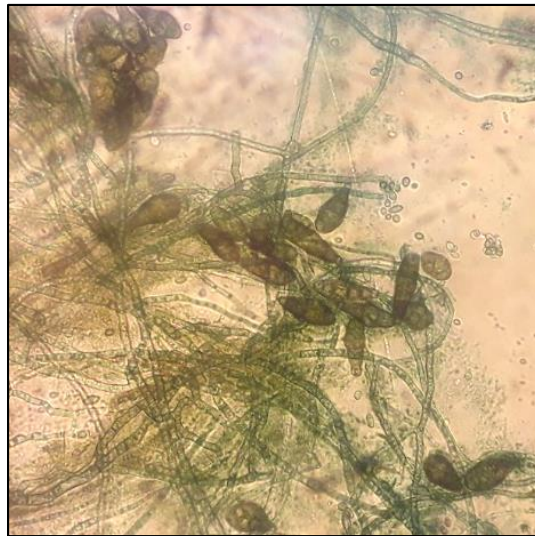


La detección de los síntomas se produjo al constatar la presencia de hojas con una pigmentación rojiza y blanquecina, acompañada de necrosis en los márgenes foliares, evidenciando un estado patológico claramente discernible en el contexto del ensayo experimental. En respuesta a esta observación, se procedió a la recolección de muestras foliares con el propósito de someterlas a un protocolo de procesamiento en laboratorio, el cual incluyó su acondicionamiento en una cámara húmeda para asegurar la preservación de las muestras durante el análisis subsiguiente.

### 3.1.1.2 Análisis de laboratorio

El método empleado para llevar a cabo esta identificación fue el de la cámara húmeda, seguido de una observación posterior bajo el microscopio.

**FIGURA N° 21 Conidios De Alternaría, Observado En Microscopio 40x**



### 3.1.1.3 Descripción morfológica

Como podemos observar en la microfotografía, se advierte la presencia de conidios septados transversal y tangencialmente los cuales corresponden a Alternaria, de manera análoga al descrito por Barnett (s/a).

Así mismo (Silisque, 2004) indica que Alternaría es un patógeno que está presente en campos de cultivo en Erquiz, San Lorenzo y Coimata

### 3.1.1.4 Taxonomía

Reino:	<u>Fungi</u>
División:	<u>Ascomycota</u>
Subdivisión:	<u>Pezizomycotina</u>
Clase:	<u>Dothideomycetes</u>
Orden:	<u>Pleosporales</u>
Familia:	<u>Pleosporaceae</u>
Género:	<i>Alternaria sp</i>

**Fuente:** (Wikipedia, 2024)

### 3.1.2 Oidio (*Oidium sp*)

#### 3.1.2.1 Síntomas de la enfermedad

El diagnóstico preliminar de oídio, se confirmaron los síntomas que incluían la presencia de un recubrimiento ceniciento sobre la superficie de las hojas, así como el enrollamiento de las mismas, acompañado de manchas de color morado en las hojas de la frutilla.

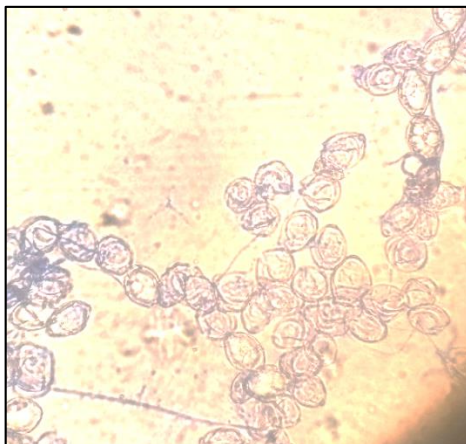
**FIGURA N° 22 Signo de oidio**



Los micelios fueron examinados bajo una lupa para su observación detallada.

### 3.1.2.2 Análisis de laboratorio

**FIGURA N° 23 Oidio de la Frutilla (*Oidium* sp.)**



Conidios libres (40x)

### 3.1.2.3 Descripción morfológica

Bajo el microscopio, el oidio muestra micelio, que se esparce sobre la planta. el hongo desarrolla hifas especiales para reproducirse, llamados conidióforos, siendo estas estructuras especializadas que produce y sostiene conidios.

Estas hifas producen unas esporas asexuales, llamadas conidios estas esporas son importantes para la reproducción y dispersión de los organismos que las producen, que se sueltan en el aire y ayudan a que la enfermedad se extienda.

De tal manera que se puede observar bibliografía consultada del INTA de argentina 2021

Para verificar la información, es fundamental consultar el estudio realizado por Gonzales en 2017, del Instituto de Luján en Buenos Aires. En este estudio, se observó la presencia de oidio en plantas de fresa, presentando los mismos síntomas y descripción morfológica que se han observado en el caso reportado.

### 3.1.2.4 Taxonomía

**Reino:** Fungi

**Filo:** Ascomycota

**Clase:** Leotiomycetes

**Subclase:** Leotiomycetidae

**Orden:** Erysiphales

**Familia:** Erysiphaceae

**Género:** Oidium

**Fuente:** (Wikipedia, 2024)

### 3.1.3 Pestalotia (*Pestalotia sp.*)

#### 3.1.3.1 Síntomas de la enfermedad

**FIGURA N° 24** Síntoma observado de pestalotia



Las plantas de frutilla exhibieron síntomas característicos de la infección por el patógeno *Pestalotia*, que incluían la aparición de puntuaciones oscuras en la lámina foliar, seguidas de una decoloración interna (blanca) en las puntuaciones.

Así mismo se observó las mismas puntuaciones en los márgenes de las hojas foliares de tonalidad blanquecina acompañados de clorosis.



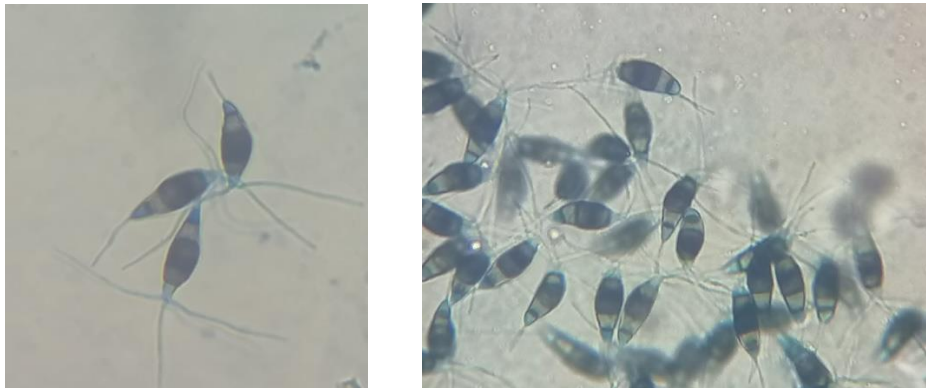
### 3.1.3.2 Análisis de laboratorio

**FIGURA N° 25 Acervulos en las hojas**



Lesiones necróticas de color marrón con acérvulos negros en las hojas.

