



ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS VEGETALES CONTRA *Erysiphe necator* EN EL CULTIVO DE VID EN CONDICIONES DE CAMPO EN LA REGIÓN ICA-PERÚ †

[ANTIFUNGAL ACTIVITY OF PLANT EXTRACTS AGAINST *Erysiphe necator* IN VINE CULTIVATION UNDER FIELD CONDITIONS IN THE ICA-PERU REGION]

Hanna Cáceres Yparraguirre^{1*}, Juan Siguas Guerrero¹, Raquel Sotomayor-Parian² and Martín M. Soto-Cordova³

¹Área Agrícola, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial, Km 293.2 Carretera Panamericana Sur, Distrito de Salas Guadalupe, Ica, CP 11001, Perú.. Email. hannacaceres@gmail.com

²Laboratorio de Sistemática y Diversidad Vegetal, Museo de Historia Natural, UNMSM, Av. Arenales 1256, Lima 15072, Perú

³Universidad de Ciencias y Humanidades, Av. Universitaria 5175, Lima 15314, Perú

*Corresponding autor

SUMMARY

Background. Grape cultivation in Peru is one of the most important fruit activities, and ensuring its safety is essential to keep a successful production. **Objectives.** The study was focused on implementing a clean technology using plant extracts from *Larrea tridentata* and *Reynoutria sachalinensis* to control *Erysiphe necator* “oidium” in the Italian vine variety under field conditions. **Methodology.** Two treatments were carried out in parallel. The first treatment consisted in the use of two plant extracts and the second treatment in the exclusive use of chemical products. Applications in both treatments were applied once a week, from the phenological stage of flowering to the maturing and beginning of ripening of the berries. Recorded variables were incidence and severity of powdery mildew on leaves and clusters, total soluble solids, pH, acidity, and yield. **Results.** The treatment with the use of vegetable extracts showed an average control of the phytopathogen of 74% in the leaves and 88% in clusters. **Implications.** The cultivation of grapes in Ica is traditional and represents the area with the highest production in Peru, however, the production systems are monoculture with high dependence on chemical phytosanitary inputs that have economic, environmental and social effects for the sustainability of this agroecosystem. **Conclusion.** This study demonstrated that these two extracts have potential for use in the integrated management of *Erysiphe necator*, being environmentally safer. To ensure its effectiveness, proper management of the plant canopy and a correct application in the field should be considered.

Keywords: Powdery mildew; plant extracts; fungicides; integrated pest management.

RESUMEN

Antecedentes. El cultivo de uva en el Perú es una de las actividades frutícolas de mayor importancia y garantizar su inocuidad es fundamental para continuar con el éxito de su producción. **Objetivos.** El estudio se realizó con el objetivo de implementar una tecnología limpia con el uso de extractos vegetales de *Larrea tridentata* y *Reynoutria sachalinensis* para el control de *Erysiphe necator* “oidium” en la variedad de vid Italia en condiciones de campo. **Metodología.** Se realizaron dos tratamientos en paralelo. El primero consistió en el uso de dos extractos vegetales y el segundo en el uso exclusivo de productos químicos. Las aplicaciones en ambos tratamientos se administraron una vez por semana, desde la etapa fenológica de floración hasta el envero e inicio de maduración de las bayas. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad de oidium en hojas y racimos, sólidos solubles totales, pH, acidez y rendimiento. **Resultados.** El tratamiento con uso de extractos vegetales presentó un control del fitopatógeno en promedio de 74% en las hojas y 88% en racimos. **Implicaciones.** El cultivo de uva en Ica es tradicional y representa la zona de mayor producción en el Perú; sin embargo, los sistemas de producción son de monocultivo con alta dependencia de insumos fitosanitarios químicos que tienen efectos económicos, medioambientales y sociales para la sustentabilidad de este agroecosistema. **Conclusión.** Este estudio demostró que estos dos extractos tienen potencial para su uso en el manejo integrado de *Erysiphe necator*, siendo menos dañino para el medio ambiente y para garantizar su funcionamiento se debe tener en cuenta un manejo adecuado del dosel de la planta y una correcta aplicación en campo.

Palabras clave: Moho polvoriento; extractos de plantas; fungicidas; manejo integrado de plagas.

