

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera L.*) es una planta frutal de la familia Vitáceae, cultivadas desde hace miles de años por el valor de sus frutos: las uvas, esta fruta es originaria de la región mediterránea desde donde se extendió a Europa, Asia, África, y posteriormente a América, se caracteriza por ser una planta trepadora, con tallos leñosos, llamados sarmientos, hojas grandes lobuladas y racimos formados por bayas, a nivel mundial la vid se cultiva en zonas de climas templados en Bolivia, el principal departamento productor es Tarija.

A nivel mundial, la producción de uva alcanzó aproximadamente 78 millones de toneladas en 2022, siendo China el principal productor, seguido por Italia, España y Estados Unidos (FAO, 2023).

Desde 1976 a 1982 se inicia en Bolivia una viticultura más extensiva, particularmente en el Valle Central de Tarija: se introducen nuevas variedades de vinificación, sistemas de manejo vitícola y una modernización parcial de las tecnologías de vinificación. Ella es seguida por un período de estancamiento reanudándose el proceso, en la década de 1990 y hasta nuestros días con la introducción de nuevas variedades de uva de mesa y vinificación. Además, actualmente, el Departamento de Santa Cruz está mostrando un desarrollo interesante en cuanto a uva de mesa. (FAUTAPO, 2009)

Según FAUTAPO, 2009. La producción de vid está concentrada principalmente en el departamento de Tarija, que aporta cerca del 80% del total nacional, con más de 3.500 hectáreas cultivadas (IBCE, 2023). Según datos del INE (2022), la producción nacional supera las 30 mil toneladas anuales, destinadas principalmente a la industria vitivinícola y al consumo en fresco. En Tarija, los municipios como Uriondo y Cercado, son los municipios de mayor producción de vid constituyéndose en el más representativos del sur del país. El mildiu es una de las principales enfermedades causada por el hongo (*Plasmopara viticola*), que se presenta en diferentes etapas de desarrollo de la vid. Esta enfermedad fúngica se presentó, la campaña 2024 – 2025

con una alta incidencia en la finca don julio, razón por la cual nace el presente trabajo dirigido, que busca solucionar la problemática sanitaria identifica a través de la determinación de prácticas integradas de manejo que permitan disminuir la incidencia de la (Yesenia 2025).

PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Planteamiento

La producción de vid (*Vitis vinifera L.*) en la Finca Don Julio ubicada en la comunidad La Cabaña Municipio de Cercado, se ve afectada por la aparición de mildiu una enfermedad causada por el hongo (*Plasmopara viticola*), esta enfermedad causa daños en las hojas tallos tronco y racimos reduciendo el rendimiento que espera tener por hectárea y calidad de la uva en cosecha.

Actualmente el manejo del mildiu se realiza principalmente con productos químicos sin un diagnóstico preciso de los factores agroclimáticos que favorecen el desarrollo de esta enfermedad como alta humedad relativa, precipitaciones frecuentes y temperaturas moderadas.

Asimismo no se cuenta con información específica sobre el comportamiento del mildiu en las variedades Moscatel de Alejandría, Cabernet Sauvignon, Malbec , Ugni Blanck , Barbera bajo condiciones locales lo que limita la implementación de estrategias de manejo diferenciadas y más eficientes .

En ese contexto surge la necesidad de realizar una evaluación fitosanitaria que permita determinar la incidencia y severidad del mildiu en las diferentes variedades de vid así como su relación con las condiciones agroclimáticas presentes durante el periodo de estudio.

Justificación

El cultivo de la vid es el cultivo más importante del departamento de Tarija, donde el desarrollo de las enfermedades son la limitante de la producción, entre las enfermedades más importantes que se presentan en nuestro medio tenemos: Mildiu

(*Plasmopara viticola*), **Oidio** (*Uncinula necator*), **Podredumbre Gris** (*Botrytis Cinerea*).

Estas enfermedades afectan de forma significativa la producción, el Mildiu (*Plasmopara viticola*), representa un problema constante para la vid y el control que se realiza actualmente se basa en productos químicos sin un manejo adecuado.

La falta de conocimiento de manejo de esta enfermedad en los productores, causa pérdidas económicas altamente significativas, por la disidencia y severidad con la que se presenta.

Por ello surge la necesidad de realizar una evaluación fitosanitaria del cultivo y proponer estrategias de manejo integrado que incluyan el uso de productos biológicos combinándolos con otros productos químicos con el fin de prevenir eficazmente el avance del mildiu y mejorar la productividad de manera sostenible y ambientalmente responsable creando un balance entre químico y biológico.

Este trabajo es importante porque busca evaluar el estado fitosanitario del cultivo y proponer un manejo integrado que incluya el uso de productos biológicos de la misma manera combinándolos con productos que no alteren su composición y su propósito. De esta manera, se podrá prevenir mejor la enfermedad, reducir el uso de agroquímicos y proteger el medio ambiente. Además, esta propuesta contribuirá al fortalecimiento técnico del productor y de la comunidad, sirviendo como modelo replicable en otras fincas o comunarios productores de la región. Desde el punto de vista académico, también aporta a la generación de conocimiento práctico en el manejo de enfermedades en cultivos de la vid bajo condiciones reales de producción.

OBJETIVOS, ENFOQUE Y ALCANCE DEL TRABAJO DIRIGIDO

Objetivo General

Evaluar el estado fitosanitario del cultivo de *Vitis vinifera* L. en la finca Don Julio durante el ciclo vegetativo del cultivo, de manera que permita identificar y describir estrategias del manejo integrado para el control del mildiu (*Plasmopara viticola*).

Objetivos Específicos

1. Determinar la incidencia y severidad del mildiu (*Plasmopara viticola*) en la vid (*Vitis vinifera* L.), en las variedades Moscatel de Alejandría, Cabernet Sauvignon, Ugni Blanc, Barbera, y Malbec, en la Finca Don Julio, mediante un muestreo aleatorio por lote durante el periodo de estudio.
2. Identificar las condiciones agronómicas y climáticas (humedad, temperatura, precipitación) que influyen en la aparición y desarrollo del mildiu en la vid.
3. Proponer estrategias fitosanitarias aplicadas en el cultivo de *Vitis vinifera* L. para el manejo y control del mildiu durante el periodo de estudio.

Enfoque

El presente trabajo dirigido se desarrolló bajo un enfoque aplicado, de tipo descriptivo con un componente cuantitativo orientado al análisis fitosanitario del cultivo de *Vitis vinifera* L. en condiciones reales de producción en la Finca Don Julio.

El estudio se centró en la determinación de la incidencia y severidad del mildiu (*Plasmopara viticola*) en diferentes variedades del viñedo, mediante la recolección de datos en campo y a través de un muestreo aleatorio por lote. Los datos obtenidos fueron expresados en valores porcentuales, lo que permitió caracterizar el estado sanitario del cultivo durante el periodo de evaluación.

Asimismo, se describieron las estrategias de manejo fitosanitario aplicadas en la finca para el control de la enfermedad, dentro del sistema productivo establecido.

En este sentido, el trabajo tuvo como finalidad generar información técnica sobre la situación fitosanitaria del viñedo y aportar elementos que contribuyan a la toma de decisiones en el manejo y control del mildiu (*Plasmopara viticola*).

Alcance

El presente estudio ha enfocado en la determinar la incidencia y severidad que puede llegar a ocasionar el mildiu (*Plasmopara vitícola*), a través de la caracterizar de los síntomas presentes en la planta y su identificación en laboratorio, también se analiza los factores agroclimáticos que Favorecen el desarrollo de la enfermedad, a partir de esta información se procedió a la identificación y desarrollo de prácticas de manejo fitosanitario aplicadas durante la campaña agrícola, los resultados e información obtenida, permitió establecer estrategias de prevención, manejo y control integrado del mildiu (*Plasmopara vitícola*), en el cultivo de la vid

CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO DIRIGIDO

El presente trabajo dirigido se desarrolló en la Finca Don Julio, ubicada en la comunidad La Cabaña, Municipio de Cercado del Departamento de Tarija, la Finca don julio cuenta una superficie de 115 a 147 hectáreas, con viñedos que se encuentran a una altitud de entre 1890 y 1970 metros sobre el nivel del mar, con parcelas establecidas con fines comerciales y cuenta con parcelas establecidas de producción que alberga cepas maduras (hasta 52 años) de Malbec, Syrah y Cabernet Sauvignon, ofreciendo vinos elegantes, complejos y con buen potencial de guarda, incluyendo opciones íconos.

El trabajo se realizó con el respaldo y asesoramiento técnico de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, dentro del marco de cumplimiento del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Historia de la finca

Orígenes y fundador

En 1912, el inmigrante alemán Julius Kohlberg Hadler (nacido en 1921), arribo desde Alemania a Bolivia se estableció principalmente en el sur del país en el departamento de Tarija. Julio Kohlberg Chavarría y su esposa Elia Campero de Kohlberg iniciaron

este proyecto familiar, marcando el comienzo de una nueva era vinícola en la región del Valle del Río Guadalquivir, Tarija.

Vinos Kohlberg, fue fundada en 1963 por Julio Kohlberg, adquirieron la propiedad “La Cabaña” (a 15 km de Tarija) de la ciudad de Tarija, donde plantaron las primeras cepas traídas de Francia.

En 1974, la empresa comenzó a expandirse, incorporando maquinaria pesada y tecnología italiana y francesa para la producción de vinos. La Hacienda Don Julio, cuenta con 147 hectáreas de viñedos y produce vinos de alta gama reconocidos internacionalmente.

La propiedad es el corazón de la producción, destacando por su enfoque en la calidad y la tradición familiar. La Hacienda Don Julio también se destaca por ser un espacio de experiencia enoturística y maridaje de alta cocina.

Impulso inicial

La primera cosecha fue en 1966, año en el que Julio Kohlberg Chavarría realizó la primera cosecha formal tras establecer las plantaciones en la comunidad La Cabaña y gracias al apoyo de sus cinco hijos aprendieron técnicas europeas y trajeron cepas desde Mendoza, como Cabernet Sauvignon y Malbec para cosecha y en 1971 contaban con infraestructura moderna con prensas, tanques para la elaboración de vinos.

Crecimiento y profesionalización

En 1974 iniciaron procesos de mecanización y ampliación de los viñedos de La Cabaña cubren 147 hectáreas a una altitud privilegiada. La producción pasó de unas 15,000 botellas artesanales a cerca de 3 millones de litros anuales, consolidando a Vinos Kohlberg como la bodega más grande de Bolivia.

Reconocimiento y legado

En 1999 Julio fue homenajeado como pionero de la vitivinicultura moderna en Bolivia, y tras su fallecimiento en 2012 a los 91 años, su legado continúa intacto en manos de la familia Kohlberg.

Producción actual y modernización

Hoy cuentan con 147 ha cultivadas con cepas importadas desde Francia y tecnología italiana y francesa, actualmente, la bodega combina la tradición con tecnología moderna, con una capacidad productiva superior a 3 millones de litros de vino anuales.

Don Julio Kohlberg Chavarría, gracias a su visión, pasión, modernización técnica y unidad familiar, transformó una bodega pionera en Tarija en una referencia nacional e internacional, y la Finca Don Julio es la expresión más emblemática y refinada de su legado.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Origen de la vid (*Vitis vinífera* L.)

La vid (*Vitis vinífera*) es originaria de la región del Cáucaso, en áreas que hoy comprenden Georgia, Armenia, Irán y Turquía. Su domesticación se remonta a más de 8,000 años, siendo una de las primeras plantas cultivadas por el ser humano para la producción de vino y consumo de uvas frescas (This, Lacombe & Thomas, 2006). Desde su centro de origen, la vid se expandió hacia Mesopotamia, Egipto y posteriormente al Mediterráneo, donde adquirió gran importancia cultural, económica y religiosa. A lo largo del tiempo, se han desarrollado miles de variedades adaptadas a diferentes condiciones agroecológicas, convirtiéndose en un cultivo clave a nivel mundial (Zohary & Hopf, 2000).

1.2. Características botánicas de la Vid (*Vitis vinífera* L.)

Reino: Vegetal.

Phylum: Teleomorphytae.

División: Tracheophytae.

Sub división: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Sub clase: Dicotyledoneae.

Grado Evolutivo: Archichlamydeae.

Grupo de Ordenes: Corolinos.

Orden: Ramnales.

Familia: Vitaceae.

Nombre científico: *Vitis vinífera* L.

Nombre común: Vid.

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

La vid es una planta leñosa, perenne y trepadora, que se cultiva generalmente en forma de arbusto mediante sistemas de condición y poda. Su reproducción es predominantemente vegetativa mediante estacas, lo que permite mantener la uniformidad genética de las variedades comerciales. Sin embargo, esta propagación también puede favorecer la acumulación de enfermedades, por lo que se ha recurrido a técnicas modernas como el cultivo in vitro y la micro propagación para obtener plantas sanas (Torregrosa, Iocco & Thomas, 2002).

1.3. Anatomía y morfología de la planta de vid (*Vitis vinífera* L.)

1.3.1. Morfología general

La vid presenta un sistema radicular profundo y ramificado, adaptado a distintos tipos de suelo. El tallo principal es leñoso y perenne, llamado cepa, del cual emergen los sarmientos anuales. Las hojas son simples, alternas y palmeadas, con lóbulos y bordes dentados. Los zarcillos, que surgen en los nudos, permiten que la planta se sujete a estructuras de soporte. Las flores son pequeñas, hermafroditas, agrupadas en panículas; y el fruto es una baya llamada uva, de forma esférica u ovalada, con una o varias semillas en su interior (Torregrosa et al., 2002; Galet, 1998; OIV, 2009)

Las uvas tienen una epidermis rica en pigmentos, una pulpa jugosa y un pericarpio que protege las semillas. Este fruto constituye el principal órgano de interés comercial por su uso en la producción de vino, uvas de mesa y otros derivados.

(Keller, 2010; Roubelakis-Angelakis, 2009)

1.3.2 Anatomía del fruto (uva)

La uva está compuesta por tres capas principales: la epidermis, que protege el fruto y contiene compuestos fenólicos; el mesocarpio o pulpa, donde se concentran los azúcares y ácidos orgánicos; y el endocarpio, que envuelve las semillas. En su interior se encuentran haces vasculares que transportan nutrientes durante el desarrollo del fruto. La estructura anatómica de la uva influye en su calidad para distintos usos productivos y tecnológicos (Keller, 2010; Conde et al., 2007).

1.4 Importancia de la vid (*Vitis vinifera*)

La vid es uno de los cultivos frutales más importantes a nivel mundial debido a su valor económico, cultural y alimenticio. Se cultiva extensamente en regiones templadas y mediterráneas, siendo la base de la industria vitivinícola global. En Bolivia, la producción de vid se concentra principalmente en los valles interandinos, con una fuerte presencia en el departamento de Tarija, donde constituye un eje clave para la economía regional y la generación de empleo (Galet, 2000; Flores Bedregal, 2015; IBCE, 2023).

Desde el punto de vista nutricional, las uvas aportan carbohidratos de rápida asimilación, vitamina C, potasio y compuestos antioxidantes como los polifenoles y el resveratrol, especialmente concentrados en la piel y semillas. Estos componentes se asocian a beneficios para la salud cardiovascular y la prevención de enfermedades degenerativas. Además, la vid tiene una gran diversidad de usos: uvas frescas, pasas, jugos, vinos y vinagres, lo que incrementa su valor agregado y versatilidad comercial. (Georgiev et al., 2014; Shrikhande, 2000; FAO, 2020)

1.5. Biodiversidad y variedades de vid

La vid presenta una amplia diversidad genética distribuida en numerosas variedades, tanto de uva de mesa como de vinificación. Esta diversidad ha sido resultado de siglos de domesticación, selección y adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas. En regiones como el Mediterráneo y los valles interandinos de Sudamérica, se han establecido variedades que muestran distintas respuestas frente a enfermedades, estrés hídrico y características organolépticas del fruto (This et al., 2006; Zohary & Hopf, 2000; OIV, 2010).