**FIGURA N° 26 Pestalotia bajo microscopio**



### 3.1.3.3 Descripción morfológica

Pestalotia produce conidios (esporas asexuales) como se observa en la microfotografía de la Fig. 26. Bajo el microscopio, los conidios de Pestalotia pueden aparecer como estructuras unicelulares se puede observar de igual manera que son flageladas, y su

color puede variar de transparente a marrón oscuro, dependiendo del estado de madurez.

Las características de *Pestalotia* (*Pestalotia* sp.) descritas en nuestras muestras se corresponden a los reportados por Intagri, en parcelas de frutilla de Uruguay.

#### **3.1.3.4 Taxonomía**

Reino:	Fungi
Phylum:	Ascomycota
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Amphisphaeriales
Familia:	Sporocadaceae
Género:	Pestalotiopsis
Especie:	<i>Pestalotia</i> sp.

**Fuente:** (CESAVEM, 2017)

### **3.1.4 Phytophthora (*Phytophthora cactorum*)**

#### **3.1.4.1 Síntomas de la enfermedad**

Los síntomas presenciados en las parcelas fueron que las plantas de frutilla afectadas por *Phytophthora* muestran síntomas evidentes de deterioro. Sus hojas se marchitaron, adquiriendo tonalidades amarillentas o marrones, de manera repentina. Además, la base de la planta, conocida como corona, donde convergen el tallo y las raíces, exhibe un estado preocupante: se torna blanda, oscura y se descompone fácilmente, especialmente cerca del suelo. Un indicador adicional de la infección por *Phytophthora* es el enrojecimiento que se observa al realizar un corte transversal en las raíces afectadas. Estos síntomas revelan el impacto devastador que este patógeno puede tener en las plantas de frutilla.

**FIGURA N° 27 Sintoma observado de Phytophthora**



**FIGURA N° 28 Raiz rojiza de la Phytophthora**



### 3.1.4.2 Analisis de laboratorio

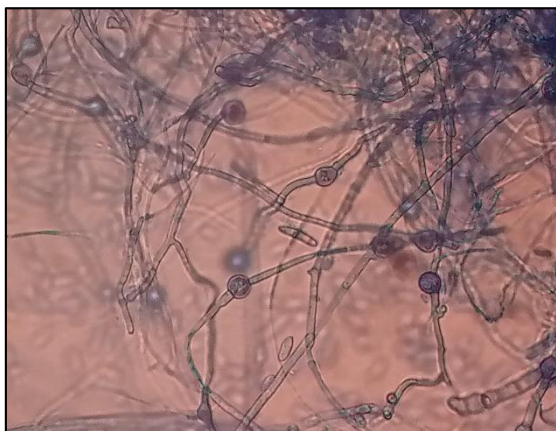
**FIGURA N° 29**

**Zoosporangio observado bajo microscopio**



**FIGURA N° 30**

**Oosporas observados bajo microscopio**



### 3.1.4.3 Descripción morfológica

*Phytophthora fragariae* presenta una morfología caracterizada por micelio ramificado, esporangióforos con esporangios que contienen zoosporas flageladas, y la capacidad de formar clamidosporas como estructuras de resistencia. Estas características son importantes para su identificación y comprensión de su ciclo de vida y su patogenicidad en las plantas de fresa.

De acuerdo con los registros del programa EMPODERAR y el MDRT 2019, se ha constatado la presencia de la enfermedad en la región de Santa Cruz. Asimismo, investigaciones previas, como el estudio de Silisque en 2004, han identificado la misma enfermedad en áreas específicas de San Lorenzo y Coimata.

### 3.1.4.4 Taxonomía

Reino: Straminipila

Filo: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Peronosporales

Familia: Pythiaceae

Género: Phytophthora

Especie: Cactorum

### 3.1.5 Nematodos (*Meloidogyne sp.*)

#### 3.1.5.1 Síntomas de enfermedad

FIGURA N° 31 Síntoma observado en parcela



En la parcela de Yesera Centro se detectó un síntoma al observar el declive vegetal, evidenciado por un ataque que resultó en el marchitamiento progresivo y la eventual necrosis de las plantas afectadas. La manifestación de este deterioro puede atribuirse a



una combinación de factores bióticos y abióticos, que podrían incluir la presencia de patógenos Fito patógenos, condiciones ambientales favorables para tales

**FIGURA N° 32 Nematodo bajo microscopio**



Cuando se menciona el género "Meloidogyne", se refiere a un género de nematodos fitoparásitos comúnmente conocidos como nematodos de las raíces o nematodos agalladores. Estos nematodos son especialmente dañinos para las plantas ya que se alimentan de sus raíces, causando deformaciones y agallas en ellas, lo que afecta seriamente su capacidad de absorción de nutrientes y agua.

### **3.1.5.2 Descripción morfológica**

El aparato bucal de Meloidogyne, al igual que en otros nematodos fitoparásitos, está especializado para alimentarse y penetrar en las células de las raíces de las plantas huésped. Se compone de un estilete bucal o esófago estilete, una estructura en forma de aguja que perfora las células de las raíces y extrae los nutrientes. Los adultos de Meloidogyne tienen una longitud promedio de 0.5 a 2 milímetros, siendo los juveniles más pequeños y delgados. En general, estos nematodos son translúcidos, dificultando su detección a simple vista. Una característica distintiva de Meloidogyne es su habilidad para inducir la formación de agallas en las raíces de las plantas huésped. Estas agallas son el resultado de una proliferación celular desencadenada por la actividad alimentaria y reproductiva de los nematodos en el tejido radicular.

Se puede corroborar que los nematodos atacan a frutilla por la bibliografía observada en Chile

Este nematodo es conocido como el “nematodo de la raíz”, tiene una amplia distribución en Chile y afecta además de frutilla, muchas especies hortícolas y 50 frutales. Es frecuente encontrar a este nematodo asociado a ataques de hongos de suelo como son *Verticillium*, *Fusarium* y *Phytophthora* (Gonzalez 2007 citado por Onudi, 2015)

### 3.1.5.3 Taxonomía

Reino: Animalia

División: Nematoda

Clase: Secernentea

Orden: Tylenchida

Familia: Meloidogynidae

Género: Meloidogyne

**Fuente:** (Wikipedia, 2024)

## 3.2 IDENTIFICACIÓN DE PLAGA PRESENTE EN LA FRUTILA

### 3.2.1 Pulgones (*Chaetosiphon fragaefolii*)

#### 3.2.1.1 Síntomas de la plaga

Los pulgones son pequeños insectos que se alimentan de la savia de las plantas, y pueden causar daños significativos si no se controlan. Pueden debilitar las plantas, reducir el rendimiento de la fruta y transmitir enfermedades.