† Submitted September 16, 2020 – Accepted December 30, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License. ISSN: 1870-0462.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la vid en el Perú es uno de los principales; se cultivan uvas de mesa, uvas para Pisco y uvas para vino. Las variedades llamadas uvas para Pisco son Quebranta, Negra criolla, Uvina, Mollar, Albilla, Italia, Torontel y Moscatel, de las cuales se hace el Pisco, un licor de uva, incoloro, considerado como la bebida insignia del Perú (Cáceres *et al.*, 2017). Diversas plagas como insectos y enfermedades tienen a la vid como huésped y al viñedo como ambiente preferido, por lo que se requiere un programa intensivo de plaguicidas para cumplir con los estándares de producción agrícola. En general, los fungicidas representan la mayoría de los tratamientos con plaguicidas en los viñedos, en promedio se requieren de 12 a 15 aplicaciones y en condiciones más problemáticas hasta 25 a 30 aplicaciones (Pertot *et al.*, 2017).

Erysiphe necator es un hongo que causa moho polvoriento en vid, también llamado oídio en Perú, que genera pérdida significativa en la cantidad y calidad del rendimiento, reduciendo la productividad, a veces del 20% al 40% (Agrios, 1995). Los síntomas del oídio se producen al atacar los órganos jóvenes de la vid, hojas, brotes, ramas, inflorescencias y frutos, que se manifiestan en forma de manchas blancas, que están cubiertas con una capa blanquecina y polvorienta; que al final de la actividad de la planta cambia a marrón oscuro o marrón, rara vez mata a sus huéspedes, sin embargo, usan sus nutrientes, disminuyen su fotosíntesis, aumentan su respiración y transpiración. El oídio persiste como micelio, asociado con brotes infectados de la temporada anterior, y como cleistotecios que se desarrollan en las hojas y otros órganos aéreos de la vid. La susceptibilidad de los racimos de vid, varía a lo largo de la temporada de crecimiento, siendo muy susceptible entre las etapas fenológicas de cuaja y envero. El riesgo de infección depende de la presión de oídio en el viñedo, que está directamente relacionada con la temperatura y la humedad ambiental. La enfermedad de oídio no se puede curar sino tratar (Campbell *et al.*, 2007).

Para el control del oídio, se han utilizado una serie de fungicidas sintéticos, que son insumos ampliamente utilizados en la agricultura, lo que resulta en un alto costo para los productores y causa serios problemas de salud en los humanos, como cáncer o acarrear consecuencias para el sistema inmune reproductivo o sistema nervioso. Además, pueden producir efectos drásticos en el medio ambiente; por ejemplo la contaminación del agua, que es un vector para que otros animales puedan beber y, por lo tanto, causarles intoxicación y, posteriormente, la muerte. Los fuertes vientos pueden alejar los productos químicos de los cultivos enfermos a otras áreas no enfermas. Además, el uso de fungicidas puede seleccionar poblaciones de

plagas resistentes (FAO/WHO, 2016) (Hazir *et al.*, 2017) (Jiménez-Reyes *et al.*, 2019).

Para reducir el uso de fungicidas sintéticos, es importante el desarrollo de nuevos materiales fungicidas o enfoques que sean más benignos para el medio ambiente o poseer nuevos modos de acción (Hazir *et al.*, 2017). Las nuevas herramientas basadas en extractos vegetales podrían ser estrategias prometedoras que se usan solas o en combinación con dosis reducidas de productos químicos (Naz *et al.*, 2018). La aplicación combinada de diferentes compuestos antifúngicos puede resultar en sinergia que resulta en una mejora de la eficiencia y un potencial reducido para desarrollo de resistencia. Sin embargo, la combinación de agentes plaguicidas también puede resultar en aditivos o antagonistas (Hazir *et al.*, 2017).