En Bolivia, especialmente en el valle de Tarija, se cultivan variedades tanto tradicionales como introducidas, adaptadas a las condiciones locales. La diversidad varietal es un recurso clave para la selección de plantas con mayor resistencia al mildiu, mejor rendimiento y calidad enológica o de mesa (Flores Bedregal, 2015; PROINPA, 2023; Mamani et al., 2018).

En el presente trabajo dirigido trabajara con las siguientes variedades

Variedad Moscatel de Alejandría.

Variedad Cabernet Sauvignon.

Variedad Barbera.

Variedad Ugni Blanc.

Variedad Malbec.

1.6. Antecedentes de la vid (*Vitis vinífera* L.) en Bolivia

La vid (*Vitis vinifera*) fue introducida a Bolivia en el siglo XVI, entre 1550 y 1570, durante la colonización española. Fueron principalmente los misioneros agustinos quienes establecieron los primeros viñedos con fines litúrgicos, en regiones como Mizque (Cochabamba), Luribay (La Paz), Tomina (Chuquisaca) y Cotagaita (Potosí). Estos cultivos servían para garantizar el vino de misa, producto indispensable para las celebraciones religiosas. El valle de Tarija fue uno de los últimos en recibir la vid, hacia el año 1600, convirtiéndose posteriormente en una de las regiones vitivinícolas más importantes del país (Paz Ballivián, 1994).

Durante el periodo colonial, el cultivo de la vid se desarrolló a pesar de las restricciones impuestas por la Corona Española para proteger los vinos peninsulares. En regiones como Cinti y Potosí, donde existía una alta demanda de vino por el auge minero, la producción local fue incentivada de manera informal. La viticultura pasó a ser parte de la identidad cultural de las comunidades andinas, fusionándose con las prácticas agrícolas locales. Aunque con técnicas rudimentarias, se consolidaron saberes que permitieron su permanencia hasta nuestros días (Guzmán Bejarano, 2020).

A lo largo del siglo XIX y XX, la viticultura en Bolivia enfrentó altibajos por falta de apoyo estatal, plagas, y abandono del campo. Sin embargo, desde la década de 1980, gracias a proyectos de cooperación y programas de desarrollo rural, la producción vitivinícola se reactivó con enfoques técnicos. Especialmente en Tarija, se

introdujeron nuevas variedades y se modernizó el proceso de vinificación, lo que permitió mejorar la calidad y posicionamiento del vino boliviano en el mercado nacional e internacional (Romero et al., 2008).

1.7. Distribución geográfica del cultivo de la vid en Bolivia

La distribución actual del cultivo de la vid en Bolivia se concentra en los valles interandinos, con altitudes que oscilan entre 1.600 y 2.850 metros sobre el nivel del mar. Tarija lidera la producción con aproximadamente el 85% del total nacional, seguido por Chuquisaca (Valles de Cinti), Potosí (Tupiza y Cotagaita), Cochabamba (Mizque) y La Paz (Luribay). Esta distribución responde a condiciones agroecológicas específicas como oscilación térmica, radiación solar intensa y suelos bien drenados, favorables para la viticultura de altura (Flores Bedregal, 2015).

En Tarija, el desarrollo vitícola ha sido impulsado por políticas departamentales, asociaciones de productores y bodegas industriales y artesanales. En Chuquisaca, los Valles de Cinti conservan prácticas tradicionales y variedades criollas, además de producir singani con denominación de origen. En Santa Cruz, zonas emergentes como Samaipata se han sumado a la producción gracias a iniciativas de turismo rural y enoturismo, lo que ha diversificado la geografía vitícola del país (Ortuño Gutiérrez, 2012).

A pesar de esta distribución consolidada, el potencial para expandir la viticultura en Bolivia sigue siendo amplio. Estudios agroclimáticos recientes señalan que existen más de 50.000 hectáreas en diferentes departamentos con condiciones óptimas para el cultivo de la vid, aunque aún no han sido aprovechadas por falta de inversión e infraestructura. Por ello, se reconoce la necesidad de políticas públicas que fomenten esta actividad como alternativa productiva sostenible (Salinas Yépez, 2017).

1.8. Plagas y enfermedades de la vid (*vitis vinífera* L.)

La vid es un cultivo de gran relevancia en zonas templadas, subtropicales y mediterráneas. Sin embargo, su desarrollo se ve amenazado por diversos factores bióticos que limitan su productividad y calidad. Dentro de estos, las plagas y

enfermedades constituyen los principales problemas fitosanitarios que afectan tanto la fase vegetativa como reproductiva del cultivo (González y Lobo, 2019).

El manejo de estas amenazas requiere un enfoque integrado, basado en la identificación temprana, monitoreo, control cultural, biológico y químico, así como la selección de variedades resistentes y el uso de material vegetativo certificado. A continuación, se detallan las principales plagas y enfermedades que afectan la viticultura en América Latina y en el mundo OIV (2023).

1.8.1. Principales plagas de la vid

1.8.1.1. Lobesia botrana (Polilla del racimo)

Este lepidóptero constituye una de las plagas más destructivas del viñedo. Su ciclo larval se alimenta de las flores y bayas, causando daños directos en la producción. Además, las heridas generadas permiten el ingreso de patógenos como *Botrytis cinerea*, que agrava la pérdida de calidad (Castañeda et al., 2020). El control incluye trampas de feromonas, liberación de enemigos naturales y tratamientos químicos dirigidos.

1.8.1.2. Filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*)

Es un hemíptero que ataca las raíces de la vid, formando agallas que obstruyen el transporte de agua y nutrientes. Esta plaga fue responsable de la devastación de viñedos europeos en el siglo XIX. Actualmente, su manejo se basa en el uso de portainjertos resistentes como *Vitis riparia* y *Vitis berlandieri* (Vega et al., 2017).

1.8.1.3. Cochinilla harinosa (*Planococcus ficus*)

Se ubica en racimos, hojas y tallos, donde succiona savia y secreta melaza, favoreciendo la colonización de hongos saprófitos como la fumagina. Es vector de enfermedades virales, por lo que su monitoreo es clave. El control biológico con parasitoides como *Anagyrus pseudococci* ha mostrado buenos resultados (Salazar y Quiroga, 2021).

1.8.1.4. Ácaros (*Tetranychus urticae* y *Panonychus ulmi*)

Los ácaros son artrópodos que habitan el envés de las hojas y provocan clorosis, bronceado y caída prematura del follaje. Son más comunes en climas cálidos y secos. Las aplicaciones racionales de acaricidas, junto con el manejo de vegetación espontánea, son fundamentales para su control (Moreno et al., 2018).

1.8.1.5. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Este tisanóptero afecta la brotación, floración y cuajado. Además, sus picaduras en bayas provocan cicatrices que deprecian el valor comercial del racimo. En años cálidos y secos puede alcanzar poblaciones críticas (Ramos et al., 2019).

1.8.1.6. Salta hojas de la vid (*Empoasca vitis*)

Este insecto se alimenta del floema, generando una sintomatología conocida como “punta quemada”. Provoca reducción en la fotosíntesis y debilitamiento progresivo. La poda sanitaria y el control de malezas contribuyen a su manejo (Martínez y Rivera, 2015).

1.8.1.7. Mosquita de los brotes (*Dasyneura* spp.)

Su presencia es más evidente en primavera. Las larvas se desarrollan dentro de los brotes jóvenes, deformándolos y reduciendo la capacidad fotosintética. El uso de trampas pegajosas amarillas permite su monitoreo oportuno (Camacho y López, 2018).

1.8.2. Enfermedades de mayor incidencia en el cultivo de vid

1.8.2.1 Mildiu (*Plasmopara viticola*)

Este oomiceto es uno de los patógenos más agresivos. Infecta hojas, zarcillos, inflorescencias y racimos. Las infecciones tempranas provocan la caída de órganos vegetativos, mientras que las infecciones tardías afectan el desarrollo de la baya. Las condiciones óptimas para su propagación incluyen alta humedad relativa (>95%) y temperaturas entre 18–25 °C (Pérez et al., 2022). El control preventivo incluye el uso de fungicidas sistémicos y protectores, así como la poda y aireación del follaje.

1.8.2.2 Ciclo biológico del mildiu de la vid

El mildiu de la vid, causado por *Plasmopara viticola*, es una enfermedad criptogámica que afecta principalmente las hojas, inflorescencias y frutos de la vid, y cuya dinámica está estrechamente vinculada a las condiciones climáticas. Este patógeno pertenece al grupo de los oomicetos y presenta un ciclo de vida policíclico, capaz de reinfectar varias veces durante la misma temporada agrícola (Latorre, 2001).

La etapa inicial del ciclo ocurre cuando las oosporas, estructuras sexuales de resistencia, permanecen latentes durante el invierno en el suelo o en restos vegetales infectados. Con la llegada de la primavera y la presencia de temperaturas superiores a 10 °C junto con humedad elevada, estas oosporas germinan y forman esporangios que liberan zoosporas biflageladas, responsables de las infecciones primarias al penetrar tejidos jóvenes de la vid, especialmente a través de los estomas foliares (Boso & Díaz, 2010).

Las primeras infecciones se manifiestan como manchas aceitosas de color amarillo en el haz de las hojas, mientras que en el envés aparece una esporulación blanquecina característica. Estas estructuras reproductivas asexuales (esporangióforos y esporangios) surgen del micelio intercelular que se desarrolla en los tejidos vegetales. Estas nuevas esporas son diseminadas por la lluvia o el viento, generando infecciones secundarias que pueden repetirse a lo largo de toda la estación de crecimiento si las condiciones ambientales son favorables (Pertot et al., 2017).

El desarrollo del mildiu se ve fuertemente influenciado por factores como la duración del mojado foliar (mínimo 4 a 6 horas), la densidad del follaje, las lluvias continuas y temperaturas entre 20 y 25 °C. Esto permite al patógeno multiplicarse rápidamente, afectando en poco tiempo grandes áreas del viñedo, lo que representa una amenaza significativa para la producción si no se aplica un manejo preventivo adecuado (Dagostin et al., 2011).

Al final del ciclo vegetativo, cuando la planta entra en senescencia, el patógeno reanuda su fase sexual y produce nuevamente oosporas que quedan depositadas en el

suelo. Estas servirán como inóculo primario para el siguiente ciclo vegetativo, completando así el ciclo anual de *Plasmopara vitícola* (Gessler et al., 2011).

1.8.2.3 Síntomas del mildiu (*Plasmopara vitícola*) en la vid

Los síntomas del mildiu varían de acuerdo con la etapa fenológica de la vid y las condiciones ambientales. Las hojas jóvenes suelen mostrar inicialmente pequeñas manchas traslúcidas de tonalidad verde clara o amarillenta, conocidas como “manchas de aceite”. Estas manchas son uno de los primeros signos visibles de la enfermedad y aparecen comúnmente tras periodos de lluvia o rocío intenso (Agrios, 2005).

A medida que la infección progresa, en el envés de las hojas afectadas se desarrolla una esporulación blanca algodonosa que corresponde a la fase reproductiva asexual del patógeno. Esta característica permite diferenciar el mildiu de otras enfermedades foliares. Las zonas afectadas pueden necrosarse y provocar la caída temprana de hojas, debilitando la planta al reducir su área foliar activa (Martínez-Culebras et al., 2009).

En los órganos verdes como zarcillos y brotes tiernos, se observan síntomas como oscurecimiento, curvatura y detención del crecimiento. Estos órganos pueden tornarse frágiles o morir si la infección es severa. El mildiu en estas estructuras suele ir acompañado de un moho blanco que se evidencia en condiciones de alta humedad, especialmente durante la noche o en la mañana temprano (Schneider et al., 2015).

Los daños en inflorescencias y racimos son especialmente graves. Las flores infectadas se marchitan antes de completar la fecundación, lo que provoca un aborto floral masivo. En racimos en formación, las bayas infectadas se tornan marrones, se arrugan y colapsan, mientras que el raquis se ennegrece y se vuelve quebradizo. Este tipo de daño puede comprometer significativamente el rendimiento del viñedo (Reuveni, 2001).

En la madurez de los frutos, aunque los síntomas visibles pueden disminuir, las consecuencias fisiológicas de las infecciones tempranas persisten. Los racimos

pueden quedar mal conformados, con baja calidad comercial, y la planta muestra una disminución notable en vigor y producción. Este impacto tardío puede ser difícil de detectar a simple vista pero afecta directamente la cosecha (Hewitt, 1998).

1.8.2.4 Causas y factores que favorecen a la aparición del mildiu en la vid

El mildiu de la vid, causado por el oomiceto *Plasmopara vitícola*, es una enfermedad que se manifiesta cuando coinciden tres elementos fundamentales: la presencia del patógeno, un hospedero susceptible y condiciones ambientales favorables. Estas causas, sumadas a ciertos factores de manejo y fisiología de la planta, determinan el nivel de incidencia y severidad del patógeno en los viñedos (Gómez-Alpizar et al., 2009).

La primera causa que da origen al ciclo del mildiu es la presencia del inoculo primario, el cual se encuentra en forma de oósporos en el tejido vegetal muerto, como hojas caídas durante el otoño. Estas estructuras tienen la capacidad de resistir condiciones invernales adversas y germinar con las primeras lluvias de primavera, iniciando la infección primaria. Este fenómeno ocurre generalmente cuando la humedad del suelo y las temperaturas superan los 10 °C, creando condiciones óptimas para la liberación de zoosporas (Savary et al., 2012).

Uno de los principales factores ambientales que favorecen el desarrollo del mildiu es la humedad libre sobre las superficies vegetales. Las lluvias, el riego por aspersión, el rocío intenso o la niebla persistente permiten que las zoosporas del hongo se desplacen y encuentren los estomas foliares por donde ingresan al interior de los tejidos. El patógeno requiere al menos 4 a 6 horas de humedad continua y temperaturas cercanas a los 20 °C para que la infección se concrete. Estas condiciones se presentan con frecuencia en zonas vitivinícolas de clima templado húmedo (Pscheidt & Ocamb, 2014).

Otro factor crítico es la temperatura ambiental, ya que influye en la velocidad del ciclo del patógeno. Las temperaturas óptimas para la germinación y esporulación de *Plasmopara vitícola* oscilan entre los 18 y 25 °C. Si bien puede desarrollarse fuera de

este rango, en condiciones ideales el patógeno completa su ciclo de forma rápida y puede generar múltiples generaciones en una misma campaña agrícola. Además, noches frescas seguidas de días cálidos con rocío matinal son especialmente favorables para brotes epidémicos (Gent et al., 2013).

El manejo agronómico del viñedo también tiene un papel determinante en la aparición del mildiu. La alta densidad de plantación, la poda deficiente, el exceso de fertilización nitrogenada y la falta de aireación en el dosel vegetal generan un microclima húmedo que favorece la enfermedad. Cuando el follaje es denso, se dificulta la penetración de la luz solar y la ventilación, prolongando el tiempo de mojado foliar y aumentando el riesgo de infección (Pertot et al., 2012).

Desde el punto de vista genético, el uso de variedades de vid altamente susceptibles incrementa significativamente la probabilidad de infecciones severas. Muchas variedades comerciales de *Vitis vinífera* presentan una baja resistencia natural a *Plasmopara viticola*, lo que obliga al agricultor a adoptar medidas de manejo más estrictas. En cambio, variedades híbridas o patrones con resistencia parcial pueden reducir los daños si se combinan con buenas prácticas culturales (Baumgartner et al., 2005).