**FIGURA N° 33 Pulgones bajo Lupa**

Daño por succión de la savia, deteniendo el crecimiento de las plantas y lo más importante es que a través de esta acción transmite virosis, el clima seco favorece el desarrollo de nuevas poblaciones

#### **3.2.1.2 Descripción morfológica**

Los áfidos *Chaetosiphon fragaefolii* presentan un tamaño reducido, generalmente oscilando entre 1 y 2 mm de longitud. Exhiben una tonalidad de verdes claras, así como amarillo. Su morfología se caracteriza por un cuerpo ovalado y suave, dotado de seis patas largas y delgadas en la región anterior, con una conformación que semeja una pequeña pera o un grano de arroz. En el ápice craneal, se evidencian un par de antenas largas y finas, casi equiparables en longitud al cuerpo del áfido, empleadas en la detección de compuestos químicos ambientales, comunicación e identificación de fuentes de alimento. Poseen un dispositivo bucal succionador que les permite atravesar la epidermis vegetal y nutrirse de la savia, conformado por un estilo penetrante y dos estiletes. En la región posterior, exhiben un par de sifones, estructuras tubulares



protuberantes utilizadas en la excreción de líquidos y como táctica defensiva ante predadores.

Se puede verificar en la bibliografía que concuerda con la descripción del pulgón (*Chaetosiphon fragaefolii*) según el informe del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina del año 2017.

### 3.2.1.3 Taxonomía

Reino:	Animales
Filo:	Artrópodos
Clase:	Insectos
Orden:	Hemípteros
Suborden:	Esternorrincha
Superfamilia:	Afidoidea
Familia:	Aphididae
Subfamilia:	Aphidinae
Tribu:	Macrosifina
Género:	Quetosifón
Especies:	<i>C. fragaefolii</i>
<b>Fuente:</b>	Wikipedia (2023)

### 3.3 ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL PORCENTAJE DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD

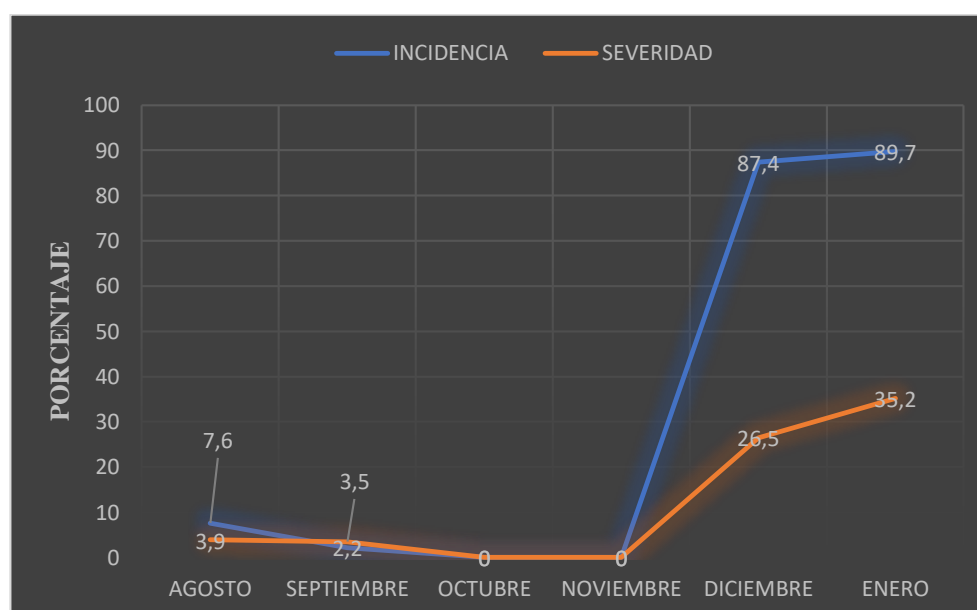
Según a los datos recogidos del porcentaje de incidencia y severidad se observó comportamientos muy variados en las parcelas tanto en los meses de diagnóstico, de esa forma exponemos lo siguiente:

#### 3.3.1 Porcentaje de incidencia y severidad de las plagas y enfermedades

##### 3.3.1.1 Porcentaje de incidencia y severidad de *Alternaria* (YN1)

La figura a continuación muestra la evolución de la enfermedad causada por *Alternaria* (*Alternaria* sp.) en términos de incidencia y severidad en la parcela de Yesera Norte (YN1).

**FIGURA N° 34 Incidencia y Severidad (*Alternaria* sp.)**



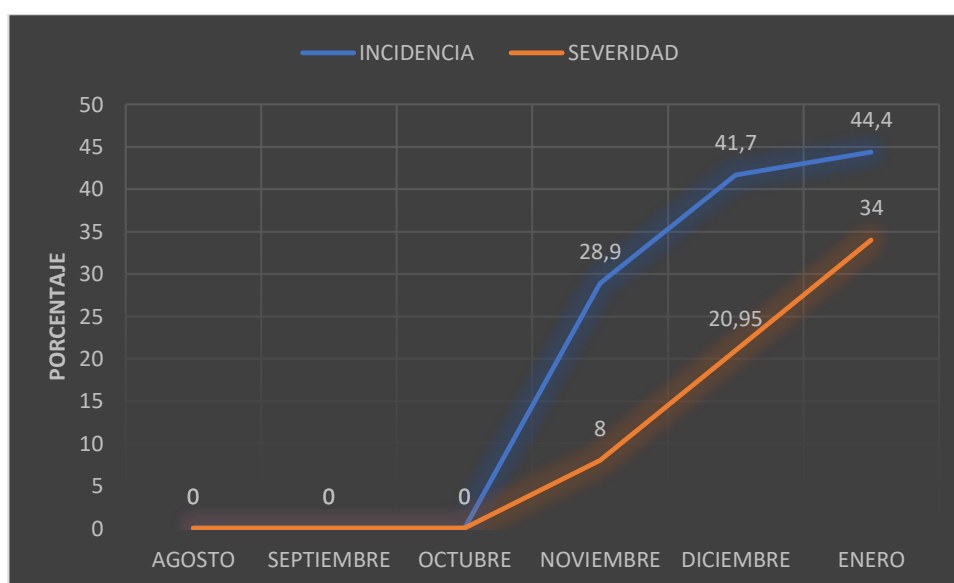
Tras la recolección de datos de incidencia y severidad en la comunidad de Yesera Norte (YN1), se evidencia en el cuadro que durante el mes de agosto se registró una incidencia del 7.6% con una severidad del 3.9%, Posteriormente, en septiembre, la incidencia disminuyó alcanzando un porcentaje del 2.2% con una severidad del 3.5%. En los meses de octubre y noviembre, no se observó la manifestación del hongo. Sin embargo, en diciembre, se detectó un notable aumento en la incidencia, alcanzando un

87.4%, con una severidad del 26.5%. Este incremento en el daño observado continuó en enero, con una incidencia del 89.7% y una severidad del 35.2%.