Se estima que hay más de 250 mil especies de plantas superiores en la tierra que ofrecen un amplio depósito de bioactivos prácticamente sin explotar, compuestos químicos con muchos usos potenciales, incluyendo su aplicación como productos farmacéuticos y agroquímicos (Zaker, 2016). Se sabe que varios productos vegetales naturales pueden reducir las poblaciones de patógenos foliares y controlar el desarrollo de la enfermedad, tienen potencial como alternativas ambientalmente seguras y como componentes en programas de manejo integrado de plagas (MIP). Se ha informado que un número de especies de plantas poseen sustancias naturales que son tóxicas para hongos fitopatógenos (Nashwa y Abo-Elyou, 2012). Los principales compuestos que han sido investigados hasta la fecha incluyen fenoles, flavonoides, quinonas, terpenos, taninos, alcaloides, lectinas, polipéptidos, saponinas y esteroides. Estos productos pueden tener actividad fungicida o fungistática en los patógenos de plantas o pueden crear condiciones desfavorables para el establecimiento y multiplicación de microorganismos patógenos en plantas hospederas. Se ha encontrado en todo el mundo, que varios extractos de plantas y aceites de plantas son efectivos en el control de enfermedades obligatorias, incluido el mildiu (Zaker, 2016) (Abdu-allah y Abo-elyousr, 2017).

Estos productos naturales derivados de plantas son una alternativa económica, eficiente, viable y sostenible para el control de plagas en cultivos agrícolas. No son fitotóxicos, son sistémicos, fácilmente biodegradables y rentables (Nashwa y Abo-Elyou, 2012) (Draz *et al.*, 2019). Además se pueden utilizar en el control de patógenos de productos agrícolas en postcosecha, y permiten la obtención de productos agrícolas con calidad para la exportación (Galvan *et al.*, 2014).

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos sugiere como alternativa, el control de tipo natural, ya que no presenta efectos secundarios, no daña el medio ambiente, tiene una amplia aceptación pública y es relativamente económico. Por lo tanto, el interés en investigar productos orgánicos y útiles que probablemente se usen como control natural, y generar así una industria sostenible y rentable, es cada vez más importante. Algunos de los antifúngicos naturales utilizados actualmente son microorganismos, extractos, aceites esenciales o compuestos activos de plantas (Jiménez-Reyes *et al.*, 2019).

Entre los extractos más utilizados se encuentran los de *L. tridentata* que es una planta que se desarrolla en zonas áridas del noroeste de México y posee miles de años de adaptación fisiológica para su sobrevivencia, se caracteriza por los compuestos extraídos a partir de la resina que cubre hojas y tallos jóvenes, ya que produce un potente antioxidante: el ácido nordihidroguaiarético (ANDG) que posee actividad fungicida, y compuestos metilados derivados de este ácido que han despertado el interés por su actividad antiviral (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015).

Muchos informes aprueban la eficacia de los productos naturales de plantas para controlar el crecimiento de hongos y producción de micotoxinas, por ejemplo: canela, clavo, aceites de orégano, palmarosa y limoncillo, aceite de árbol de té, tomillo

común, anís, albahaca dulce, neem, eucalipto, datura, ajo y extractos de adelfa (Nashwa y Abo-Elyousr, 2012) (Zaker, 2016). Es así, que se planteó como objetivo de este estudio evaluar la actividad antifúngica de *L. tridentata* y *R. sachalinensis* contra el fitopatógeno *E. necator* en el cultivo de la variedad de vid Italia en condiciones de campo. Se comparó la eficacia del control natural utilizando los dos extractos vegetales versus el tratamiento convencional con fungicidas sintéticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en las parcelas experimentales del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial-CITE agroindustrial, ubicado en el distrito de Salas Guadalupe ($13^{\circ}59'57.8''S$; $75^{\circ}46'17.5''W$; altitud 407 metros sobre el nivel del mar), provincia y departamento de Ica, región tradicionalmente dedicada a la producción de uvas para Pisco, uvas para vino y uvas de mesa. Ubicado en la costa sur del Perú. Su clima en verano es típicamente árido y soleado, y en invierno es seco y claro. Durante el transcurso del año, el mes con temperatura más alta es marzo con $36^{\circ}C$ y la temperatura más baja se da en el mes de junio con $10^{\circ}C$; y llueve con mayor intensidad en el mes de febrero con 2.98 mm/mes (Figura 1).