Por otro lado, un factor antrópico clave es el uso inadecuado de productos fitosanitarios. La aplicación repetitiva de fungicidas del mismo grupo químico, sin alternancia ni seguimiento técnico, puede llevar a la selección de cepas resistentes del patógeno. Esto provoca que los productos pierdan eficacia y que los brotes de mildiu se vuelvan más agresivos con el tiempo. Además, el uso tardío o preventivo mal planificado también reduce la eficiencia del control (Villa et al., 2017)

1.8.2.5. Fundamento del manejo del mildiu según el MIPE

El Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) propone una estrategia sostenible para enfrentar problemas fitosanitarios como el mildiu de la vid, basada en el equilibrio entre métodos culturales, biológicos, físicos y químicos. En el caso del mildiu, esta filosofía busca reducir el daño económico sin depender exclusivamente

de agroquímicos, minimizando así riesgos para la salud humana, el ambiente y la resistencia del patógeno (Kogan, 1998).

El fundamento esencial del MIPE frente al mildiu radica en la prevención, mediante la vigilancia del viñedo, el monitoreo climático y el conocimiento del ciclo del patógeno. La clave está en anticipar las condiciones que favorecen la enfermedad como lluvias, rocío o alta humedad e intervenir justo antes de que se produzcan infecciones. Esto permite reducir aplicaciones innecesarias y mejorar su eficacia (Ehler, 2006).

Dentro de este enfoque, se promueve el uso de prácticas culturales como la poda adecuada, el deshoje, el manejo de la densidad de plantación y el control del riego por aspersión. Estas prácticas contribuyen a disminuir la humedad en el dosel de la planta y, por tanto, reducen el ambiente favorable para *Plasmopara viticola*. Además, se estimula el uso de variedades resistentes o tolerantes, cuando están disponibles, como parte de una estrategia genética integrada (Barzman et al., 2015).

El MIPE también contempla el uso racional de productos fitosanitarios bajo principios de rotación de ingredientes activos y momentos estratégicos de aplicación, basados en modelos de predicción o umbrales de intervención. El uso de tecnologías como estaciones meteorológicas o sistemas de apoyo a la decisión (DSS) facilita la aplicación de tratamientos solo cuando son realmente necesarios (Lescourret et al., 2016).

1.8.2.6 Importancia de capacitación de MIPE al productor vitícola

La capacitación del productor vitícola en el enfoque del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) es un componente fundamental para lograr un sistema de producción sostenible, rentable y respetuosa con el medio ambiente. Este enfoque no solo requiere conocimientos técnicos, sino también una transformación en la forma de tomar decisiones, donde el agricultor se convierte en un gestor activo de la sanidad vegetal (van den Berg & Jiggins, 2007).

Uno de los principales beneficios de capacitar al productor en MIPE es que le permite comprender el ciclo biológico de las plagas y enfermedades, como el mildiu, y así intervenir en los momentos más críticos del desarrollo del patógeno. Esta comprensión permite optimizar recursos, reducir aplicaciones innecesarias de pesticidas y aumentar la eficacia de las intervenciones, disminuyendo costos y riesgos (Pretty & Bharucha, 2015).

Capacitar en MIPE también fortalece la capacidad de observación, análisis y toma de decisiones autónomas del productor. Le brinda herramientas para interpretar datos climáticos, monitorear síntomas tempranos del mildiu, reconocer vectores o evaluar el nivel de presión del patógeno, lo cual es esencial para actuar de manera preventiva y no reactiva (Parsa et al., 2014).

Por otra parte, los programas de capacitación bien diseñados promueven la innovación participativa, fomentando el intercambio de saberes entre técnicos, agricultores y científicos. Esto permite adaptar el enfoque MIPE a las condiciones específicas de cada finca, aumentando la efectividad del control del mildiu y otros problemas fitosanitarios de la vid (Norton et al., 2019).

1.9. Oídio (*Uncinula necator*)

Este hongo produce un micelio blanco sobre hojas, brotes y frutos. Afecta la fotosíntesis, reduce el rendimiento y puede llegar a dañar severamente los racimos. Se propaga fácilmente en ambientes cálidos y secos, y su control se basa en tratamientos con azufre y fungicidas específicos (Rivas y Delgado, 2017).

1.10. Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)

La botritis cinérea o podredumbre gris es una enfermedad causada por el hongo *Botrytis cinerea* que afecta principalmente a flores, brotes y racimos de la vid. Produce una pudrición blanda acompañada de un micelio gris ceniciento, provocando pérdidas de rendimiento y deterioro de la calidad del fruto. Su desarrollo está estrechamente relacionado con condiciones de alta humedad, lluvias frecuentes y

escasa ventilación del cultivo, siendo más severa durante la floración y la maduración de las uvas. (Elad et al., 2021)

CAPÍTULO II

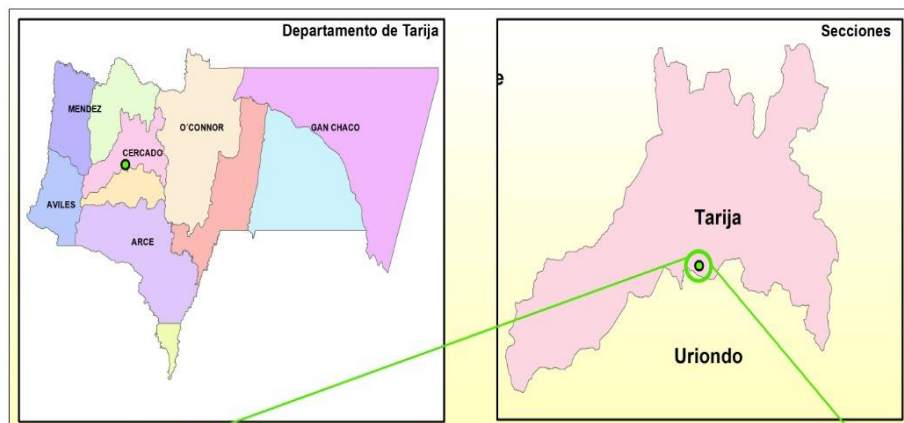
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

El presente trabajo dirigido se realizó en la finca DON JULIO ubicada en la comunidad La Cabaña, provincia de Cercado departamento de Tarija, Esta región forma parte del valle central de Tarija, caracterizado por su aptitud para el cultivo de vid, gracias a sus condiciones agroecológicas favorables para la producción frutícola.

Geográficamente, el departamento de Tarija se encuentra al sur de Bolivia. Limita al norte con Chuquisaca, al sur con Argentina, al este con Paraguay y al oeste nuevamente con Chuquisaca y Potosí. La comunidad La Cabaña está localizada en cercado aproximadamente entre los paralelos 21°30' y 22°00' de latitud sur y los meridianos 64°30' y 65°00' de longitud oeste. Esta zona presenta una altitud media de 1.850 msnm, siendo propicia para cultivos permanentes como la vid.

MAPA DE UBICACION



2.2. Características Agroecológicas

La región cuenta con un clima templado sub húmedo, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 12 °C y 24 °C. El régimen de precipitaciones se concentra entre los meses de noviembre a marzo, alcanzando un promedio anual de 600 a 800 mm. La humedad relativa varía entre 50 % y 80 %, y los vientos predominantes provienen del sureste. Estas condiciones favorecen la aparición del mildiu (*Plasmopara viticola*), especialmente en periodos de alta humedad y temperaturas moderadas.

2.2.1. Temperatura:

En cuanto a la temperatura, se registraron valores que oscilaron entre 18 °C y 21 °C, los cuales son considerados adecuados para el desarrollo del patógeno, favoreciendo su crecimiento y propagación.

Durante el período de estudio se registraron condiciones climáticas variables que influyeron en el desarrollo del mildiu (*Plasmopara viticola*) en el cultivo de *Vitis vinifera* L. Entre los principales factores evaluados se consideraron la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y la velocidad del viento.

2.2.2 Precipitación:

Respecto a la precipitación, se presentaron lluvias con valores entre 40 y 87,6 mm durante el periodo evaluado. La presencia de lluvias constantes contribuyó a la formación de humedad sobre el follaje, condición necesaria para la germinación de las esporas del patógeno.

2.2.3 Humedad:

La humedad relativa se mantuvo en niveles superiores al 67 %, lo cual favoreció la permanencia de agua libre en las hojas, incrementando el riesgo de infección y desarrollo del mildiu. Durante los mes más cálidos y lluviosos se incrementa la humedad ambiental, lo que favorece el desarrollo del patógeno.

2.2.4. Viento:

En relación con el viento, este actuó como un factor de dispersión del patógeno, facilitando la propagación de las esporas dentro del viñedo, aunque también contribuyó parcialmente a la ventilación del cultivo en ciertos momentos.

En conjunto, las condiciones climáticas registradas durante el periodo de estudio fueron favorables para el desarrollo del mildiu, lo cual se reflejó en el incremento progresivo de la incidencia y severidad de la enfermedad en las diferentes variedades evaluadas.

Para poder contar con datos climatológicos diarios se hizo el uso del Centro de Monitoreo Agroclimático centro que se encuentra en la Facultad de ciencias Agrícolas y Forestales el mismo que beneficio a productores vitícolas del valle central de Tarija con el fin de poder brindar apoyo con los datos climatológicos diarios los mismos que ayudaron a que los productores puedan tomar previsiones ante posibles precipitaciones como posibles temperaturas para la presencia inicial del mildiu , lluvias oh granizadas etc.

2.2.5. Sector agrícola

Tarija presenta una economía agrícola diversificada, siendo la vid uno de los principales cultivos del valle central. La producción de uva tiene gran importancia para la elaboración de vinos y singanis, productos emblemáticos de la región. Además, se cultivan papa, maíz y caña de azúcar. El área vitivinícola de Tarija está en constante expansión y representa una fuente significativa de ingresos para las familias productoras.

2.3. Material vegetal

El estudio se realizó sobre plantas adultas de vid (*Vitis vinifera*) de las variedades Moscatel de Alejandría, Cabernet Sauvignon, Ugni Blac, Barbera, Malbec, establecidas para la producción se seleccionaron bloques de plantas previamente afectadas por mildiu para realizar el monitoreo y evaluación fitosanitaria.

2.4. Análisis físico - químico del suelo

El análisis físico-químico del suelo se realizó con el propósito de evaluar las condiciones edáficas que podrían favorecer o limitar la aparición del mildiu (*Plasmopara viticola*) en los lotes de vid de la finca Don Julio .

Esta enfermedad es altamente influenciada por factores ambientales entre los cuales el estado del suelo juega un papel fundamental ya que afecta la disponibilidad de nutrientes, retención de humedad, y el vigor de las plantas.

Suelos con deficiencias de nutrientes esenciales o con características físicas que propicien encharcamientos pueden debilitar las plantas aumentando su susceptibilidad al patógeno

Por ello conocer parámetros como PH, MATERIA ORGÁNICA, CONTENIDO DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES, TEXTURA DEL SUELO, permitieron tomar decisiones sobre la fertilización, drenaje, y manejo de riego de todos los lotes seleccionados para la investigación, contribuyendo de manera preventiva a reducir la incidencia y severidad del mildiu.

Este análisis por tanto se convirtió en una de las herramientas claves para diseñar estrategias de manejo integrado que fortalecieron la salud de la vid y disminuyendo las condiciones favorables para el desarrollo del hongo, por tanto se realizaron muestreos de suelos siguiendo la metodología establecida de laboratorio de suelos de la U.A.J.M.S perteneciente a la F.C.A.Y.F para la toma de muestras de suelos de viñedos , las muestras fueron recolectadas en diferentes puntos representativos de los viñedos posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de suelos .

2.5. Metodología de la investigación

2.5.1. Tipo de investigación

Para desarrollar el presente trabajo dirigido, se realizó una evaluación fitosanitaria en la finca Don Julio, comunidad La Cabaña, con el objetivo de identificar la presencia e incidencia del mildiu (*Plasmopara viticola*) en las plantas de vid, variedades Moscatel de Alejandría, Cabernet Sauvignon, Barbera, Ugni Blanc, Malbec, además,

se implementaron estrategias de manejo integrado para prevenir y controlar esta enfermedad.

La investigación fue de tipo descriptiva, centrada en la observación directa de las plantas y el registro de los síntomas de la enfermedad, complementada con la observación de muestras en laboratorio. Se aplicó una práctica de manejo, la poda, como parte de las estrategias de prevención, sin manipulación experimental de variables, con el fin de describir el comportamiento del mildiu y las medidas de manejo aplicadas.

2.5.2. Muestreo

Se aplicó un muestreo Aleatorio por lote. La finca fue dividida en lotes previamente definidos. En cada lote, se seleccionó un punto de inicio al azar y se tomó muestras de plantas a intervalos regulares. Se tomó muestras representativas de hojas en cada lote. El muestreo se realizó cuando se pudo observar en campo los primeros síntomas del hongo en función de inicio de temporada favorable para la aparición del mildiu haciendo un muestreo inicial en sarmiento y hojarasca seca del viñedo, posterior a ese muestreo se volvieron a tomar muestras en hoja verde.

En cada planta muestreada se evaluó la incidencia y severidad del mildiu, registrando los síntomas visibles y las condiciones ambientales (humedad, temperatura y precipitación,) que puedan influir en el desarrollo de la enfermedad.

2.5.2.1. Como se calculó la incidencia y severidad

Incidencia: se refiere al % plantas o partes de las plantas afectadas por la enfermedad del total evaluado.

Este método se basa en los principios de la epidemiología vegetal descritos por James E. Vanderplank (1963), quien define la incidencia como la proporción de unidades enfermas dentro de una población.

$$\text{Formula : Incidencia (\%)} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de plantas enfermas})}{(\text{N}^\circ \text{ de plantas evaluadas})} * 100$$

Severidad: Indica cuánto daño a causado, la enfermedad es decir el % del área afectada en la planta.

Formula: Severidad (%) = La severidad de la enfermedad se calculó mediante la fórmula propuesta por Townsend y Heuberger (1943), la cual permite estimar el porcentaje de área foliar afectada en función del número de unidades evaluadas y el grado de daño observado:

$$(\text{Sumatoria de } (n \times v) / (N \times V) \times 100^\wedge$$

n = número de hojas en cada grado.

v = valor del grado de severidad.

N = total de hojas evaluadas.

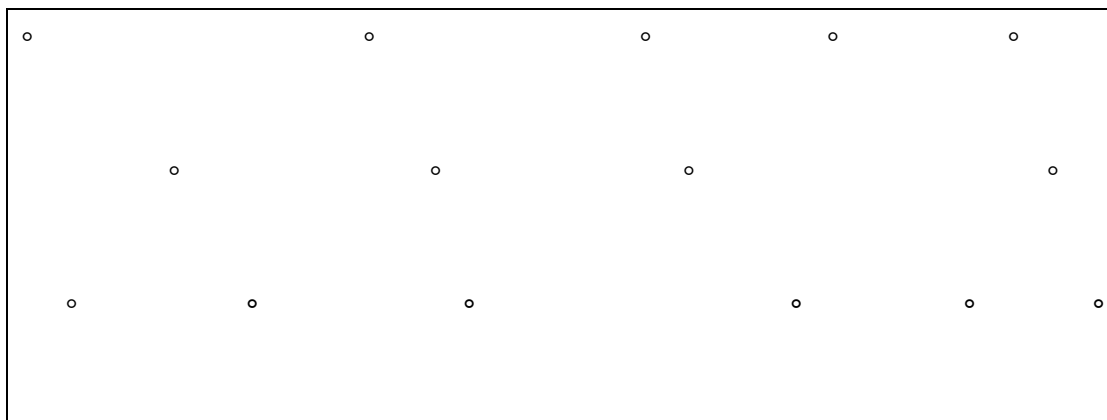
V = valor máximo de la escala.

Parámetros para la medición de la severidad

GRADO	DESCRIPCIÓN	SEVERIDAD (%ÁREA FOLIAR AFECTADA)
0	Sin síntomas	0%
1	Manchas pequeñas y aisladas	1-5%
2	Manchas visibles	6-10%
3	Daño moderado	11-25%
4	Daño alto	26-50%
5	Dalo severo	50%

2.6. Plan de muestreo sistemático (1% de plantas)

Se evaluó el 1 % de las plantas por lote para obtener datos representativos de la población total.