### 3.3.1.2 Porcentaje de Incidencia y Severidad de Oidio (YN2)

En la figura que sigue se exhibe la progresión de la enfermedad ocasionada por Oídio en cuanto a su incidencia y severidad en la parcela de Yesera Norte (YN2).

**FIGURA N° 35 Incidencia y Severidad de Oidio (YN2)**

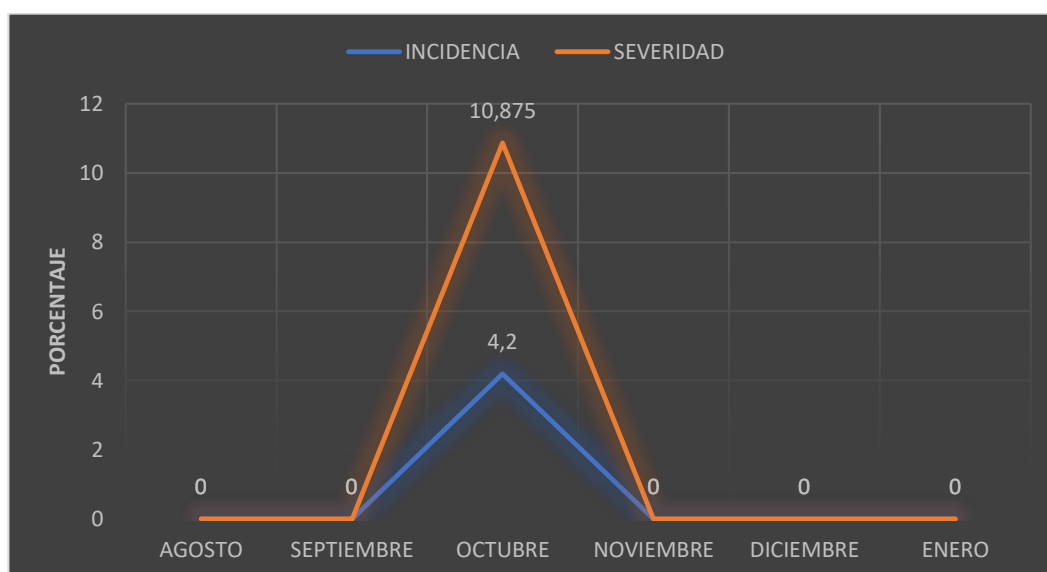


La enfermedad del Oidio se detectó en Yesera Norte (YN2) a partir del mes de noviembre, con una incidencia del 28.9% y una severidad del 8%. Durante diciembre, la incidencia aumentó debido al descuido del productor, alcanzando un 41.7% con una severidad del 20.95%. En enero, los porcentajes siguieron en ascenso, con una incidencia del 44.4% y una severidad del 34%.

### 3.3.1.3 Porcentaje de Incidencia y Severidad de Pestalotia(YN2)

En la figura que sigue se exhibe la progresión de la enfermedad ocasionada por Pestalotia en cuanto a su incidencia y severidad en la parcela de Yesera Norte (YN2).

**FIGURA N° 36 Incidencia y Severidad de Pestalotia(YN2)**

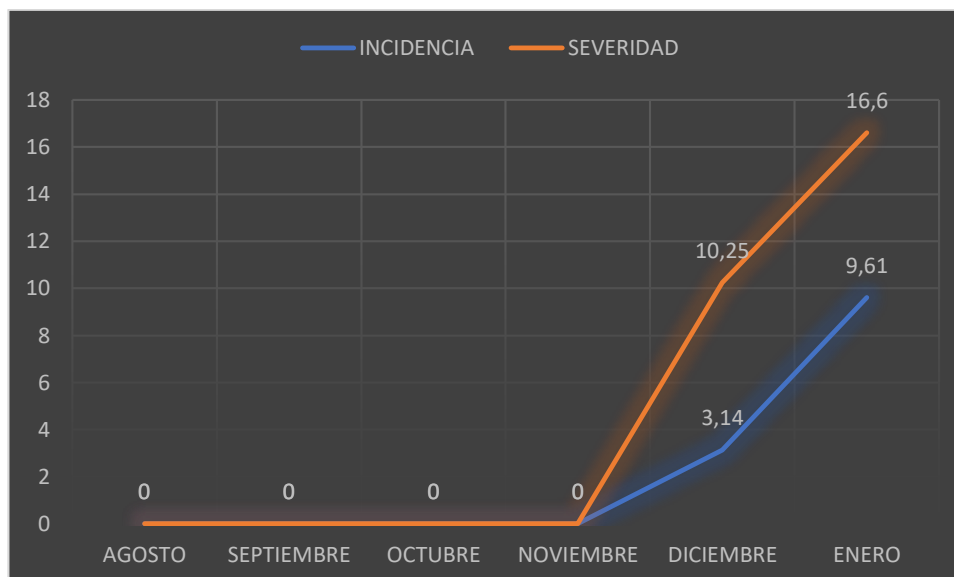


La enfermedad de pestalotia tras la recolección de datos en la parcela de Yesera Norte (YN2) se obtuvo una incidencia de 4.2% y una severidad de 10.87% en el mes de octubre en la una mínima presencia

### 3.3.1.4 Porcentaje de Incidencia y Severidad de Pestalotia (YC1)

En la figura que sigue se exhibe la progresión de la enfermedad ocasionada por Pestalotia en cuanto a su incidencia y severidad en la parcela de Yesera Centro (YC1).

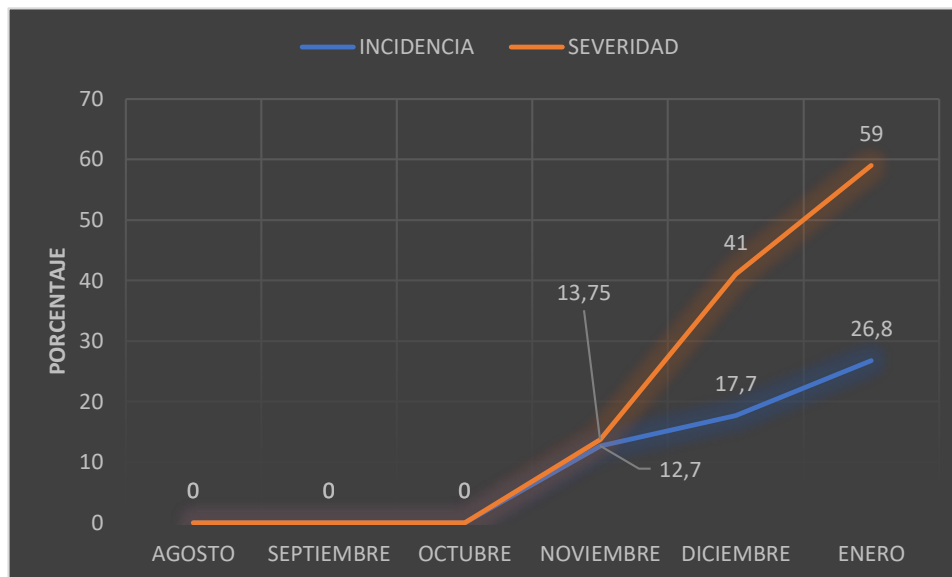
**FIGURA N° 37 Incidencia y Severidad de Pestalotia (YC1)**