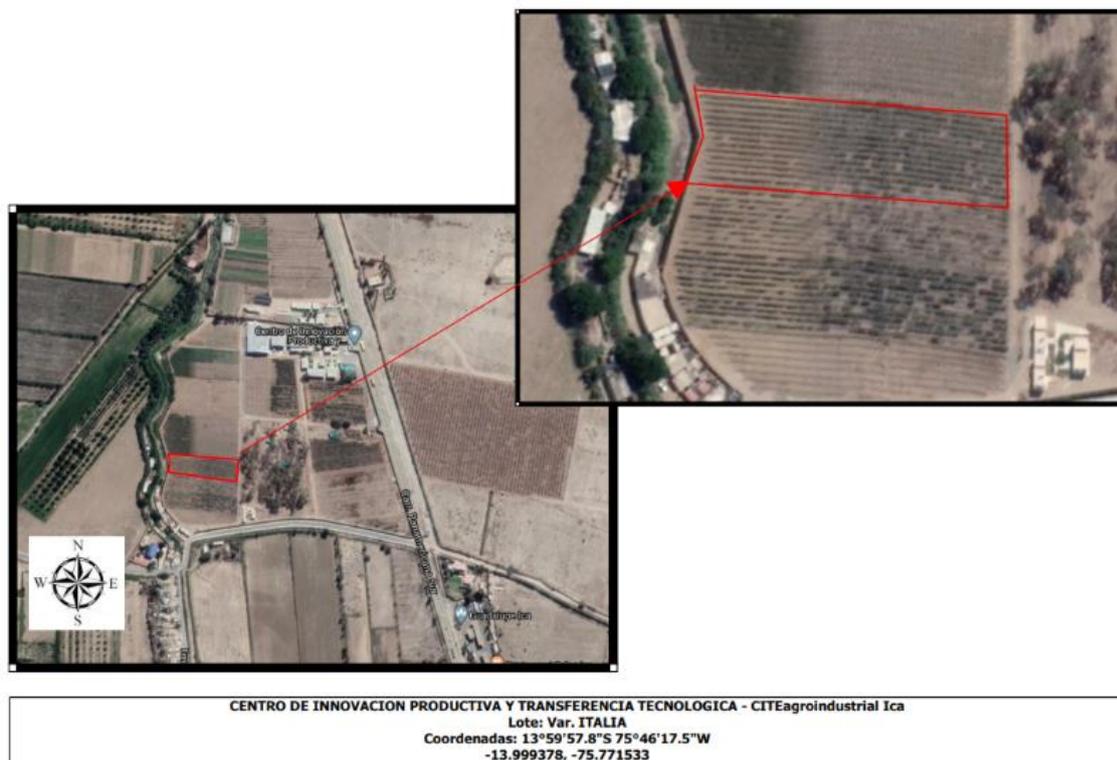


Figura 1. Área de estudio: Parcela experimental de CITEagroindustrial.

L1	P1	P2	P3	P4	P5	...	P48	Tratamiento Químico
L2	P1	P2	P3	P4	P5	...	P48	
.								
.								
L10	P1	P2	P3	P4	P5	...	P48	Tratamiento con Extractos Vegetales
L11	P1	P2	P3	P4	P5	...	P48	
L12	P1	P2	P3	P4	P5	...	P48	

Figura 2. Diseño experimental del campo. L1..L12: Líneas de planta P1...P48: Plantas de vid, variedad Italia.

Material vegetal

El trabajo de investigación sobre el cultivo de la vid, *V. vinifera*, variedad Italia, se llevó a cabo durante toda la campaña agrícola de 2019, iniciando en la etapa fenológica de floración y hasta inicio de maduración de las bayas.

El viñedo donde se realizó la investigación es una parcela experimental que tenía 12 líneas de plantación, donde cada línea tenía 48 plantas. El equipo investigador decidió asignar tres líneas de plantación para aplicar los extractos vegetales, que se organizaron en las últimas líneas del viñedo, es decir, la línea 10, 11 y línea 12, marcadas correctamente con un letrero porque no había separación entre los dos grupos, dando instrucciones estrictas a los operarios de campo para que no se aplique el control químico fitosanitario. Las nueve líneas de siembra restantes fueron sometidas a la aplicación de productos químicos (Figura 2). La edad de las plantas era de 17 años y se encontraban injertadas con el patrón Paulsen. Las plantas fueron conducidas bajo el sistema de espaldera y manejadas bajo riego por goteo. El suelo era de tipo franco arcilloso. Las vides fueron podadas a inicios de setiembre.

Preparación de los extractos vegetales en el campo

Se utilizó dos extractos vegetales de uso comercial en la región Ica y de origen extranjero. El extracto de *L. tridentata* se encontraba en frascos de 1L de concentrado soluble a una concentración de 95% formulado en México y el extracto de *R. sachalinensis* se encontraba en frascos de 1L de suspensión concentrada a una concentración de 24.4% formulado en Estados Unidos.