Selección de las plantas:

Las plantas evaluadas por lote fueron seleccionadas al azar mediante un muestreo aleatorio simple. Para ello se recorrió cada lote siguiendo un patrón libre y se marcaron las plantas a evaluar sin seguir un orden preestablecido.

LOTE	Total, de plantas
1	2797
2	2989
3	732
4	3435
5	2864

2.7. Análisis en laboratorio

Los sarmientos recolectados de las distintas variedades de estudio (5) fueron trasladadas al laboratorio de biología de la F.C.A.Y.F para la confirmación del agente causal o inicial del mildiu (*Plasmopara viticola*).

El material fue incubado en cámara húmeda, utilizando bolsas plásticas herméticas que las muestras estaban cubiertas de papel absorbente, previamente humedecido con agua destilada, con el fin de generar condiciones de alta humedad relativa, las muestras se estuvieron a temperatura ambiente y se rehumedecieron cada 2-4 días para conservar la humedad interna, el periodo de incubación fue de 14 días, tiempo donde se pudo observar la aparición de signos compatibles con mildiu en los sarmientos evaluados, las estructuras fueron compatibles con el patógeno causante.

Así mismo se recolectaron muestras de hojas verdes que presentaban síntomas compatibles con mildiu en campo dichas muestras fueron trasladadas a laboratorio de biología para su evaluación microscópica.

Para la observación de las estructuras del patógeno, se utilizó la técnica de impresión con cinta adhesiva transparente. La cinta fue aplicada sobre el envés de la hoja donde se observaba la presencia de (aspecto algodonoso, pulverulento) y posteriormente fue colocado en un porta objetos para su visualización en microscopio óptico.

La observación permitió identificar estructuras compatibles con el patógeno causante del mildiu en la vid, las estructuras observadas fueron consistentes con las descritas para (*Plasmopara viticola*).

2.8. Aplicación de manejo integrado

Posteriormente, se aplicaron las estrategias de manejo integrado, que incluyeron el uso de productos biológicos desarrollados por PROINPA, como *Trichoderma harzianum* y otros en combinación con prácticas culturales recomendadas.

Entre las prácticas culturales se realizaron dos tipos de poda, la misma que fue realizada en una sola variedad de la finca que fue la variedad Moscatel de Alejandría las podas realizadas fueron:

- Poda de cordón apitonado que corresponde a la poda tradicional de la finca.
- Poda Guyot de origen francés.

2.8.1 Poda de cordón apitonado

El cordón apitonado es un sistema de poda donde todo el cordón está formado por pitones cortos generalmente entre 1, 2 yemas que producen los racimos, no se dejan brazos largos fructíferos, y la producción depende exclusivamente de estos pitones distribuidos a lo largo del pitón.

Ventajas:

- Manejo relativamente simple después del cordón.
- Distribución uniforme de racimos.
- Evitar crecimiento excesivo de madera.

Desventajas:

- Producción limitada ya que depende de pitones cortos.
- Renovación de madera lenta.
- Menor flexibilidad ante estrés ambiental menor acumulación para la planta.

2.8.2. Poda de guyot francés

La poda de guyot francés es un sistema de poda con brazos fructíferos donde se dejan 3 brazos por planta (dos laterales y un central) cada sarmiento en los brazos conserva de 4, 5 yemas de producción, donde la madera vieja se eliminará totalmente favoreciendo la renovación anual de la planta.

Ventajas:

- Alta producción. tres brazos con 4 a 5 yemas generan más racimos por planta.
- Calidad de fruto cada racimo recibe buena luz y nutrientes.

- Prevención de enfermedades.
- Renovación anual eficiente.

Desventajas:

- Posible sobre carga en la planta.
- Mayor mano de obra y precisión requerida.

2.8.3. Comparación entre cordón apitonado y guyot francés

CARACTERÍSTICA	CORDÓN APITONADO	GUILLOT FRANCÉS
Tipo de ramas	Solo pitones cortos	Brazos fructíferos de 4-5 yemas
Renovación de Madera	limitada	Totalmente renovada
Capacidad productiva	moderada	Alta
Calidad de fruto	Buena	Superior
Acumulación de reservas	baja	Alta
Control de vigor	Medio	Buena
Prevención de enfermedades	Media	Alta (eliminación de Madera vieja)
Flexibilidad	Baja	Alta

2.9. Monitoreo y evaluación

Se realizó un monitoreo periódico desde de julio 2025 hasta febrero 2026, para evaluar la efectividad de las estrategias aplicadas. Durante este periodo a la confirmación del patógeno en laboratorio se realizó un monitoreo mensual en campo con el objetivo de evaluar la presencia y evolución del mildiu en las cinco variedades estudiadas, esta evaluación se efectuó mediante observación visual directa durante todo el periodo fenológico de la planta registrando la presencia de síntomas, rebrote vegetativo, nuevas infecciones.

El monitoreo permitió evaluar la dinámica de la enfermedad bajo las condiciones naturales en campo.

2.9.1 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de incidencia y severidad fueron analizados mediante estadística descriptiva calculándose porcentajes y promedios.

En la evaluación de cosecha de los dos tipos de poda realizados se determinó el rendimiento promedio por planta en cada sistema de poda, a partir del número total de gamelas registradas y el número de plantas evaluadas por sistema de poda, la comparación realizada fue de carácter descriptivo

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Confirmación del patógeno Mildiu (*Plasmopara viticola*)

3.1.1. Análisis en laboratorio



FOTO: Observación visual y microscópica de sarmiento en laboratorio.

Se presentan los siguientes resultados obtenidos durante la evaluación fitosanitaria del cultivo de vid, considerando la incidencia y severidad del mildiu (*Plasmopara viticola* L.) así como la influencia de las condiciones climáticas y las prácticas de manejo aplicadas durante el ciclo de producción vegetativo de la planta.

3.1.2. Tabla N° 1. Confirmación del patógeno en sarmiento en laboratorio

Fecha de corte de Sarmiento	Etapas Fenológica de La planta	Variedad	Sarmiento Evaluados	Sarmientos Afectados	Presencia
18/08/25	Dormancia	Ugni Blanc	15	0	Negativa
18/08/25	Dormancia	Moscatel	15	33.3%	Positiva
18/08/25	Dormancia	Barbera	15	0	Negativa
18/08/25	Dormancia	Cabernet Sauvignon	15	0	Negativa
18/08/25	Dormancia	Malbec	15	0	Negativa

Elaboración propia (2025).

La confirmación del patógeno en sarmientos se realizó mediante el análisis de muestras recolectadas el 18 de agosto de 2025, durante la etapa de dormancia de las plantas de vid. En esta evaluación se consideraron cinco variedades: Ugni Blanc, Moscatel, Barbera, Cabernet sauvignon y Malbec, analizándose 15 sarmientos por cada variedad en condiciones de laboratorio.

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias en la presencia del patógeno entre las variedades evaluadas. En la variedad Moscatel se registraron 5 sarmientos afectados con el 33.3 % de un total de 15 evaluados, lo que indica la presencia del patógeno en el material vegetal analizado. En contraste, las variedades Ugni Blanc, Barbera, Cabernet y Malbec no presentaron sarmientos afectados, registrándose 0 casos de infección en las muestras analizadas.

Se realizó un análisis un análisis fitopatológico con el objetivo de confirmar la presencia del agente causal del mildiu en muestras de sarmiento de vid recolectadas en campo.

Los sarmientos fueron acondicionados mediante la generación de microclima controlado donde fueron envueltas en papel absorbente previamente humedecido , con la finalidad de observar la humedad necesaria para favorecer el desarrollo del patógeno , las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico herméticas, generando un microambiente húmedo similar a las condiciones que se generan en campo .

Durante el periodo de incubación las muestras fueron humedecidas día por medio a lo largo de una semana con el objetivo de mantener condiciones favorables para la activación y desarrollo del agente causal sobre los tejidos del sarmiento.

Transcurrido este periodo realice la observación microscópica para la identificación de estructuras morfológicas del patógeno, tales como micelio oh estructuras reproductivas, permitiendo confirmar la presencia del inocuo en estado de dormancia de la planta.

Estos resultados sugieren que, durante la etapa de dormancia, el patógeno asociado al mildiu puede mantenerse en estructuras vegetativas de algunas variedades, como en el caso de Moscatel, mientras que en las demás variedades evaluadas no se detectó su presencia en los sarmientos analizados.

3.2. Incidencia del Mildiu (*Plasmopara viticola*)

3.2.1. Tabla N° 2. Incidencia del mildiu en la planta por variedad primer brote

FECHA	ETAPA FENOLÓGICA	VARIEDAD	PLANTAS TOTALES	PLANTAS INFECTADAS	INCIDENCIA
26/11/25	Baya tamaño arveja	Malbec	2797	25	0.89 %
26/11/25	Baya tamaño arveja	Cabernet	2989	37	1.24 %
26/11/25	Baya tamaño arveja	Barbera	732	20	2.73 %
26/11/25	Baya tamaño arveja	Moscatel	3435	22	0.64 %
26/11/25	Baya tamaño arveja	Ugni Blanc	2864	10	0.35 %

Fuente: Elaboración propia (2025).

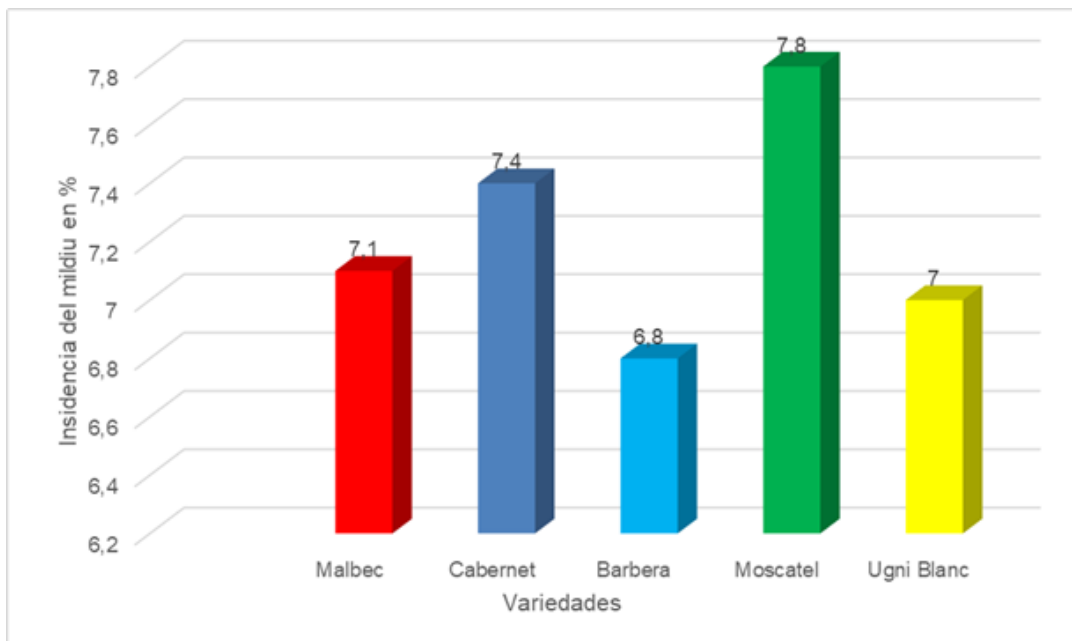
La Tabla 2 presenta la incidencia del mildiu en la planta por variedad durante el primer brote de aparición de la enfermedad, registrado el 26 de noviembre de 2025, cuando el cultivo se encontraba en la etapa fenológica de baya tamaño arveja. En esta evaluación se consideró el número total de plantas por variedad y el número de plantas que presentaron síntomas de infección.

La variedad Barbera presentó la mayor incidencia con un valor de 2,73 %, seguida de Cabernet con 1,24 % y Malbec con 0,89 %. Por su parte, Moscatel registró una incidencia de 0,64 %, mientras que Ugni Blanc mostró el valor más bajo con 0,35 %.

En términos generales, la incidencia del mildiu se mantuvo en niveles reducidos en todas las variedades evaluadas, lo que sugiere una baja presencia de la enfermedad en esta etapa del cultivo. Sin embargo, la mayor incidencia observada en la variedad Barbera podría indicar una mayor susceptibilidad relativa frente al patógeno o una

posible influencia de condiciones microambientales específicas que favorecieron el desarrollo de la enfermedad.

3.2.2. Gráfica N° 1. Incidencia del mildiu en los lotes de producción en porcentaje



Fuente: Elaboración propia (2025).

Durante el primer brote, la incidencia se mantuvo en niveles bajos, con valores que oscilaron aproximadamente entre 6,8 % y 7,8 %, lo cual indica una fase inicial de infección del patógeno. En esta etapa, el número de plantas afectadas fue reducido, lo que sugiere que las condiciones ambientales aún no eran completamente favorables para una rápida propagación de la enfermedad.

Al analizar la incidencia por variedad, se observaron diferencias en el grado de afectación, lo que evidencia una variabilidad en la susceptibilidad varietal. Algunas variedades presentaron valores ligeramente superiores, lo cual puede estar asociado a factores como la ubicación del lote, la acumulación de humedad y la ventilación del cultivo.

3.3. Severidad del Mildiu (*Plasmopara viticola*)

4.3.1. Tabla N° 3. Severidad del mildiu en la planta por variedad confirmación del patógeno en laboratorio (primer brote)

FECHA	ETAPA FENOLÓGICA	VARIEDAD	HOJAS EVALUADAS	HOJAS CON SÍNTOMAS	GRADO DE SEVERIDAD OBSERVADO	SEVERIDAD
26/11/25	Baya tamaño arveja	Malbec	100	10	1 mínimo	2,1 %
26/11/25	Baya tamaño arveja	Cabernet	100	11	1 mínimo	2,2%
26/11/25	Baya tamaño arveja	Barbera	100	9'	1 mínimo	1,7%
26/11/25	Baya tamaño arveja	Moscatel	100	10	1 mínimo	2%
26/11/25	Baya tamaño arveja	Ugni Blanc	100	10	1 mínimo	2%

Elaboración propia (2026).

La Tabla 3 presenta la evaluación de la severidad del patógeno durante el primer brote observado en las variedades de vid Malbec, Cabernet, Barbera, Moscatel y Ugni Blanc, realizada el 26 de noviembre de 2025 en la etapa fenológica de baya tamaño arveja, que fue en esta etapa que se presentaron los síntomas de presencia del mildiu en el cultivo de vid. Para esta evaluación se consideraron 100 hojas por variedad, registrándose el número de hojas que presentaron síntomas y el grado de severidad observado.

El parámetro de severidad del mildiu (*Plasmopara vitícola*) fue evaluado mediante una escala visual de estimación del porcentaje de área foliar afectada, basada en los criterios propuestos por James C. Horsfall y Robert W. Barratt (1945), quienes desarrollaron una escala ampliamente utilizada en fitopatología para la cuantificación de enfermedades en tejidos vegetales.

Esta escala permite clasificar el nivel de daño en función del porcentaje de área afectada, estableciendo diferentes grados de severidad. Para el presente estudio se consideraron los siguientes criterios:

Tabla N° 4. Parámetros para la medición de la severidad

GRADO	DESCRIPCIÓN	SEVERIDAD (%ÁREA FOLIAR AFECTADA)
0	Sin síntomas	0%
1	Manchas pequeñas y aisladas	1-5%
2	Manchas visibles	6-10%
3	Daño moderado	11-25%
4	Daño alto	26-50%
5	Dalo severo	50 %

Durante el primer brote de la enfermedad, las hojas evaluadas presentaron principalmente síntomas leves caracterizados por manchas pequeñas y aisladas, correspondientes al grado 1 de severidad (1–5 %), lo que indica un nivel inicial de infección del patógeno.

Los resultados evidencian que la severidad del patógeno fue baja en todas las variedades evaluadas, observándose únicamente síntomas mínimos (grado 1), caracterizados por la presencia de pequeñas manchas en las hojas. Las hojas que presentaron estos síntomas fueron recolectadas y trasladadas al laboratorio de

biología de la FCAF, con el fin de confirmar la presencia del patógeno mediante su observación y análisis.