La enfermedad de pestalotia tras la recolección de datos en la parcela de Yesera C (YC1) se obtuvo a finales de el mes de diciembre con 31 plantas afectadas que nos da un porcentaje al total de plantas de 10.25% de incidencia y una severidad de 3.14% en mes de enero fue ascendiendo con una incidencia de 16.% y una severidad de 9.61%

### 3.3.1.5 Porcentaje de Incidencia y Severidad de Phytophthora (YC1)

En la siguiente figura se presenta el comportamiento que tuvo la enfermedad de Phytophthora, en relación a la incidencia y severidad en la parcela de Yesera Centro(YC1).

**FIGURA N° 38 Incidencia y Severidad de Phytopthora(YC1)**

Tras las recolección de datos en la parcela de Yesera Centro (YC1) se pudo observar que comenzó en el mes de noviembre con una incidencia de 13.75% y una severidad de 12.7%. En el mes de diciembre fue ascendiendo con una incidencia de 41% y una severidad de 17.7%. En el mes de enero se presentó una incidencia de 26.8% y una severidad de 59%.

### 3.3.1.6 Porcentaje De Incidencia Y Severidad De Phytophthora(YC2)

En la siguiente figura se presenta el comportamiento que tuvo la enfermedad de Phytophthora, en relación a la incidencia y severidad en la parcela de Yesera Centro(YC2).

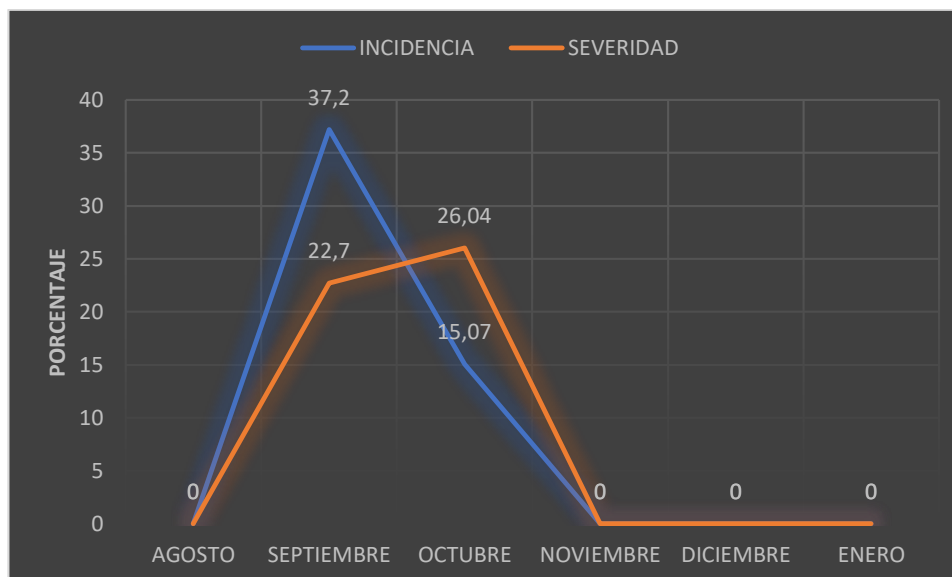
**FIGURA N° 39 Incidencia y Severidad de Phytophora (YC2)**



En la parcela de Yesera Centro(YC2) la manifestacion de este patogeno se observo en el mes de enero con una incidencia de 34.5% y una severidad de 17.8% las cual fue la unica enfermedad identificada en tal parcela por el buen manejo de productor

### 3.3.1.7 Porcentaje de Incidencia y Severidad de Plugones (YN1)

En la siguiente figura se presenta el comportamiento que tuvo la plaga de pulgón, en relación a la incidencia y severidad en la parcela de Yesera Norte(YN1).

**FIGURA N° 40 Incidencia y Severidad Del Pulgon (YN1)**

Tras recolección de datos de incidencia y severidad en la comunidad de Yesera Norte (YN1) se puede observar en el cuadro que en el mes de agosto no se obtuvo presencia de la plaga, posteriormente en el mes de septiembre se obtuvo una incidencia de 37.2% y una severidad de 22.7% y el cultivo comenzó a asimilar los nutrientes, la incidencia del mes de septiembre obtuvo un porcentaje del 2.2% y una severidad de 3.5% en el mes de octubre, noviembre, diciembre y enero no se manifestó la plaga.

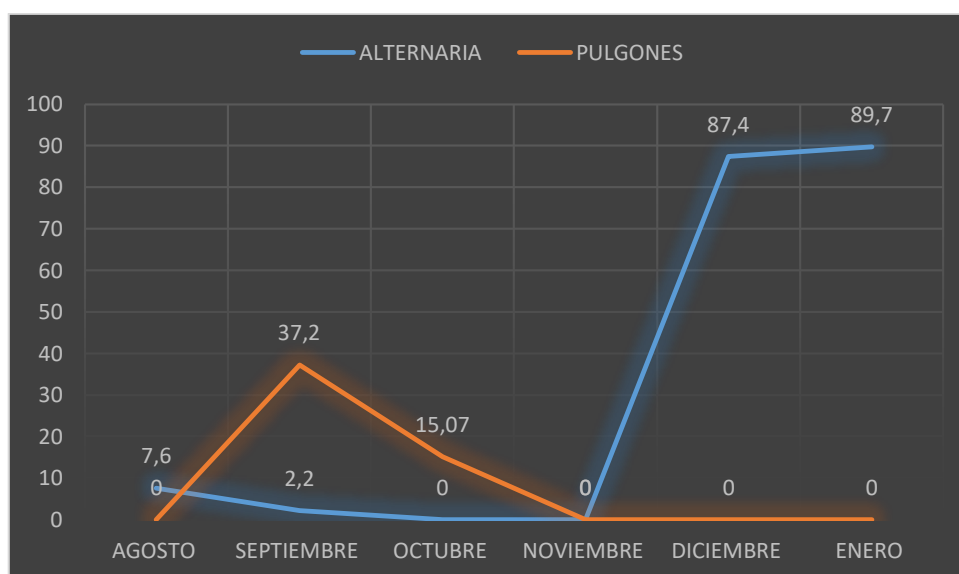
La reducción considerable en el periodo de septiembre y octubre se debe a que los productores trataron de controlar las diferentes plagas de sus cultivos haciendo aplicaciones de insecticidas. Su control es de importancia debido a que en su estado adulto son capaces de causar mayor daño, estos atacan brotes florales y foliares de los que succionan savia con su aparato bucal picador produciendo y deformaciones en las hojas. Pero el daño más importante que realiza esta especie constituye el indirecto, ya que es un importante vector de enfermedades virósicas, entre los que se encuentran "el virus del enrollado de la hoja" y "del mosaico" en plantas de papa (AGROCENTRO, 2017) citado por (Ramos Gisel2021).