Se respetó las indicaciones colocadas en la etiqueta de cada producto donde se indicó que para *L. tridentata* la dosis a utilizar era de 3 – 4L/Ha y para *R. sachalinensis* la dosis a utilizar era de 1.2 – 1.5L/Ha.

Aplicación de los tratamientos en el campo

La aplicación de los tratamientos fue por vía foliar utilizando un pulverizador de mochila con una boquilla ajustable de 1.6 L/ min. Se realizó a las 6

horas del día igualando la metodología de aplicación de los fungicidas químicos.

Se realizaron dos tratamientos en paralelo. El primero consistió en el uso por separado y alternado de los dos extractos, y el segundo en el uso exclusivo de fungicidas sintéticos. Las aplicaciones sanitarias con los extractos se administraron una vez por semana, desde la etapa fenológica de floración hasta el envero e inicio de maduración de las bayas. El tratamiento químico consistió en 12 aplicaciones con fungicidas de diferentes ingredientes activos (miclobutanil, metrafenona, piraclostrobin + boscalid, iprodione, spiroxamine, azufre, tebuconazole, triflumizole, sulfato de cobre penthidratado), según el programa fitosanitario que maneja el profesional encargado del manejo de los viñedos.

Parámetros de planta adoptados para evaluar tratamientos

Cada 7 días después de la última aplicación se evaluaron 10 plantas, seleccionadas mediante un muestreo aleatorio simple, haciendo un total de 80 hojas y 60 racimos, tanto para los tratamientos químicos y el de extractos vegetales. En nuestra investigación no se consideraron plantas de control, porque la variedad Italia es muy susceptible al ataque del hongo *E. necator*. Es por eso por lo que se decidió tomar el método químico como un tratamiento de control, como una forma de compararlo con el tratamiento de extractos vegetales, considerándolo un tratamiento experimental. Los extractos vegetales y los fungicidas sintéticos se utilizaron de acuerdo a las dosis de la ficha técnica de cada producto. Las variables evaluadas fueron incidencia y severidad del oídio, sólidos solubles totales, pH, acidez y rendimiento en el momento de la cosecha. La incidencia de oídio (I, en porcentaje) se determinó de acuerdo con la fórmula:

$$I\% = \frac{\text{Number of infected leaves/bunches}}{\text{Total of leaves/bunches evaluated}} \times 100$$

La gravedad de la enfermedad se registró antes de la aplicación de tratamientos biológicos, es decir, cada 7 días. Se clasificó en una escala de 0 a 5, donde: 0 = sin infección; 1 = 1-10% del área de la hoja

infectada con el hongo; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% y 5 = 76-100% (Horsfall, 1942) (Figura 3). Las puntuaciones se convirtieron en un índice de gravedad de la enfermedad (D.S.I.), utilizando la fórmula dada por Wheeler (1969):

$$\text{D.S.I.} = \frac{(n \cdot v)}{Z \cdot N} \times 100$$

Donde n = Número de hojas / racimos en cada escala, v = Valor numérico de cada escala, Z = Valor numérico de la escala más alta, y N = Total de hojas / racimos en la muestra.

Para evaluar los sólidos solubles, pH y acidez de los racimos, previo se tomó muestras de bayas de diferentes racimos elegidos al azar, las bayas que se eligieron estaban en la parte superior, media, baja, lado frontal y lado posterior de los racimos. Esta muestra fue llevada al laboratorio de alimentos y bebidas de CITEagroindustrial para su determinación por triplicado.