En la variedad Malbec se registraron 10 hojas con síntomas, lo que correspondió a una severidad de 2,1 %. De manera similar, la variedad Cabernet presentó 11 hojas afectadas, alcanzando una severidad de 2,2 %, siendo el valor más alto registrado entre las variedades evaluadas.

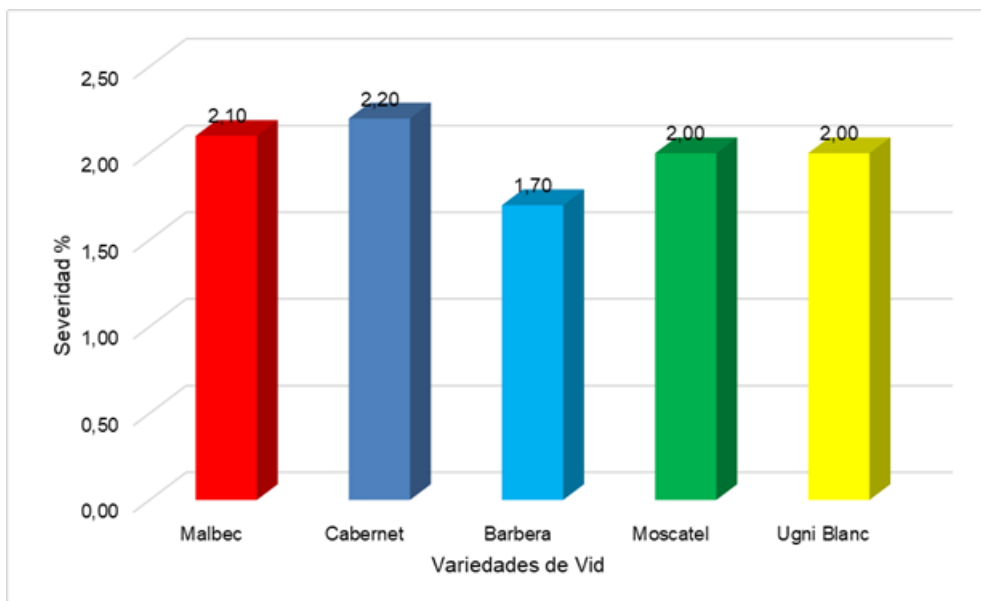
Por otra parte, la variedad Barbera presentó 9 hojas con síntomas, con una severidad de 1,7 %, constituyendo el valor más bajo observado en el estudio. En el caso de Moscatel y Ugni Blanc se registraron 10 hojas con síntomas en cada variedad, con una severidad de 2 % respectivamente.



Foto: muestras trasladadas y observadas en microscopio.

En general, los resultados indican que durante el primer brote del patógeno la severidad fue mínima en todas las variedades evaluadas, lo cual sugiere que la enfermedad se encontraba en una fase inicial de desarrollo en el cultivo.

3.3.3. Gráfica N° 2. Severidad del mildiu por variedad, en porcentaje medido en las hojas



Fuente: Elaboración propia (2025).

Durante el primer brote, la severidad se mantuvo en niveles bajos, con valores que oscilaron entre aproximadamente 1,7 % y 2,2 %, correspondientes a un grado mínimo de afectación (grado 1). En esta etapa, los síntomas se manifestaron principalmente como manchas pequeñas y aisladas en las hojas, lo que indica una fase inicial del desarrollo de la enfermedad.

Las diferencias entre variedades fueron poco marcadas en esta fase, lo que sugiere que, aunque el patógeno estaba presente, su impacto aún no era significativo en términos de daño foliar.

3.4. Incidencia y Severidad en hojas

3.4.1. Tabla N° 5. Incidencia y severidad del mildiu en hoja verde según los brotes del patógeno

Variedad	Primer brote Incidencia (%)	Primer brote Severidad (%)	Segundo brote Incidencia (%)	Segundo brote Severidad (%)	Primer rebrote Incidencia (%)	Primer rebrote Severidad (%)	Segundo rebrote Incidencia (%)	Segundo rebrote Severidad (%)
Fecha	31/10/25	31/10/25	12/11/25	12/11/25	22/11/25	22/11/25	08/12/25	08/12/25
Malbec	7,1	2,1	32,2	11,5	64,4	21,5	89,4	35,6
Cabernet	7,4	2,2	33,5	12	66,9	22	90,4	36
Barbera	6,8	1,7	30,1	12	54,6	20	88,8	34
Moscatel	7,8	2	31,8	11	69,3	23	92,4	37
Ugni Blanc	7	2	31,4	11	62,9	21,5	90,8	36

Fuente: Elaboración propia (2025).

La tabla N° 4 presenta la incidencia y severidad del mildiu (*Plasmopara viticola*) en las variedades de vid Malbec, Cabernet, Barbera, Moscatel y Ugni Blanc durante los diferentes brotes y rebrotes observados entre el 31 de octubre y el 8 de diciembre de 2025.

En el primer brote, la incidencia fue baja en todas las variedades, con valores de 6,8 % a 7,8 %, y la severidad fue mínima, entre 1,7 % y 2,2 %, indicando la presencia de pocas plantas afectadas con síntomas leves.

Durante el segundo brote, la incidencia aumentó notablemente, alcanzando entre 30,1 % y 33,5 %, y la severidad se elevó a valores entre 11,0 % y 12,0 %, reflejando que más plantas mostraban síntomas más visibles.

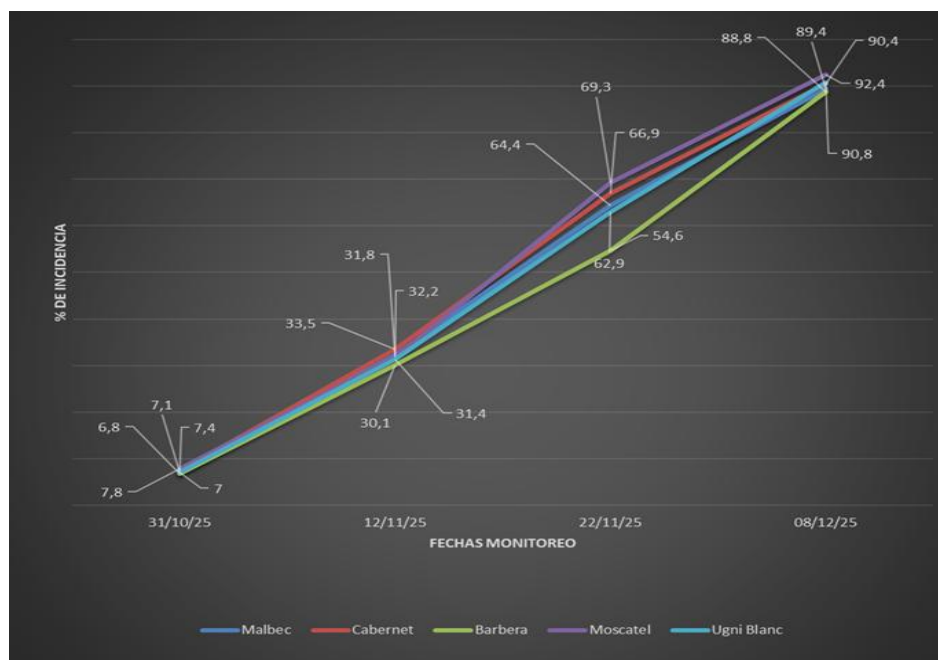
En el primer rebrote, la incidencia continuó aumentando, con valores de 54,6 % a 69,3 %, y la severidad se incrementó a entre 20,0 % y 23,0 %, evidenciando un mayor grado de afectación en las plantas enfermas.

Finalmente, en el segundo rebrote, la incidencia fue muy alta, entre 88,8 % y 92,4 %, y la severidad alcanzó valores entre 34,0 % y 37,0 %, mostrando que casi todas las plantas estaban afectadas y con síntomas graves.

Estos resultados reflejan claramente la progresión de la enfermedad a lo largo de los brotes y rebrotes, con un aumento gradual tanto en el número de plantas afectadas como en la intensidad de los síntomas, confirmando la dinámica de infección del mildiu en el viñedo.

3.5. Dinámica del Mildiu en el tiempo

3.5.1. Gráfica N° 3. Incidencia del Mildiu por variedad y por fecha, en porcentaje



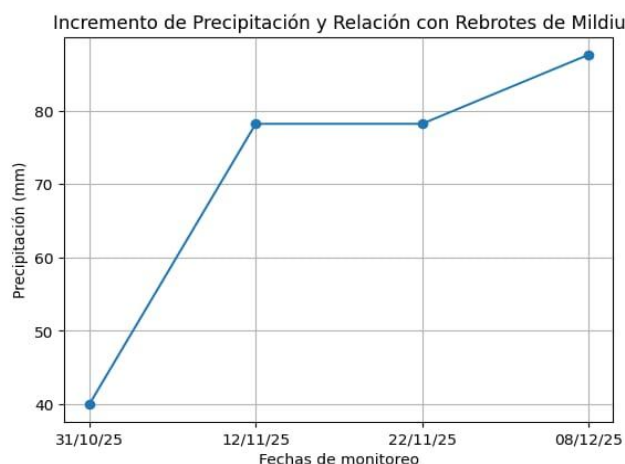
Fuente: Elaboración propia (2026).

La gráfica evidencia un incremento progresivo y sostenido de la incidencia del mildiu en todas las variedades evaluadas a lo largo de las fechas de monitoreo. En la primera evaluación, los valores se presentan bajos y muy similares entre variedades, indicando una fase inicial de infección del patógeno.

A medida que avanzan las fechas, se observa un aumento marcado de la incidencia, con una tendencia prácticamente paralela entre todas las variedades, lo que sugiere que el desarrollo de la enfermedad fue generalizado en el cultivo y no exclusivo de una sola variedad.

En las evaluaciones intermedias, el incremento es considerable, alcanzando valores superiores al 50 %, lo que refleja una rápida propagación del patógeno en condiciones favorables.

3.5.2. Parámetro climatológico



Fuente: Elaboración propia (2025).

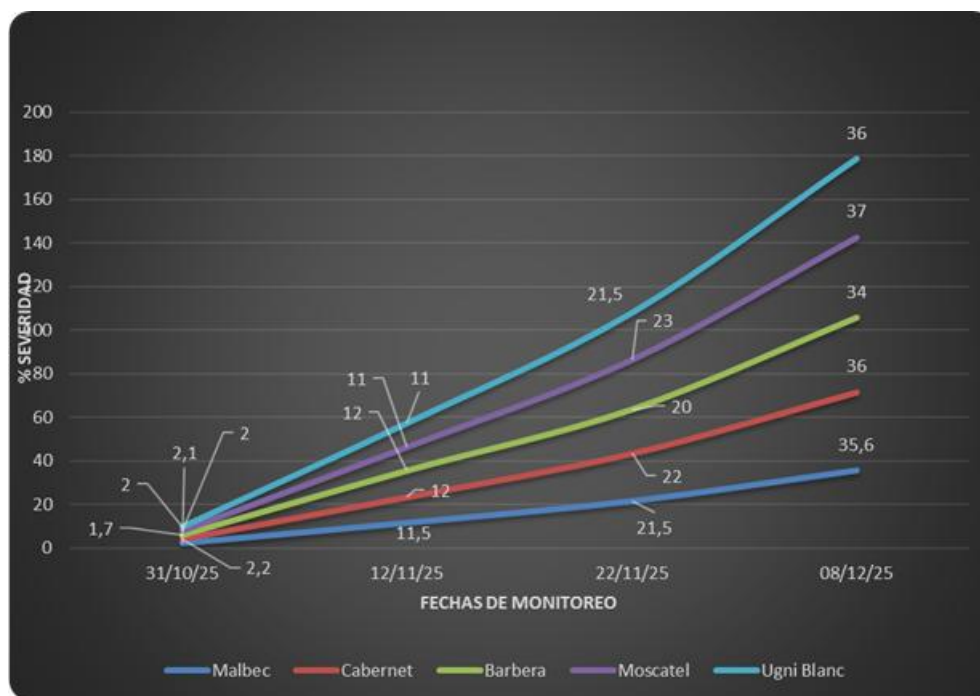
Para poder comprender mejor la gráfica número 3 y por qué a pesar de controlar el patógeno aumentaba la incidencia podemos decir que;

Durante el periodo de evaluación, la precipitación mostró un incremento considerable, pasando de 40 mm el 31/10/25 a 78,2 mm en las fechas 12/11/25 y 22/11/25, alcanzando finalmente 87,6 mm el 08/12/25. Este aumento generó condiciones favorables para el desarrollo del mildiu, lo que explica la presencia de rebotes de la enfermedad en las diferentes variedades evaluadas.

Sin embargo, a pesar de que en la última fecha (08/12/25) se registró la mayor precipitación, se evidenció un control de la enfermedad. Esto indica que las estrategias de manejo implementadas fueron efectivas, permitiendo reducir el avance del mildiu incluso bajo condiciones ambientales altamente favorables para su desarrollo.

En consecuencia, se demuestra que, aunque la precipitación influye directamente en la aparición y severidad del mildiu, la aplicación oportuna de medidas de control permite mitigar su impacto y mantener la enfermedad bajo niveles manejables.

3.5.3. Gráfica N° 4. Severidad del Mildiu por variedad y por fecha, en porcentaje



Fuente: Elaboración propia (2025).

La severidad del mildiu en el cultivo de *Vitis vinífera* mostró una tendencia creciente a lo largo del periodo de evaluación, evidenciando una dinámica epidémica típica de la enfermedad bajo condiciones ambientales favorables. Este incremento progresivo sugiere que factores como la alta humedad relativa, precipitaciones frecuentes y temperaturas moderadas favorecieron la germinación de esporas y la posterior infección.

3.6. Presencia del mildiu (*Plasmopara viticola*) en brotes

3.6.1. Tabla N° 6. Registro de presencia de mildiu en brotes de vid y condiciones climáticas asociadas

Presencia del Mildiu	Fechas de Presentación	Periodo de Desarrollo de la planta	Precipitación	Temperatura	Humedad
1 ^{er} brote	31/10/25	Floración	40,0 mm	18,2	67,3 %
2 ^{do} brote	12/11/25	Baya tamaño Arveja	78,2 mm	20,0	72,0 %
Rebrote	22/11/25	Baya tamaño Arveja	78,2 mm	20,0	72,0 %
Rebrote	8/12/25	Envero	87,6 mm	21,1	80.6 %

Fuente: Elaboración propia (2025).

La Tabla 5 presenta los brotes de ataque del hongo, registrando la fecha de aparición, el periodo de desarrollo de la planta en el momento de la infección y las condiciones ambientales asociadas, incluyendo precipitación (mm), temperatura (°C) y humedad relativa (%).