### 3.3.2 Análisis integral de las plagas y enfermedades

**FIGURA N° 41 Incidencia de Yesera Norte(YN1)**

En la siguiente figura se presenta las severidades de las plagas que se presentaron simultáneamente en la parcela de Yesera Norte(YN1).



En el mes de agosto, se registró un ataque Alternaría con una incidencia del 7.6%. Sin embargo, para el mes de septiembre, esta incidencia disminuyó considerablemente, alcanzando un 2.2%.

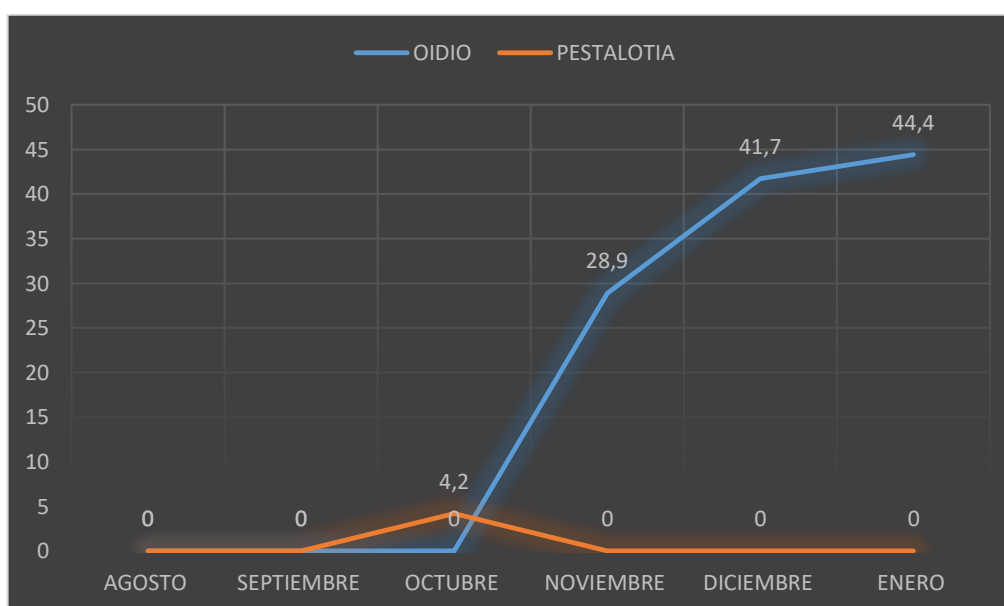
En los meses de octubre y noviembre, la incidencia de la enfermedad fue nula, lo que sugiere un período de relativa estabilidad en cuanto a la salud de los cultivos. No obstante, en diciembre, se observa un repunte significativo en la incidencia, alcanzando un 87.4%. Este incremento repentino podría indicar un cambio en las condiciones ambientales o la presencia de factores que favorecieron la propagación de la enfermedad.

El mes de enero muestra un aumento aún mayor en la incidencia, llegando a un 89.7%. Este incremento progresivo podría ser motivo de preocupación, ya que indica una tendencia al alza en la afectación de los cultivos por la enfermedad.

El pulgón (*Chaetosiphon fragaefolii*) se manifestó en septiembre con una incidencia del 37.2%, la cual disminuyó notablemente en octubre, alcanzando un 15.07%. Se implementó un control posterior utilizando Engeo para el pulgón, sin embargo, no se observa datos de incidencia para los meses de noviembre y diciembre .

#### FIGURA N° 42 Incidencia de Yesera Norte(YN2)

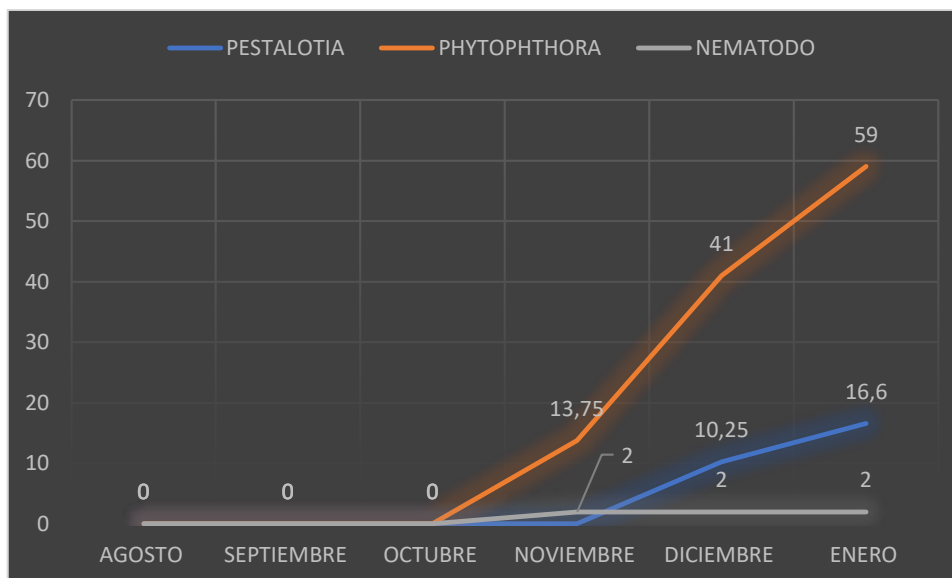
La figura siguiente ilustra la evolución de la severidad de las enfermedades que afectaron la parcela de Yesera Norte (YN2).



En la parcela de Yesera Norte (YN2) se detectaron dos patógenos distintos. El primero fue el de Pestalotia, que se manifestó en octubre con una incidencia del 4.2%. Posteriormente, en noviembre, la enfermedad de oidio afectó el cultivo con una incidencia del 28.9%, y continuó aumentando hasta alcanzar su punto máximo en enero, con una incidencia del 44.4%.

**FIGURA N° 43 Incidencia de Yesera Centro (YC1)**

La siguiente figura representa la progresión de la severidad de las enfermedades que impactaron la parcela de Yesera Norte (YN2).



En la parcela de Yesera Centro (YC1) se detectaron tres patógenos distintos. El primero fue el de Phytophthora, que se manifestó en noviembre con una incidencia del 13.7% hasta alcanzar una incidencia máxima de 59% en el mes de enero. Posteriormente, en diciembre, la enfermedad de Pestalotia afectó el cultivo con una incidencia del 10.25%, y continuó aumentando hasta alcanzar su punto máximo en enero, con una incidencia de 16.6% por último se observa la enfermedad de nematodos que empezó en el mes de noviembre con un 2%.