Para evaluar el rendimiento, se cosecharon 10 plantas de vid del tratamiento químico y del tratamiento con extractos vegetales. La cosecha se realizó el 19 de febrero del 2020. Se contabilizó número de racimos por planta, peso de racimos por cada planta y el rendimiento se convirtió luego en kg/Ha (Nashwa & Abo-Elyou, 2012)(Naz *et al.*, 2018).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos para las dos variables evaluadas (incidencia y gravedad del oídio) se expresaron como un porcentaje y se realizó la transformación angular de Bliss. Luego, los datos se sometieron a la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov, donde se obtuvo $P < 0.01$ con las dos variables (los datos no siguieron una distribución normal). Por lo tanto, la prueba no paramétrica de Wilcoxon se utilizó para muestras independientes, con un nivel de significancia de 0.05. Para las variables relacionadas al rendimiento se realizó el ANVA y para la diferencia de medias se utilizó la diferencia de medias de Tukey. Se utilizó el software InfoStat versión 2018.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incidencia y gravedad del oídio

Los resultados de la determinación del porcentaje de incidencia de oídio en hojas y racimos durante las tres etapas fenológicas de *V. vinifera* por tratamiento mostraron que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el tratamiento con extractos vegetales y químico en hojas y racimos. Se observa que en el estado fenológico de envero no se observaba oídio en hojas, ya que el hongo prefiere atacar a los racimos (Tablas 1 y 2).

Con respecto a los extractos vegetales, se observó que, al comienzo de la investigación en hojas, la incidencia de oídio comenzó con 30.31% y tendió a disminuir cuando el cultivo de la vid pasó por otras etapas fenológicas, alcanzando hasta el 0% en la etapa fenológica de envero e inicio de maduración de las bayas.



Figura 3. Racimos infectados con oídio de la categoría 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 en CITE agroindustrial, Ica.

Tabla 1. Incidencia de oídio (%) en hojas en tres estados fenológicos de *Vitis vinifera* por tratamiento.

Estados fenológicos	Tratamiento		Sig. (P)
	Extractos vegetales	Químico	
Floración	30.31	36.40	0.0052
Cuaja y cierre de racimo	8.30	16.51	0.0017
Envero	0.00	0.00	sd

Tabla 2. Incidencia de oídio (%) en racimos en tres estados fenológicos de *Vitis vinifera* por tratamiento.

Estados fenológicos	Tratamiento		Sig. (P)
	Extractos vegetales	Químico	
Floración	13.28	11.74	0.1410
Cuaja y cierre de racimo	47.06	31.22	0.0001
Envero	31.07	26.56	0.0001

Por otro lado, se observó un menor control del oídio en las aplicaciones químicas. Aunque la incidencia de oídio en las hojas al comienzo de la investigación fue mayor en el tratamiento químico (36.40%) en comparación con el tratamiento de extractos biológicos (30.31%), con el avance de la fenología, la incidencia de oídio en el tratamiento químico tendió a disminuir en cuaja y cierre de racimo hasta envero e inicio de maduración (alcanzando 0% en este último). Aquí notamos la diferencia con el uso de fungicidas que se utilizó en el tratamiento químico, perteneciendo algunos de ellos al "grupo azol". Estos se dividen en dos grupos principales: triazoles e imidazoles. El primero tiene un amplio espectro de acción, y su función es inhibir la biosíntesis de esteroides en la membrana plasmática, lo que resulta en la alteración de la formación y estructura celular. Mientras que el segundo grupo inhibe el mecanismo de división celular (mitosis), al interrumpir la biosíntesis de tubulina y el huso mitótico, en consecuencia de esta manera, una de las ventajas significativas asociadas con el uso de azoles es la conservación de alimentos contra el crecimiento de hongos y la protección de las plantas contra enfermedades fúngicas, aumentando así el rendimiento de producción (Jiménez-Reyes *et al.*, 2019).

La variedad de vid Italia es susceptible al oídio. Desde la etapa fenológica de floración se pudo observar la presencia de oídio en las inflorescencias teniendo un menor control en el tratamiento con extractos vegetales presentando una incidencia de 13.28% a 11.74% con el tratamiento con químicos.

El valor máximo de incidencia fue de 47.06% en la etapa fenológica de cuaja y cierre de racimo versus al tratamiento químico que fue de 31.22%.

La evaluación de la severidad del oídio en hojas (Tablas 3 y 4) reveló una disminución en la severidad de la enfermedad con el pasar de los estados fenológicos, es decir, cuando las hojas se evaluaron en la etapa fenológica de floración, cuaja y cierre de racimo, el tratamiento químico tuvo la efectividad más baja, presentando índices de severidad de 16.86% y 8.06% en las hojas, respectivamente (Tabla 3); no sucediendo lo mismo en la evaluación de los racimos, donde se observa que en el tratamiento con extractos vegetales tuvo la efectividad menor de 5.92% en floración, 19.01% en cuaja y cierre de racimo y 16.45% en envero e inicio de maduración, es decir en la evaluación de racimos conforme paso la fenología, la severidad de la enfermedad aumenta (Tabla 4).