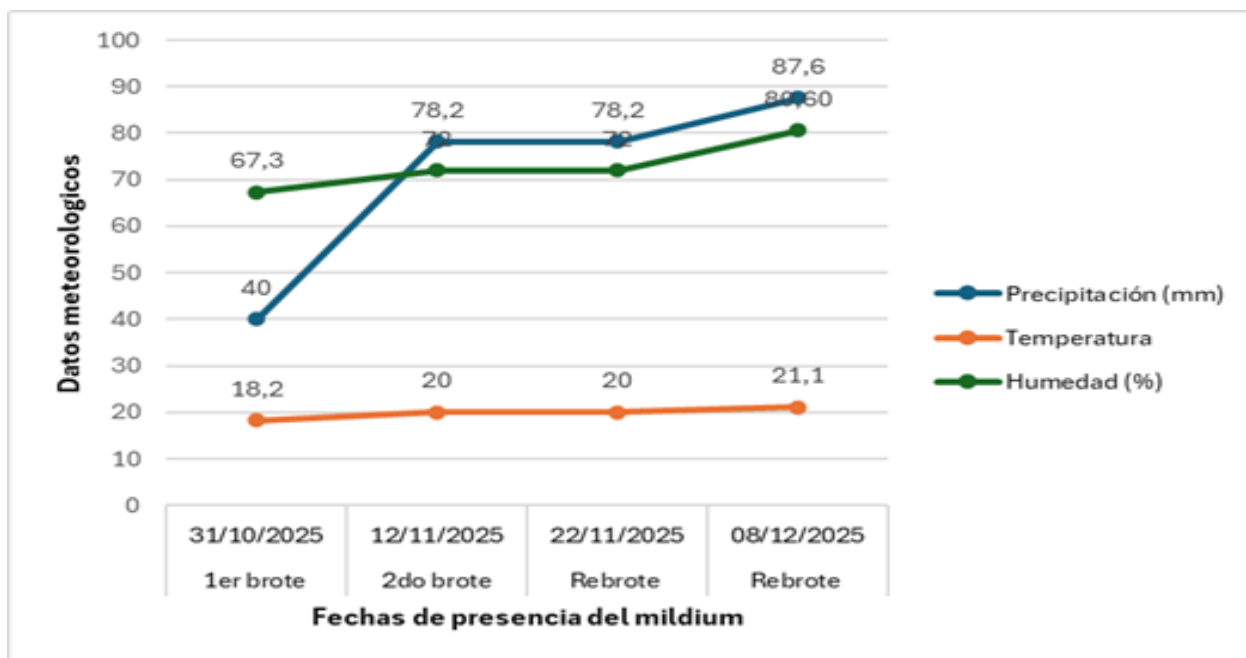
El primer brote se observó el 31 de octubre de 2025, durante la etapa de exploración, con 400 mm de precipitación, temperatura de 18,2 °C y 67,3% de humedad relativa. El segundo brote ocurrió el 12 de noviembre de 2025, en la fase de tamaño arveja, con 782 mm de precipitación, 20,0 °C de temperatura y 720% de humedad.

Se registraron dos rebrotes: el primero el 22 de noviembre de 2025 y el segundo el 8 de diciembre de 2025, ambos durante la fase de tamaño arveja, con precipitaciones de 782 mm y 876 mm, temperaturas de 20,0 °C y 21,1 °C, y humedades relativas de 72,0% y 80,6%, respectivamente.

Estos registros permiten relacionar la fenología de la vid y las condiciones ambientales con la aparición del patógeno, evidenciando que periodos con mayor humedad y temperatura favorable coinciden con la presencia de mildiu, tanto en los brotes iniciales como en los rebrotes.

3.7. Influencia de factores climatológicos

3.7.1. Gráfica N° 5. Presencia del mildiu según los elementos meteorológicos



Fuente: Elaboración Propia (2025).

Se observa que la precipitación presenta una tendencia creciente, pasando de valores bajos en la primera fecha (40 mm) a valores más altos en las evaluaciones posteriores (hasta aproximadamente 87,6 mm). Este incremento coincide con las etapas donde se reporta mayor presencia de la enfermedad, lo que indica que la lluvia actúa como un factor determinante en la diseminación y desarrollo del patógeno, favoreciendo la liberación y dispersión de esporas.

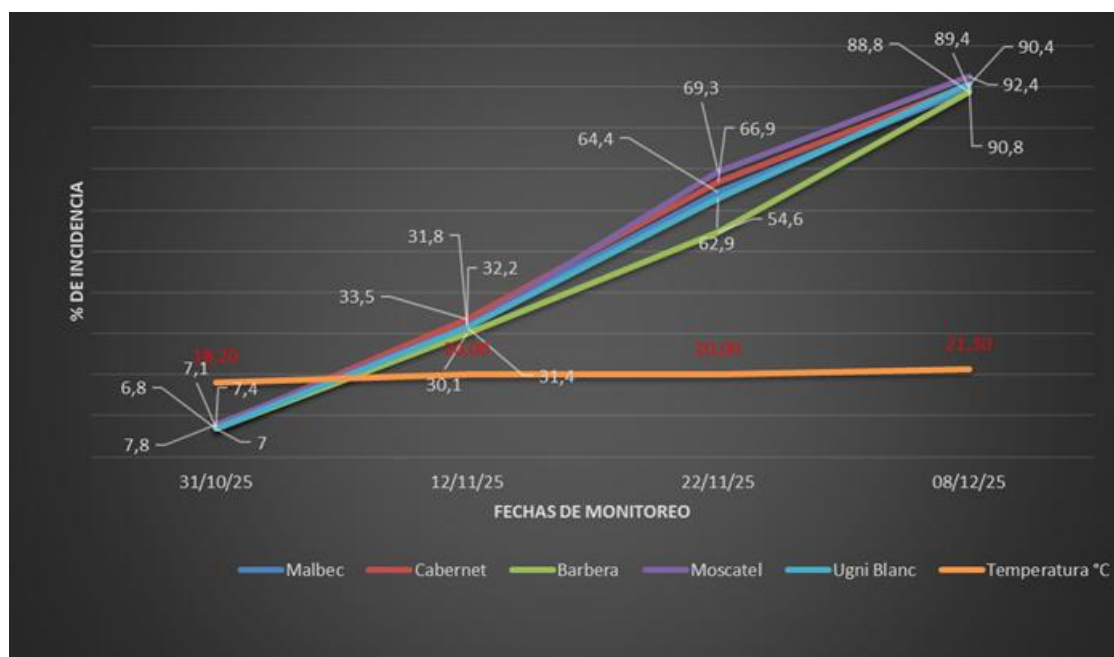
Por su parte, la humedad relativa se mantiene en niveles elevados durante todo el periodo (entre 65% y 72%), lo cual genera un ambiente altamente favorable para la infección. Este comportamiento constante sugiere que la humedad fue un factor clave en la persistencia del mildiu, ya que condiciones de alta humedad prolongan el periodo de mojado foliar, facilitando la germinación del patógeno.

En cuanto a la temperatura, se mantiene relativamente estable (entre 18,2 °C y 21,1 °C), situándose dentro del rango óptimo para el desarrollo del mildiu. Aunque no

presenta grandes variaciones, su estabilidad contribuye a que la enfermedad pueda desarrollarse continuamente sin interrupciones.

Asimismo, al analizar las etapas fenológicas (primer brote, segundo brote y rebrotes), se evidencia que la presencia del mildiu aumenta conforme avanzan estas fases, lo cual está directamente relacionado con la mayor disponibilidad de tejido joven susceptible y la acumulación de condiciones ambientales favorables.

3.7.2. Gráfica N° 6. Severidad del mildiu según la temperatura que se presenta

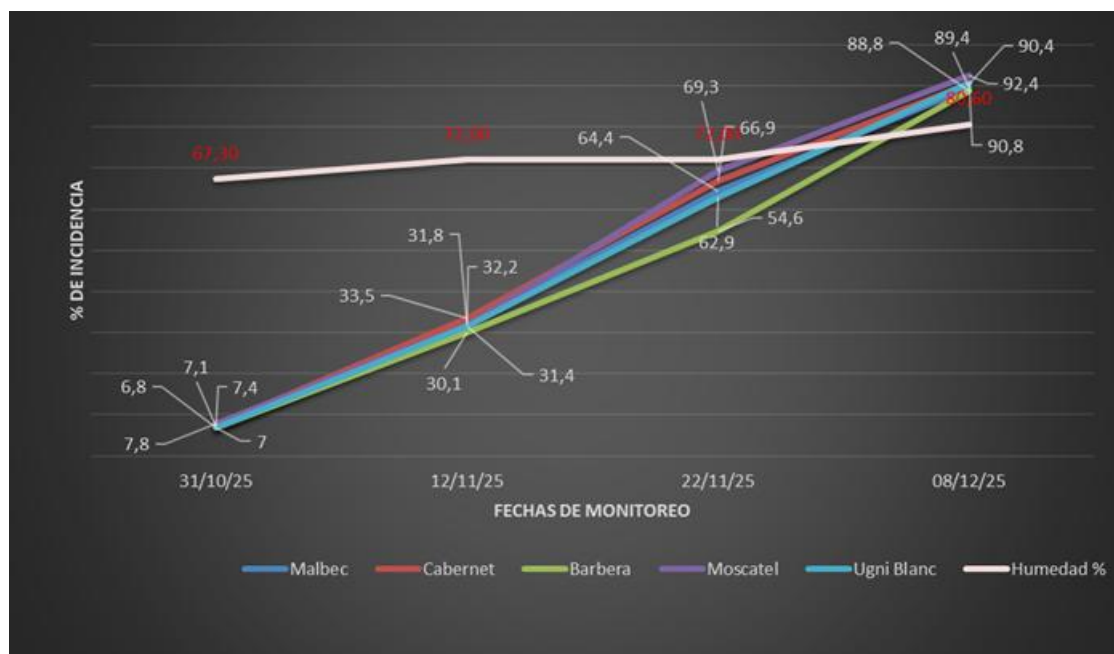


Fuente: Elaboración Propia (2025).

Se observa que la severidad del mildiu presenta una tendencia creciente a lo largo del tiempo, pasando de valores bajos (alrededor de 7–8%) en la primera evaluación (31/10/25) a valores altos (superiores al 90%) en la última evaluación (08/12/25). Este incremento es consistente en todas las variedades evaluadas.

En cuanto a la temperatura, esta muestra una variación moderada, iniciando aproximadamente en 18,3 °C, disminuyendo ligeramente en la segunda fecha y luego incrementándose hasta alcanzar cerca de 31,3 °C en la última evaluación.

3.7.3. Gráfica N° 7. Severidad del mildiu según el % de Humedad que se presenta



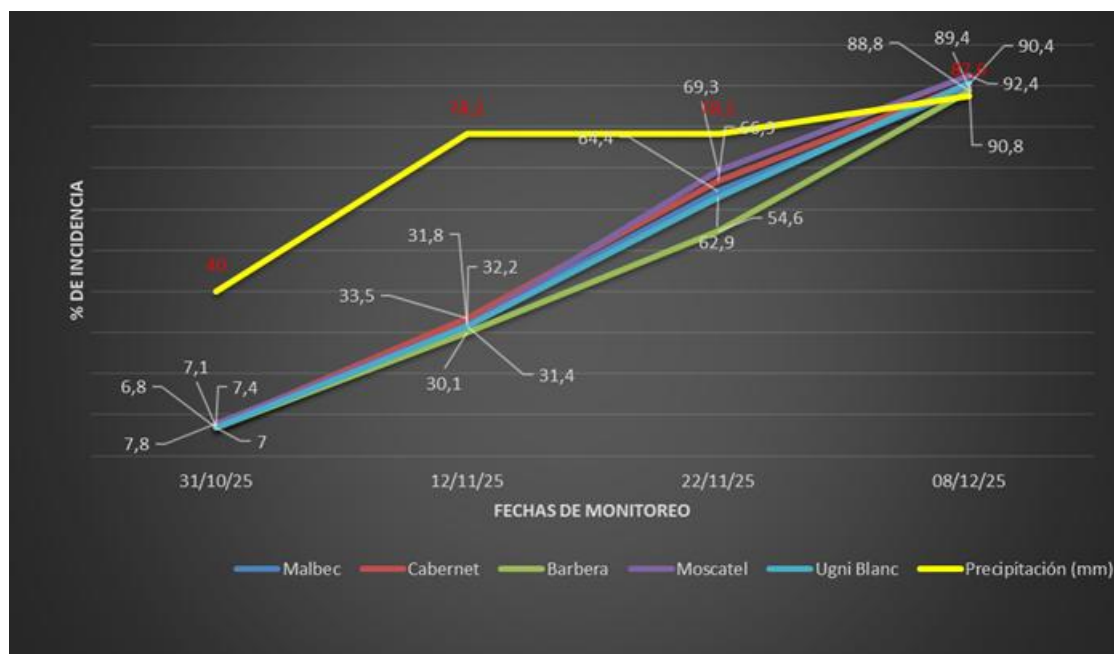
Fuente: Elaboración Propia (2025).

La gráfica muestra la evolución de la humedad relativa durante el periodo de evaluación y su relación con la incidencia del mildiu en las diferentes variedades de vid. Se observa que la humedad relativa presenta un incremento progresivo a lo largo del tiempo, iniciando con un 67% el 31/10/2025, aumentando a 72% el 12/11/2025, manteniéndose en ese mismo valor el 22/11/2025 y alcanzando su valor máximo de 88% el 08/12/2025.

Este comportamiento evidencia una tendencia ascendente de la humedad ambiental, lo cual constituye un factor altamente favorable para el desarrollo del mildiu, debido a que este patógeno requiere condiciones de alta humedad para la germinación de esporas y la infección de los tejidos vegetales.

En relación con la incidencia en las diferentes variedades, se puede inferir que, a medida que la humedad relativa aumenta, también se incrementa el porcentaje de plantas afectadas.

3.7.4. Gráfica N° 8. Severidad del mildiu según la Precipitación que se presenta



Fuente: Elaboración Propia (2025).

El gráfico muestra la evolución de la incidencia del mildiu en las variedades evaluadas a lo largo del tiempo, en relación con las condiciones de precipitación registradas durante el periodo de estudio.

En la primera fecha de evaluación (31/10), se observa una incidencia inicial aproximada del 40%, lo que indica una presencia moderada de la enfermedad en el cultivo. Este nivel puede estar asociado al inicio de condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, probablemente influenciadas por las primeras precipitaciones.

Posteriormente, en la segunda evaluación (12/11/2025), la incidencia se incrementa considerablemente hasta un 78%, manteniéndose en ese mismo valor en la tercera fecha (22/11/2025). Este aumento significativo sugiere que las condiciones climáticas, especialmente la alta precipitación y la humedad ambiental, favorecieron la dispersión y desarrollo del patógeno, permitiendo una rápida infección de nuevas plantas.

Finalmente, en la última evaluación (08/12/2025), la incidencia alcanza un 87%, evidenciando una tendencia creciente de la enfermedad a lo largo del tiempo. Este comportamiento confirma que la precipitación juega un papel determinante en la epidemiología del mildiu, ya que el exceso de humedad favorece la germinación de esporas y la infección en tejidos vegetales.

En conjunto, el gráfico demuestra una relación directa entre el incremento de la incidencia del mildiu y los periodos de mayor precipitación, lo que resalta la importancia de implementar estrategias de manejo oportunas, especialmente en épocas lluviosas, para reducir la propagación de la enfermedad.

3.8. Rendimiento del cultivo

3.8.1. Tabla N° 7. Resultados del rendimiento por la incidencia y severidad de la presencia del mildiu en la variedad moscatel de Alejandría

TIPO DE PODA	INCIDENCIA	SEVERIDAD	PRODUCCIÓN TOTAL (KG)	PROMEDIO POR PLANTA
MOSCATEL DE ALEJANDRÍA	92,4 %	37%	17.741,5	16.84 kg

Fuente: Elaboración propia (2025).

La Tabla N° 6 presenta los resultados del rendimiento del cultivo en relación con la incidencia y severidad del mildiu en la variedad Moscatel de Alejandría. Los datos muestran que, a pesar de registrarse una alta incidencia de la enfermedad (92,4%) y una severidad moderada (37%), el cultivo logró mantener un nivel de producción considerable.

En este sentido, se obtuvo una producción total de 17.741,5 kg, con un promedio de 16,84 kg por planta, lo cual indica que la presencia del patógeno no afectó de manera significativa el rendimiento final del cultivo.

Estos resultados sugieren que, aunque el mildiu estuvo ampliamente distribuido en el cultivo, el nivel de daño no fue lo suficientemente severo como para comprometer la

productividad, lo que podría atribuirse a un manejo agronómico adecuado, condiciones ambientales favorables en etapas críticas del cultivo o a una tolerancia relativa de la variedad.

3.9. Estrategias de manejo integrado

3.9.1. Estrategias de manejo integrado implementadas para el control del mildiu en la vid en la finca don julio

En el presente estudio se implementó una estrategia de manejo fitosanitario integrado con enfoque mixto, orientada al control del mildiu (*Plasmopara viticola*) en el cultivo de la vid (*Vitis vinifera* L.).