### 3.3.3 Propuesta de Manejo Integrado De Plagas

Para el control de las diferentes plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la Frutilla deberá ser enfocado desde el punto de vista del Manejo Integrado de Plagas.

#### 3.3.3.1 Control cultural

- Asegurarse de obtener plantas de viveros autorizados.
- Realizar tratamiento anti fúngico en las raíces antes del trasplante.

- Acolchar el suelo con plástico transparente durante meses húmedos y soleados para solarizar el suelo.
- Revisar periódicamente las plantas en busca de síntomas de enfermedades.
- Usar variedades resistentes y adecuadas para las condiciones ambientales.
- Utilizar camas elevadas y riego por goteo, preferiblemente en suelos no infestados con buen drenaje.
- Rotar los cultivos con brócoli y utilizar residuos de brócoli en el suelo.
- Implementar medidas de bioseguridad para prevenir la propagación de enfermedades, como *Pestalotiopsis* sp.
- Monitorear la humedad relativa y el espaciamiento entre plantas para prevenir enfermedades.
- Utilizar ropa, guantes y calzado de protección desechables y desinfectar herramientas regularmente.
- Limpiar vehículos y equipos para prevenir la propagación de patógenos.
- Limitar el acceso de visitantes y contar con un sitio de limpieza y desinfección.
- Plantar en suelos con buen drenaje y desinfectar el suelo antes de plantar.
- Evitar plantar cuando las condiciones sean favorables para nematodos y eliminar plantas infestadas

## 3.3.3.2 Control Biológico

TABLA N° 18 Control Biológico

<b>PLAGA O ENFERMEDAD</b>	<b>RECOMENDACIÓN</b>
<b>Alternaría</b>	El control biológico de alternaría y oidio <i>es</i> posible con cepas específicas de Bacillus subtilis el cual genera metabolitos antifúngicos que desplazan al patógeno.
<b>Oídio</b>	
<b>Pestalotia</b>	Para el control biológico se recomienda Trichoderma sp.
<b>Phytophthora</b>	Se recomienda el uso de biocontroladores del género Trichoderma, sin embargo, no todas las cepas de este hongo controlan a las especies de Phytophthora, ya que existe una alta especificidad, por lo cual se debe corroborar que el aislamiento utilizado corresponde al que controla este patógeno. Las épocas de control deben ser previas a la actividad de Phytophthora; es decir, a inicios de otoño y fines de invierno.
<b>Nematodo</b>	No tiene
<b>Pulgón</b>	El uso de organismos como Beauveria bassiana y Bacillus thuringiensis, patógenos específicos de insectos, es efectivo para controlar pulgones. Además, plantas como albahaca y caléndula actúan como repelentes naturales. Interplantarlas con fresas reduce infestaciones. Trampas adhesivas amarillas y barreras físicas, como mallas, atrapan pulgones voladores y previenen su llegada a las plantas.

### 3.3.3.3 Control Químico

Los funguicidas son la medida más importante de control en los cultivos sensibles en aquellas regiones con elevado riesgo de enfermedad, sin embargo, se debe hacer un uso racional de estos productos y de acuerdo a la evaluación de las condiciones climáticas, buscando siempre sea lo menos agresivo con el medio ambiente

**TABLA N° 19      Productos químicos**

<b>Plaga o enfermedad</b>	<b>Producto</b>	<b>Parcelas</b>
Alternaría	Amistar top	YN1
Oídio	Tilt	YN2
Pestalotia	Amistar top carbendazin	YC1 y YN2
Phytophthora	Aliette (Fosetil Aluminio)	YC1 Y YC2
Nematodo	Pyridiethylamide fluopyram + imidacloprid	YC1
Pulgón	Cipermetrina O Engeo Tiametoxsan Lambda-cihalotrina Coformulantes	YN1

### 3.3.4 El análisis epidemiológico.

Después de nuestra evaluación y análisis de la Incidencia y Severidad de las enfermedades detectadas en las dos comunidades de estudio, podemos realizar las siguientes consideraciones epidemiológicas.

La enfermedad que se presentó con mayor incidencia, en las cuatro parcelas durante 4

de los 6 meses de evaluación fue la Alternaria, causada por *Alternaria* sp, la cual además mostró los mayores índices de severidad a nivel foliar.

Por esta razón talvez podemos considerar a la Alternaria como la principal enfermedad de la frutilla a nivel foliar, al menos para la parcela de YN1. El patógeno sobrevive en forma de micelio o esporas sobre las hojas secas y los rastrojos vegetales, causando manchas en las hojas, que en ataques severos puede bloquear el desarrollo de las plantas debido a que compromete el área foliar fotosintetizante.

A nivel foliar, la segunda enfermedad en importancia es el Oídio en la parcela de Yesera Norte YN2 la cual se presentó los 3 últimos meses de la investigación el cual (%s), se propago por el movimiento de vientos en la zona

De acuerdo con los datos se observó que Pestalotia es la tercera enfermedad de nivel foliar en importancia (%s). Pestalotia se presentó en 2 parcelas Yesera (YN2) en el mes de octubre y (YC1) en los dos últimos meses que son diciembre y enero fácilmente se disemina por el viento.

La enfermedad de raíz detectada fue el de la medula roja causada por *Phytophthora fragariae*, afectando a la corona y sistema radicular causando la muerte de la planta.

Esta es sin duda una de las enfermedades más importantes de todas las detectadas en dos parcelas en estudio, con niveles importantes de Incidencia, de hasta 59 % en YC1, 34.5 % en YC2, pero además considerando un 100% de Severidad, debido a que esta enfermedad afecta completamente a la planta provocando su muerte, y con esto una importante pérdida de la producción (Rendimientos) por la disminución de la población de plantas.

El comportamiento epidemiológico de esta enfermedad se presenta bastante complicado para su control. Al afectar una planta, el patógeno infesta el suelo y avanza paulatinamente mediante el riego, salpicaduras de lluvia, herramientas, o el transporte de tierra en los calzados, a las zonas contiguas, infectando a nuevas plantas.

Dado que la enfermedad se presenta a nivel de corona y raíces, es bastante difícil llegar con productos químicos para su control, debido a que la mayoría de los productos

sistémicos solo tienen ascendente, encontrándose únicamente el producto Fosetil Al (Alliete) con sistemicidad bidireccional, pero de efectividad relativa para el control de este patógeno.

En respecto a la plaga identificada está el pulgón en la comunidad de YN1 con una incidencia y severidad observadas en el mes de septiembre y octubre con un control de Engeo en el mes de octubre

Posteriormente también están los nematodos que no se evaluó la incidencia y severidad de tal si no la existencia

### 3.3.5 Análisis económico

Para este análisis tomo en cuenta el ingreso bruto, la hoja de costo de producción anual del cultivo, beneficio neto con los cuales se determinó la relación beneficio-costo de las parcelas YN2 y YC2

Se realizó la hoja de costo de la parcela YN2 por motivo de ser la parcela con mayor enfermedad a comparación de YC2 la cual fue la parcela con una sola enfermedad y con mayor cuidado del productor

Es necesario mencionar que el cultivo de la frutilla tiene una producción anual, es decir que produce durante todo el año.