Tabla 3. Severidad de oídio (%) en hojas en tres estados fenológicos de *Vitis vinifera* por tratamiento.

Estados fenológicos	Tratamiento		Sig. (P)
	Extractos vegetales	Químico	
Floración	14.40	16.86	0.0052
Cuaja y cierre de racimo	4.11	8.06	0.0183
Envero	0.00	0.00	sd

Tabla 4. Severidad de oídio (%) en racimos en tres estados fenológicos de *Vitis vinifera* por tratamiento.

Estados fenológicos	Tratamiento		Sig. (P)
	Extractos vegetales	Químico	
Floración	5.92	5.14	0.1410
Cuaja y cierre de racimo	19.01	14.20	0.0001
Envero	16.45	17.85	0.1069

En estas etapas fenológicas (cuaja y cierre del racimo y envero e inicio de maduración de las bayas) el oídio es más agresivo en racimos que en hojas, esto se debe a que el hongo tiene preferencia por el tejido tierno, y en ese momento se produce el cese del crecimiento de las hojas y el transporte de nutrientes se dirige a los grupos en crecimiento. El fitopatógeno ataca las bayas verdes del racimo.

De las tres etapas fenológicas evaluadas, en la floración es donde se observó un menor control usando el tratamiento con extractos vegetales al

evaluar hojas y en cuaja y cierre del racimo se observó un menor control cuando se evaluó racimos utilizando el mismo tratamiento con extractos vegetales. Esto puede deberse a que las hojas son órganos que permanecen verdes todo el tiempo; por lo tanto, son muy atacados por la plaga, como lo indica Aira (2009). Además, en el momento de la post cosecha, el oídio no muere, sino que permanece inactivo en el cultivo hasta que se espera un nuevo crecimiento de la planta, como lo indican varios estudios. Por lo tanto, el hongo puede afectar a todos los tejidos suculentos de la vid, incluidas las hojas, los tallos, los frutos y la inflorescencia, que adquieren síntomas característicos. La susceptibilidad de estos órganos difiere según la variedad (Bulit, 1978) (Pearson y Gartel, 1985).

Existen múltiples factores que pueden haber ayudado a la proliferación del fitopatógeno, como la temperatura, la humedad, existencia del inóculo en otras plantaciones de vid, así como también un control cultural inadecuado. En CITE agroindustrial hay parcelas experimentales de uva de mesa, uva de vino y uva para Pisco, que tienen diferente fenología y para el caso particular de las variedades de uva de mesa se encontraban en estado fenológico de floración cuando empezó la brotación de la uva Italia, fácilmente siendo afectada por la presencia de inóculo. Respecto al control cultural inadecuado se debe tener en cuenta desde el momento de la instalación de las plantas, la selección de un sitio abierto, la orientación de las filas para favorecer la circulación del aire y la búsqueda de los rayos del sol para penetrar directamente en toda la planta de vid no solo pueden disminuir la incidencia y la gravedad de la enfermedad, pero también ayudan a aumentar la cobertura de los compuestos que se rocían para controlar este hongo (Berkett, 2019).

El oídio puede ser devastador en variedades de vid susceptibles, como la variedad Italia. Entre los factores ambientales que limitan o favorecen su desarrollo, se encuentran la temperatura, la precipitación y la humedad relativa. Temperaturas mayores de 15 °C favorecen el desarrollo y propagación del hongo, encontrándose el rango óptimo entre 24 y 27°C. Por encima de 33°C, se inhibe la germinación de las conidias. Se desarrolla en condiciones de alta humedad, pero no por agua libre, es decir, el hongo no necesita agua libre en la superficie del tejido verde para que ocurra la infección. Solo requiere que la humedad relativa del aire oscile entre el 40 y 95% para que ocurra la germinación de las esporas (Carroll y Wilcox, 2003) (Inia, 2016). Debe tenerse en cuenta que la liberación de ascosporas, siempre se ha asociado con períodos lluviosos en los que la precipitación acumulada osciló entre 2,0 y 58,5 mm (Ahmed, 2018). En zonas húmedas es posible que las ascosporas constituyan la principal fuente de inóculo primario mientras que, en zonas más secas, es el micelio presente en las yemas