Dicha estrategia se basó en la combinación del uso de productos químicos y orgánicos, aplicados de manera racional y oportuna, con el objetivo de reducir la incidencia y severidad de la enfermedad sin generar una dependencia exclusiva de insumos químicos.

Asimismo, se incorporaron prácticas de tipo preventivo y cultural, como el monitoreo constante del cultivo, la evaluación de la incidencia y severidad del patógeno, y labores agronómicas como el despunte, las cuales contribuyeron a disminuir las condiciones favorables para el desarrollo del mildiu, especialmente la humedad en el follaje.

El manejo aplicado permitió optimizar el número de aplicaciones fitosanitarias, reduciendo el uso de productos químicos en comparación con esquemas tradicionales, y favoreciendo un enfoque más sostenible y eficiente en el control de la enfermedad.

El alcance de las estrategias de manejo implementadas se evidenció en la regulación de las condiciones del cultivo que favorecen el desarrollo del mildiu, mediante la aplicación de prácticas como la poda sanitaria, el manejo del dosel vegetativo, la regulación de brotes y la definición del crecimiento, las cuales permitieron mejorar la aireación y reducir la humedad en el follaje.

Asimismo, la regulación del riego por goteo contribuyó a disminuir el exceso de humedad en el ambiente del cultivo, limitando las condiciones predisponentes para la infección del patógeno.

Por otra parte, el control fitosanitario del viñedo, mediante la combinación de productos químicos y orgánicos, permitió contener el avance de la enfermedad durante el periodo de estudio.

En conjunto, estas estrategias lograron mantener la severidad del mildiu en niveles bajos durante las etapas iniciales y evitar daños severos en el cultivo, lo que permitió sostener una producción adecuada, evidenciando un alcance favorable en el manejo de la enfermedad.

En la siguiente tabla describimos las estrategias de manejo implementadas para la reducción del ataque del patógeno.

3.9.2. Fundación PROINPA y su rol en el control biológico del mildiu

La Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) es una entidad boliviana dedicada a la investigación y transferencia de tecnologías agroecológicas, con enfoque en la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas de cultivo. Desde su creación, ha promovido alternativas al uso intensivo de agroquímicos, desarrollando bioinsumos y manejos integrados para enfrentar enfermedades como el mildiu, que afecta cultivos sensibles como la vid (PROINPA, 2023).

En el marco de este trabajo dirigido, PROINPA tiene un rol central, ya que, en coordinación con administrativos de la finca, estaremos trabajando juntos para poder prevenir y si es posible poder erradicar esta enfermedad fúngica con énfasis en el desarrollo de productos biológicos combinados con otra serie de productos, específicos para el control del *Plasmopara viticola*. Esta iniciativa busca fortalecer la capacidad de respuesta de la empresa frente al mildiu.

PROINPA aporta su experiencia en el aislamiento de microorganismos benéficos, formulación de biofungicidas y validación de estrategias de manejo integrado en

condiciones reales de campo. Este modelo de colaboración entre institución científica, empresa privada y universidad representa una forma efectiva de transferir conocimientos directamente al productor y generar soluciones personalizadas para problemas fitosanitarios complejos.

El trabajo en conjunto permitirá no solo ensayar productos biológicos en la finca Don Julio, sino también fortalecer la capacitación técnica del personal y mejorar la toma de decisiones basada en datos fitopatológicos obtenidos directamente desde el laboratorio. Esta sinergia representa un avance significativo hacia una viticultura más sustentable y científicamente respaldada.

3.9.3. Tabla N° 8. Estrategias de Manejo Agronómico Aplicadas Para La Reducción del Mildiu

FECHA	ETAPA FENOLOGICA	ESTRATEGIA
28/08/25	Dormancia	<i>Poda sanitaria:</i> 2 tipos de poda en la variedad moscatel. Cordón apitonado y Guyot francés con el objetivo de poder comprobar en cuál de estos dos tipos de poda presento una mayor presencia del patógeno.
29/08/25	Dormancia	<i>Estimulación de crecimiento:</i> Aplicación de dormex para estimular una buena brotación.
Julio 2025 / febrero 2026	Dormancia / cosecha	<i>Regulación de riego por goteo:</i> Riego por goteo cada 10 días en la etapa de dormancia, cada 5 días en etapa de brotación, cada 2 días en etapa de maduración.

11/09/25	Desborre de yema – Brotación Acaritop: es un producto ecoinsecticida – acaricida de origen natural su formulación está compuesta por sulfuro de calcio (960g/l) que constituye el principal ingrediente activo , extracto de locoto o aji (20g/L) y aceite mineral (20g/L).	Control Fitosanitario del viñedo :1ra pulverización usando productos biológicos Acaritop.
Septiembre 2025/ febrero 2026	Brotación / cosecha	Reducción de humedad y mejoramiento de aireación: Limpieza manual del viñedo para una mayor aireación de la planta cada 15 días.
21/10/25	Pre- floración Redukt es un producto químico corrector de pH a base de ácidos; Armadura es un insecticida químico con clorpirifos; Strike es un insecticida químico con lambda-cialotrina; Mental es un fungicida químico con metalaxil + mancozeb; Superforte es un bioestimulante biológico con aminoácidos; Carbendacin es un fungicida químico con carbendazim; Water soluble es un fertilizante químico con NPK;	Control fitosanitario del viñedo: 2da pulverización, combinando productos para un mayor control utilizando un parámetro visual , los productos utilizados fueron: Redukt,armadura,strike ,mantal,superforte,carbendacin ,wáter soluble,microcat zinc , aliete.

	Microcat es un fertilizante químico con micronutrientes; Zinc es un fertilizante químico a base de Zn; y Aliete es un fungicida químico con fosetil de aluminio.	
10/11/25	Grano tamaño de arveja	Manejo de dosel Vegetativo: El desbrote y eliminación de hijuelos de la planta para poder brindar una mayor aireación y entrada de luz solar directa.
13/11/25 27/11/25 06/01/26	Grano tamaño arveja / Envero	Regularización de brotes nuevos: Despunte con maquinaria para eliminación de brotes superiores tiernos por mayor susceptibles al mildiu.
13/11/25	Grano tamaño arveja Redukt :es químico, corrector de pH/coadyuvante, a base de ácidos; Opera: es químico, fungicida sistémico, con epoxiconazol + piraclostrobina; Til :es químico, insecticida, con lambda-cialotrina; Carbendacim: es químico, fungicida sistémico; Bacterial Mix: es biológico,	Control fitosanitario del viñedo: 3ra pulverización, para controlar el hongo combinando los siguientes productos. Redukt ,opera,til, carbendacin Bacterial mix,biomax ,vigor top ,tricoval , alieta. La preparación de las mezclas se realizó de manera diferenciada para garantizar la compatibilidad de los

	inoculante, con bacterias benéficas; Biomax :es biológico, bioestimulante, con extractos y aminoácidos; Vigor top: es químico, fertilizante/bioestimulante, con macro y micronutrientes; Tricobal: es biológico, fungicida, a base de Trichoderma spp.; y Aliete: es químico, fungicida sistémico, con fosetil de aluminio.	productos. En primer lugar, los insumos de origen biológico (Bacterial Mix, Biomax y Tricobal) se diluyeron en un recipiente independiente, mientras que los productos de origen químico (Seduc, Opera, Til, Carbendacin , Vigortop y Aliete) se prepararon en otro tacho distinto. Posteriormente, ambas soluciones fueron integradas en el tanque de la mochila de aplicación, donde se procedió a su homogenización, asegurando una mezcla uniforme antes de su aplicación en campo.
20/11/25	Envero Redukt :es químico, corrector de pH/coadyuvante, a base de ácidos opera: : es químico, fungicida sistémico, con epoxiconazol + piraclostrobina Til :es químico, insecticida, con lambda-cialotrina Carbendacim: es químico, fungicida sistémico Aliete: es químico, fungicida sistémico, con fosetil de aluminio	Control fitosanitario del viñedo: 4ta pulverización para control Específico del mildiu utilizando los productos : Redukt, opera, til, carbendazin , alieta.

28/11/25	Envero Opera: es químico, fungicida sistémico, con epoxiconazol + piraclostrobina, Sulfato cuprocálcico: químico, fungicida de contacto, a base de sulfato de cobre + hidróxido de calcio.	Control fitosanitario del viñedo: 5ta pulverización para control específico del hongo. Opera , sulfato cuprocalcico.
09/01/26	Maduración Redukt: es químico, corrector de pH/coadyuvante, a base de ácidos Carbendazim: es químico, fungicida sistémico ingrediente activo es el carbendazim utilizado para el control de hongos, inhibe la división celular del hongo, evita el crecimiento del micelio.	Control fitosanitario del viñedo: 6ta pulverización, control de botritis. Carbendazim , redux.

Elaboración propia (2026).

El incremento de la incidencia y severidad de la enfermedad estuvo fuertemente influenciado por las condiciones climáticas registradas durante el periodo de evaluación. Las precipitaciones y la alta humedad relativa generaron un ambiente altamente favorable para el desarrollo del Mildiu de la vid, promoviendo la germinación de esporas y su rápida propagación.

Estas condiciones redujeron la eficiencia de los tratamientos aplicados, especialmente en el caso de productos de contacto y orgánicos, los cuales son susceptibles al lavado por lluvias y presentan una acción principalmente preventiva. En consecuencia, la enfermedad continuó su progreso.

Sin embargo, las aplicaciones realizadas permitieron contener el avance del patógeno, evitando que la infección alcance la baya, lo cual es fundamental para prevenir pérdidas directas en la producción y calidad del cultivo.

Los productos orgánicos empleados presentaron una eficiencia limitada bajo las condiciones climáticas observadas, ya que su acción depende de condiciones menos favorables para el patógeno. La alta humedad y las precipitaciones disminuyeron su persistencia y efectividad, limitando su capacidad de control sobre el mildiu.

En la Tabla 2 se presentan las principales estrategias de manejo agronómico implementadas durante el periodo de evaluación en el viñedo, orientadas a mejorar el estado fitosanitario del cultivo y reducir las condiciones favorables para el desarrollo del mildiu.

Entre las labores culturales realizadas se destacan los dos tipos de poda aplicados en la variedad Moscatel de Alejandría, correspondientes al sistema Guyot y cordón apitonado, los cuales permitieron regular la estructura vegetativa de la planta, mejorar la ventilación y disminuir la acumulación de humedad en el follaje. Posteriormente, se realizó la aplicación de Dormex, con el objetivo de favorecer una brotación uniforme de las yemas.

Así mismo, se implementó la regulación del riego mediante sistema de goteo, ajustando la frecuencia de riego de acuerdo con las condiciones climáticas y las etapas fenológicas del cultivo, con el fin de evitar excesos de humedad que pudieran favorecer el desarrollo de enfermedades.

Dentro del manejo fitosanitario se efectuó un programa de seis pulverizaciones, realizadas de manera preventiva durante diferentes etapas fenológicas del cultivo, con el propósito de reducir la incidencia del patógeno en el viñedo. De manera complementaria, se llevó a cabo la limpieza manual debajo del viñedo, eliminando malezas y residuos vegetales que pudieran actuar como fuentes de inóculo.

También se realizaron labores de desbrote y eliminación de hijuelos, las cuales permitieron regular la densidad vegetativa de la planta y mejorar la circulación de aire

dentro del follaje. Posteriormente, se efectuó el despunte de brotes mediante maquinaria en tres momentos del ciclo fenológico, con el objetivo de controlar el crecimiento excesivo de la planta, favorecer la penetración de luz y mejorar la ventilación del viñedo.

3.10. Propuesta general de estrategias generales para manejo integrado del mildiu en la vid.

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) en la vid combina métodos culturales, biológicos y químicos para mantener las plagas por debajo del umbral económico, priorizando la sostenibilidad. Estrategias clave incluyen el monitoreo semanal, la poda sanitaria, el uso de portainjertos resistentes, confusión sexual, control biológico y la aplicación selectiva de productos.

La presencia del mildiu en la vid es una problemática sanitaria de gran relevancia para la región de Tarija, ya que afectan la capacidad productiva de las plantas, la calidad de la fruta y en algunos casos la supervivencia de los viñedos; en definitiva, su vida útil y rentabilidad a lo largo del tiempo, para generar así mayor susceptibilidad a otras plagas o adversidades ambientales.

La detección efectiva de esta enfermedad fúngica (Mildiu) se realiza en laboratorio, a través de análisis de diagnóstico y mediante el uso de técnicas convencionales o moleculares. El diagnóstico correcto es un paso clave, que permite confirmar la presencia de la enfermedad, identificar al agente causal y en función de esto, definir las estrategias de manejo a implementar en la finca para el abordaje del problema sanitario.

La importancia del diagnóstico como punto de partida, permite identificar el agente causal y de esta manera, planificar la forma más adecuada de intervenir en los viñedos. La información generada permitirá el conocimiento del comportamiento de esta enfermedad en las parcelas de producción de vid, los factores ambientales y culturales que favorecen su dispersión y establecimiento, en la finca don Julio. Todos

estos aspectos aportaran a la prevención y a la elección de estrategias de manejo eficientes.

El manejo integrado, del mildiu en la vid enfatiza la prevención y daños causados en el viñedo, mediante la implementación de estrategias y técnicas de control proactivas.

El **objetivo general** del Manejo Integral del Mildiu en la vid es “Evitar o mitigar las condiciones que propician la enfermedad, a través del monitoreo y manejo de las condiciones de cultivo, de manera que permita minimizar el uso de insumos químicos que pueden dañar el medio ambiente y a las personas”.

En los viñedos comerciales, las vides deben observarse continuamente para detectar la presencia y los daños causados por el mildiu, así como los signos y síntomas de la enfermedad. La observación regular y el monitoreo repetitivo garantizan la mejor oportunidad de detectar una infestación o una infección de enfermedad al principio de su ciclo.

El momento más eficaz para aplicar pesticidas químicos suele ser al principio del ciclo de infestación o infección. Realizar una aplicación oportuna y eficaz dentro de esta pequeña "ventana" de oportunidad ayuda a garantizar que se aplique la dosis más eficaz de pesticida químico y que se minimicen los impactos negativos sobre los enemigos naturales y el medio ambiente. En general, los pesticidas se aplican solo cuando es necesario.

La estrategia de Manejo Integrado del Mildiu en la vid en la finca don julio, consta de cuatro pasos clave: prevención, identificación, monitoreo y manejo.

Prevención: La prevención es un aspecto fundamental que busca evitar que el Mildiu llegue a la parcela de producción de Vid, esto se puede evitar a través una selección adecuada del emplazamiento, un suelo sano, un sistema de conducción apropiado, un riego regular y una gestión de nutrientes (controlada mediante análisis periódicos), aspectos que favorecen el desarrollo de vides sanas y vigorosas, capaces de prevenir y mitigar la presencia del mildiu en el cultivo.

Identificación: El monitoreo, la observación y la verificación regular permitirán una identificación precisa y oportuna del mildiu, determinando los signos y síntomas de la enfermedad, y son fundamentales para crear un plan y un curso de acción de manejo integrado eficaz.

Monitoreo: Inspecciones regulares de las vides, incluyendo hojas, tallos y bayas, permitirá detectar signos de infección y daños en el cultivo. De igual forma el monitoreo *posterior* al manejo (por ejemplo, químico o mecánico) ayudará a gestionar los éxitos y las deficiencias, así como a implementar cambios, ajustes y posibles mejoras al plan de manejo integrado del mildiu.

Manejo: Se debe incorporar una combinación de estrategias de Manejo Integrado del mildiu para controlar los problemas que se presenten. Las estrategias incluyen prácticas de manejo cultural, mecánico, biológico y químico.

A continuación, se describe cada estrategia a incorporarse fruto del desarrollo de las actividades de campo desarrolladas y descritas anteriormente.