**TABLA N° 20 Relación beneficio costo**

<b>PARCELAS</b>	<b>RENDIM. kg/ha</b>	<b>PRECIO Bs/kg</b>	<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>COSTO DE PRODUC.</b>	<b>INGRESO NETO</b>	<b>RELACION B/C</b>
YC2	24201,6	10	242016	86792	155224	1,79
YN2	8361,6	10	83616	84622	-1006	-0,012



Referencias:

$B/C = 1$  punto de equilibrio.

$B/C \geq 1$  es rentable

$B/C < 1$  no es rentable.

De acuerdo al cuadro observado, teniendo en cuenta la relación beneficio/costo se tiene lo siguiente: en la parcela de YC2 se tiene como relación beneficio/costo 1.79 Bs en comparación a la parcela de YN2 se puede observar una gran diferencia que es -0.012 Bs por lo tanto no es rentable.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

Una vez concluido el trabajo de campo y de gabinete se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Durante el periodo de evaluación fitosanitaria (Agosto – Enero) de las cuatro parcelas analizadas, se logró identificar en el laboratorio de Fitopatología y Cultivo *in vitro* seis enfermedades: Alternaría, Ascochyta, Oídio, Pestalotia, Phytophthora y nematodos y un insecto pulgón (*Chaetosiphon fragaefolii*)

Para realizar un análisis integral del efecto de todas plagas en el área de influencia se vio por conveniente presentar conclusiones por parcela, como sigue a continuación:

- Para la parcela de Yesera norte (YN1) se presentaron únicamente 2 plagas, y en orden de importancia estas fueron Alternaría y pulgón.

El patógeno Alternaría, presentó una incidencia inicial de 7.6% y una severidad de 3.9% en el mes de agosto la cual fue ascendiendo hasta una de 89.7% y 35.2% de incidencia y severidad respectivamente en el mes de enero, siendo el patógeno que generó el mayor grado de perjuicio al cultivo.

El pulgón (*Chaetosiphon fragaefolli*) en los meses de septiembre con una incidencia de 37.2% y una severidad de 22.7% y en el mes de octubre 15.07% de incidencia y una severidad de 26.04% posteriormente se aplicó un control de Engeo

- Para la parcela Yesera Norte (YN2), se observó en la etapa de evaluación la presencia de tres patógenos (Oídio y Pestalotia)

De las enfermedades indicadas el Oídio fue el que mayor daño foliar generó en la parcela YN2 mismo que se manifestó en los 3 últimos meses del estudio, en el mes de noviembre se obtuvo una incidencia del 28.9% y una severidad de 8%, y en el

mes de enero los efectos generados por el mismo ascendieron a 44.4% y una severidad de 34% siendo el máximo encontrado en toda la etapa de evaluación.

En cuanto al hongo de Pestalotia mostró una incidencia de 4.2% y una severidad de 10.87%. este patógeno se manifestó en el mes de octubre por única vez en esta parcela.

- En la parcela (YC1) de Yesera Centro según la evaluación fitosanitaria de identificaron tres enfermedades las que fueron Phytophthora, Pestalotia y Nematodo

La enfermedad que tuvo mayor afectación en esta parcela fue la phytophthora la cual se manifestó en los meses de noviembre diciembre y enero. De la evaluación realizada se observó que la incidencia fue de 13.75% y la severidad de 12.7% en el mes de noviembre ascendiendo hasta alcanzar los porcentajes de incidencia de 59% y severidad de 26.8% en mes de enero.

Por otro lado, la Pestalotia se manifestó en los meses de diciembre mostrando afectar a la parcela con 10.25% de incidencia y 3.14% de severidad ascendiendo estos valores hasta 16% y 9.61 % en incidencia y severidad respectivamente en el mes de enero.

Debemos indicar que únicamente en esta parcela se evidenció la presencia de nematodos del género meloydogine con una incidencia de 2%.

- En la parcela de Yesera Centro (YC2) dentro de todo el periodo de evaluación solamente se identificó la enfermedad de phytophthora la cual se manifestó en el mes de enero afectando al 34.5% del total de las plantas y mostrando un nivel de daño del 17.8%
- Para la propuesta del control de las diferentes plagas y enfermedades que atacan al cultivo de la Frutilla se enfocó desde el punto de vista del Manejo Integrado de Plagas

- Control Cultural

Se enfatiza la importancia de obtener plantas de viveros autorizados y realizar tratamientos antifúngicos en las raíces antes del trasplante.

El acolchado del suelo con plástico transparente durante meses húmedos y soleados se recomienda para solarizar el suelo y controlar enfermedades.

La selección de variedades resistentes y el uso de camas elevadas con riego por goteo ayudan a prevenir y controlar enfermedades.

- Control Biológico

Para enfermedades como Alternaria, Oídio, Pestalotia y Phytophthora, se recomienda el uso de agentes biológicos como Bacillus subtilis y Trichoderma sp.

- Control Químico

Se menciona el uso de fungicidas y pesticidas como medidas importantes de control, aunque se enfatiza en su uso racional y de acuerdo con las condiciones climáticas.

- Tomando en cuenta la afectación de las parcelas por las plagas y enfermedades indicadas se realizó un análisis económico entre la parcela con mayor afectación (parcela Yesera Norte 2-YN2) en la cual de acuerdo a la hoja de costos genera una pérdida de 0.012 Bs. la parcela que presento menor daño (parcela Yesera Centro 2-YC2) misma que reditúa una relación de beneficio – costo es de 1.79 Bs. Por tanto, se observa que la protección y el buen manejo del cultivo genera mayor rentabilidad al productor.

## 4.2 RECOMENDACIONES

En base a las experiencias recabadas en este periodo de estudio para lograr una producción rentable y sostenible con el cultivo de frutilla, se recomienda:

- Realizar análisis de suelos de manera periódica verificando la salinidad del mismo y deficiencias nutricionales con la finalidad de obtener un suelo apto para el desarrollo adecuado del cultivo de frutilla.
- Corregir continuamente el pH del suelo para una mejor absorción de nutrientes brindando mejor calidad de producto.
- Realizar monitoreo continuo para determinar las zonas donde la incidencia de plagas y enfermedades está incrementándose, de esta manera implementar métodos de control de acuerdo a la identificación protegiendo oportunamente la producción.
- Realizar la atención continua de la parcela efectuando las labores culturales de manera periódica y de esta manera evitar la propagación de plagas y/o enfermedades.
- Realizar tratamientos preventivos.
- Continuar con el estudio en los próximos 6 meses del ciclo del cultivo.