Las estrategias de **control cultural** pueden hacer que el entorno sea menos propicio para el desarrollo del mildiu. Algunas actividades a incorporar son:

- La selección de emplazamientos idóneos para el viñedo permite protegerlo de los elementos meteorológicos adversos y de los suelos inadecuados. Las vides dañadas por el frío o que se desarrollan en suelos con condiciones menos que ideales son vulnerables al ataque de las enfermedades.
- Eliminar las malas hierbas y la vegetación circundante que pueda albergar el agente causal del Mildiu.
- Gestión adecuada de los restos vegetales que permita limitar la propagación de hongo.
- La siembra de cultivos de cobertura tiene como objetivo mitigar la erosión, aportar nutrientes minerales, favorecer un microbioma del suelo saludable y mejorar las propiedades físicas del suelo, como la capacidad de retención de agua, la tasa de infiltración y la densidad aparente.

- Vigilancia climática Utilizar estaciones meteorológicas para predecir riesgos (humedad alta, lluvias, temperaturas moderadas).

Las estrategias de **control mecánico o físico** incluyen barreras que protegen las plantas al excluir los agentes causales de la enfermedad. La estrategia de control mecánico/físico del mildiu (*Plasmopara viticola*) en la vid se basa en la **prevención mediante la gestión del microclima y la eliminación de inóculo**. Algunos ejemplos son:

- **Eliminación del inocuo**, reduciendo la humedad y favorecer la aireación.
- **Manejo de la canopia** (poda, deshojado, despuntado, etc.). Manejo de la copa, incluyendo la poda adecuada durante la temporada de reposo y de crecimiento, el entrenamiento, el entutorado y la eliminación de hojas y brotes laterales.
- **Riego regular**, incluyendo la aplicación mensual de agua durante la temporada de latencia invernal si no se producen precipitaciones, y un manejo adecuado de los nutrientes según las pruebas bienales del pecíolo.
- **La gestión de la carga de frutos** se logra ajustando el número y la distribución de los racimos al crecimiento vegetativo de la vid. Una regla general para evaluar la capacidad de carga de la vid es la siguiente: para brotes de más de 90 cm de largo y con entre 12 y 17 hojas funcionales, se recomienda dejar uno o dos racimos de tamaño mediano; para brotes de entre 45 y 60 cm, se recomienda dejar un solo racimo; y para brotes de menos de 45 cm, no se recomienda dejar ningún fruto.
- **Limpieza de Inóculo:** Eliminar y destruir hojas, brotes y frutos infectados, tanto en la planta como en el suelo (otoño/invierno), ya que el hongo sobrevive en los restos vegetales caídos.
- **Control del Vigor:** Evitar excesos de abonado nitrogenado que generan una vegetación demasiado densa, favoreciendo un microclima húmedo propicio para el hongo.

- **Desinfección de Herramientas:** Limpiar periódicamente las tijeras de podar y equipos con soluciones desinfectantes para no propagar el hongo entre cepas.

Los controles biológicos Una estrategia efectiva de control biológico contra el mildiu (*Plasmopara viticola*) en la vid combina medidas culturales preventivas con el uso de microorganismos antagonistas y bioproductos. Para promover los enemigos naturales que ya están presentes (control **biológico de conservación**), utilice las siguientes técnicas:

Aplicación de hongos y bacterias beneficiosas

- *Bacillus subtilis* y *B. mycoides*: Bacterias que colonizan la superficie de la planta, compitiendo por recursos e inhibiendo la germinación de esporas.
- *Trichoderma spp.*: Hongos antagonistas que pueden actuar sobre el inóculo.
- **Productos fitosanitarios a base de cobre:** Se pueden utilizar formulaciones bajas en cobre o caldos bordeleses, permitidos en agricultura ecológica, para proteger preventivamente.

Seguimiento: Utilizar estaciones meteorológicas para predecir brotes basados en condiciones de alta humedad y temperaturas.

Aplicación temprana: Los tratamientos biológicos deben ser preventivos, aplicándose antes de que ocurra la infección.

Los controles químicos: La estrategia química contra el mildiu de la vid (*Plasmopara viticola*) se basa en la prevención mediante fungicidas de contacto (cobre, folpet) antes de infecciones, y curativos/sistémicos (metalaxil, fosfonatos, CAA) en momentos de alto riesgo.

En la Estrategia de Control Químico y Manejo, se puede sugerir el uso de:

- **Fungicidas de Contacto (Preventivos):** El [sulfato de cobre](#) es un estándar de oro, efectivo para prevenir la germinación de esporas. Otros incluyen caldo bordelés, oxiclورو de cobre, hidróxido cúprico y folpet.
- **Fungicidas Sistémicos y Penetrantes (Curativos/Preventivos):** Se usan cuando las condiciones son muy húmedas o el hongo ya está presente (manchas de aceite). Ejemplos: Metalaxil, de acuerdo a la disponibilidad en el mercado.
- **Momentos Clave de Aplicación:**
 - **Pre-floración:** Tratamiento esencial si hay previsiones de lluvia.
 - **Floración y Cuajado:** Periodo de máxima susceptibilidad, se recomienda el uso de productos sistémicos o traslaminares (ej. [Fitoraz](#), [Trivia](#) o Melody Combi WG) de acuerdo a la disponibilidad en el mercado.
 - **Cierre de racimo y posterior:** Protección del fruto y hoja joven.
- **Manejo de Resistencias:** Es obligatorio alternar productos con diferentes modos de acción para evitar que el hongo se vuelva resistente, principalmente con sistémicos.

Esta guía presenta de Manejo Integrado del mildiu, proporciona información general sobre las prácticas de cultivo de la vid adecuada y, en algunos casos, exclusivas desarrolladas en la finca don julio. Además, incluye información específica sobre la incidencia, severidad y condiciones climatológicas favorables para el desarrollo de esta enfermedad en la vid, indicadores para su identificación y estrategias clave de manejo integral.

3.11. Discusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que la incidencia inicial del mildiu (*Plasmopara vitícola*) en el primer brote fue relativamente baja en todas las variedades evaluadas, registrándose valores de 10 % en Malbec, 25 % en Cabernet Sauvignon, 7 % en Barbera, 17 % en Moscatel y 5 % en Ugni Blanc. Estos resultados indican que durante las primeras fases del desarrollo del cultivo la enfermedad presentó una distribución limitada en el viñedo.

Resultados similares fueron reportados por investigadores del **Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial**, Pizzuolo, P., & Lucero, G. (2022) quienes observaron que las infecciones primarias del mildiu generalmente presentan niveles de incidencia inferiores al 30 % en los primeros brotes vegetativos, debido a que el patógeno aún se encuentra en una fase inicial de dispersión dentro del cultivo. De manera similar, estudios realizados por **el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en viñedos de Argentina** Pizzuolo, P., & Lucero, G. (2022) registraron incidencias entre 8 % y 28 % durante las primeras etapas de brotación, valores que coinciden con los obtenidos en el presente trabajo.

En cuanto a la severidad de la enfermedad, los resultados obtenidos mostraron valores bajos durante el primer brote, con índices de severidad de 2,1 en Malbec, 2,2 en Cabernet Sauvignon, 1,7 en Barbera, 2,0 en Moscatel y 2,0 en Ugni Blanc. Estos valores indican que los síntomas observados correspondieron principalmente a lesiones pequeñas o manchas iniciales en las hojas, lo que sugiere que la enfermedad se encontraba en una fase temprana de desarrollo.

Estos resultados coinciden con lo reportado por investigadores de la Organización Internacional de la Viña y el Vino, quienes señalan que durante las primeras infecciones de mildiu en vid la severidad generalmente se mantiene por debajo del 5

% de superficie foliar afectada, manifestándose únicamente mediante pequeñas manchas cloróticas en el tejido foliar. De forma similar, estudios epidemiológicos realizados en **Europa por Wolfgang Gessler** y colaboradores indicaron que las infecciones iniciales del patógeno presentan niveles bajos de severidad, incrementándose posteriormente cuando las condiciones ambientales favorecen el desarrollo del hongo.

Asimismo, durante el desarrollo del cultivo se observó un incremento progresivo tanto en la incidencia como en la severidad del mildiu, especialmente durante los rebrotes del viñedo. Este comportamiento también ha sido descrito por diversos estudios fitopatológicos, donde se señala que la enfermedad puede propagarse rápidamente cuando se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura moderada y presencia de tejido vegetal susceptible.

En relación con las condiciones ambientales registradas durante el periodo de evaluación, se observó que los brotes de la enfermedad coincidieron con periodos caracterizados por temperaturas entre 18 °C y 21 °C, precipitaciones frecuentes y niveles elevados de humedad relativa. Estas condiciones han sido descritas como altamente favorables para el desarrollo del mildiu en el cultivo de vid. Según investigaciones realizadas por el **Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria**, el patógeno responsable del mildiu presenta su mayor actividad cuando las temperaturas oscilan entre 18 °C y 25 °C y la humedad relativa supera el 70 %, condiciones que facilitan la germinación de esporas y la infección de los tejidos foliares.

Por otra parte, las prácticas de manejo agronómico implementadas en el viñedo contribuyeron a reducir el impacto de la enfermedad durante el ciclo productivo. En el presente estudio se realizaron seis aplicaciones fitosanitarias durante todo el ciclo, lo cual es menor en comparación con los programas convencionales de manejo del mildiu, donde generalmente se realizan entre diez y doce aplicaciones. Resultados similares fueron reportados por investigaciones realizadas por el **Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias**, donde se demostró que el monitoreo constante

del cultivo y la aplicación oportuna de medidas de manejo integrado permiten reducir significativamente el número de aplicaciones químicas sin afectar el control de la enfermedad.

En conjunto, los resultados obtenidos en esta investigación confirman que el desarrollo del mildiu en el cultivo de vid está estrechamente relacionado con las condiciones ambientales y el manejo agronómico aplicado en el viñedo. La baja incidencia y severidad observadas durante las primeras etapas del cultivo, en comparación con estudios reportados en otras regiones vitícolas, sugiere que el monitoreo oportuno y las prácticas de manejo implementadas contribuyeron a limitar el desarrollo inicial de la enfermedad

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. El cumplimiento del primer objetivo planteado me permitió desarrollar, la evaluación fitosanitaria determinando la presencia del mildiu en todas las variedades evaluadas. En el primer brote se registró una incidencia de 10 % en Malbec, 25 % en Cabernet Sauvignon, 7 % en Barbera, 17 % en Moscatel de Alejandría y 5 % en Ugni Blanc. La severidad inicial osciló entre 1,7 y 2,2, observándose manchas foliares características de la enfermedad. Estos resultados se presentan en la Tabla (2, 3, 4) del presente estudio.
2. La confirmación del patógeno en sarmientos durante la etapa de dormancia permitió identificar la presencia del agente causal del mildiu únicamente en la variedad Moscatel, donde se registró un 33,3 % de sarmientos afectados, lo que indica que el patógeno puede permanecer en estructuras vegetativas de la planta y actuar como fuente de inóculo para el siguiente ciclo productivo.
3. La evaluación de la incidencia y severidad del mildiu en las variedades Ugni Blanc, Moscatel, Barbera, Cabernet Sauvignon y Malbec mostró niveles iniciales de incidencia bajos, con valores entre 0,35 % y 2,73 %, y una severidad del 20 %, evidenciando que la enfermedad se encontraba en una fase inicial de desarrollo en el momento del muestreo.
4. El sistema de poda Guyot francés aplicado en la variedad Moscatel de Alejandría presentó un mayor rendimiento productivo en comparación con el sistema de cordón apitonado, alcanzando un promedio de 12,52 kg por planta frente a 4,33 kg por planta, lo que demuestra la influencia del sistema de conducción en la productividad del cultivo.

5. La evaluación de la incidencia y severidad del mildiu durante los diferentes brotes evidenció un incremento progresivo de la enfermedad a lo largo del ciclo productivo, alcanzando valores superiores al 80 % de incidencia en los rebrotes finales, lo que demuestra la capacidad del patógeno para multiplicarse rápidamente bajo condiciones ambientales favorables.
6. Las condiciones climáticas registradas durante el ciclo productivo, caracterizadas por lluvias frecuentes, temperaturas moderadas y alta humedad relativa, favorecieron la aparición y desarrollo del mildiu en el viñedo, evidenciando la fuerte influencia de los factores ambientales en la dinámica de la enfermedad.
7. Durante el período de estudio se registraron condiciones climáticas en el viñedo, incluyendo temperatura entre 18 °C y 21 °C, humedad relativa superior al 67 % y precipitaciones entre 40 y 87,6 mm, así como factores agronómicos del viñedo, como ubicación, cobertura vegetal y disposición de los surcos. Estos datos permitieron identificar la relación entre condiciones ambientales y la aparición y desarrollo del mildiu, mostrando que las condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas favorecieron el desarrollo del patógeno, lo que se evidencia en los incrementos de incidencia y severidad durante los brotes posteriores.
8. La presencia de árboles de álamo alrededor del viñedo, la ubicación del lote en una zona inferior respecto a otras terrazas y la existencia de cobertura vegetal natural en el suelo pudieron generar condiciones micro climáticas de mayor humedad y menor circulación de aire, favoreciendo el desarrollo del patógeno.
9. Durante el período de estudio se describieron las principales estrategias de manejo fitosanitario aplicadas en el viñedo, las cuales incluyeron prácticas culturales como poda, desbrote y despunte para mejorar la ventilación del follaje, así como el monitoreo permanente del cultivo para la detección temprana de la enfermedad. Asimismo, se realizaron seis aplicaciones

fitosanitarias durante el ciclo productivo, lo cual permitió reducir el número de pulverizaciones en comparación con el manejo convencional del cultivo. Estos resultados se presentan en las tablas correspondientes al manejo fitosanitario y seguimiento del cultivo durante el periodo de evaluación (tabla 6).

Las estrategias de manejo fitosanitarias implementadas permitió reducir el número de pulverizaciones a seis aplicaciones durante todo el ciclo productivo, en comparación con el manejo convencional del viñedo donde generalmente se realizan entre diez y doce aplicaciones. Esto demuestra que, mediante un monitoreo adecuado del cultivo y la aplicación oportuna de estrategias de manejo agronómico, es posible optimizar el control del mildiu y reducir el uso de agroquímicos sin comprometer el estado fitosanitario del viñedo.

4.2. Recomendaciones

1: Implementación de una estación meteorológica

Se recomienda la instalación de una estación meteorológica en la finca de estudio, que permita el registro continuo de variables climáticas como temperatura, humedad relativa, precipitación y velocidad del viento. Esta información es fundamental para anticipar condiciones favorables para el desarrollo del mildiu de la vid y mejorar la toma de decisiones en el manejo fitosanitario del cultivo.

2: Continuidad en la aplicación del sistema de poda Guyot

Se recomienda continuar con la implementación del sistema de poda Guyot, debido a su efectividad en la regulación del crecimiento vegetativo, mejora de la aireación del dosel y reducción de condiciones favorables para enfermedades. Asimismo, este sistema contribuye a optimizar la producción y calidad del cultivo de *Vitis vinífera*.

3: Se recomienda evaluar e implementar el uso de diferentes tipos de cobertura vegetal en el cultivo de *Vitis vinífera*, con el fin de mejorar las condiciones del suelo, reducir la evaporación y regular el microclima del viñedo. Asimismo, una adecuada

cobertura puede contribuir a disminuir la humedad excesiva en la zona foliar si se maneja correctamente, lo cual influye en la reducción de la incidencia del mildiu de la vid.

3: Manejo adecuado del riego

Se sugiere evitar el exceso de humedad en el cultivo mediante una adecuada programación del riego, priorizando métodos como el riego por goteo, con el fin de reducir condiciones favorables para el desarrollo del patógeno.

4: Eliminación de focos de infección

Se recomienda la eliminación oportuna de hojas y brotes infectados dentro del cultivo de *Vitis vinífera*, para disminuir la fuente de inóculo y evitar la propagación de la enfermedad