infectadas, la principal fuente de inóculo primario (Pearson y Gartel, 1985). Los datos tomados de la estación meteorológica del CITE agroindustrial, indicaron que la precipitación acumulada en los meses después de la cosecha y la época de poda fue cero, considerada como una zona seca, pero la humedad relativa promedio después de cosecha hasta la maduración fue de 76%. Respecto a la temperatura está fluctuó entre 10 °C y 36 °C (temperatura mínima en junio de 2019 y temperatura máxima en marzo de 2020, respectivamente). Por lo tanto, la lluvia no estuvo presente, pero el porcentaje de la humedad y temperatura fueron las ideales para la germinación de esporas y con ello la presencia de la enfermedad durante toda la campaña evaluada.

Se debe tener en cuenta que algunos extractos necesitan más tiempo (más 24 h) para penetrar en la espora para dar los efectos fungicidas. En la investigación realizada en Egipto en la campaña 2015 y 2016 para el control de *E. necator*, la reducción de la enfermedad fue mayor en 2016 que en el 2015; esto puede explicarse por el cambio climático en dos años, donde los valores de temperatura, período soleado y tasa de evaporación del agua fueron más altos en junio de 2016 que en el mismo período de 2015 (Abdu-allah y Abo-elyousr, 2017).

En los dos tratamientos (Tabla 5 y 6) se refleja que no hubo diferencia en el rendimiento ni en la cantidad de los sólidos solubles totales, pH y acidez. Al respecto Gadoury *et al.*, (2001) encontraron reducciones significativas en los niveles de sólidos solubles y en la calidad del jugo (menor color y mayor acidez) de bayas de *Vitis labruscana* afectados por oídio y Cruz, (2001) reportó que en cultivares tintos, los frutos infectados al inicio de la madurez alcanzan menor contenido de compuestos fenólicos o flavonoides (antocianinas y taninos), afectando las propiedades sensoriales de los vinos. La variedad Italia es una *Vitis vinifera*, uva blanca muy susceptible al oídio. Por lo tanto, se recomienda aplicar productos biológicos y extractos vegetales de manera preventiva para evitar la exposición de los cultivares de vid a la infección por *E. necator*. Por ejemplo en un ensayo realizado para el control de *Alternaria solani*, se realizó una pulverización foliar de las plantas de papa con extracto de *Lantana camara* como inductor antes de la inoculación del fitopatógeno, lo que condujo a disminuir la gravedad de la enfermedad (Draz *et al.*, 2019).

Los extractos vegetales se usaron de acuerdo a las concentraciones que indicaron sus respectivas etiquetas. Por otro lado, el tratamiento químico aplicado mostró un efecto inhibitorio al detener el crecimiento del hongo en las etapas fenológicas de floración, cuaja y cierre de racimo, envero e inicio de maduración. La mayoría de los fungicidas sintéticos actúan al inhibir la biosíntesis de esteroides

Tabla 5. Rendimiento de uva expresado en kg/ha por tratamiento.

Tratamiento	Peso (kg) planta	N° racimos/planta	Peso promedio racimo (kg)	Peso 200 bayas (kg)	Rendimiento kg/Ha
Extractos vegetales	9.14a	43.4a	0.21a	0.004a	13710.0a
Químico	9.91a	44.5a	0.23a	0.004a	14865.0a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Diferencias de medias Tukey

Tabla 6. Sólidos solubles totales, pH y acidez.

Tratamiento	Sólidos solubles totales (°Brix)	pH	Acidez total g/l Ac. Tartárico
Extractos vegetales	18.4	5.5	4.03
Químico	17.8	4.5	3.93

en la membrana plasmática, lo que resulta en la alteración de la formación y estructura celular y también inhibiendo el mecanismo de división celular, al interrumpir la biosíntesis de tubulina y el huso mitótico (Jiménez-Reyes *et al.*, 2019). El tratamiento con uso de extractos vegetales para el control del oídio en la variedad de vid Italia presentó una eficiencia promedio de 74% en las hojas y 88% en racimos. Este último se asemeja a los resultados propuestos por Tequida-Meneses *et al.* (2002) que demuestran la efectividad de extractos etanólicos de *L. tridentata* como inhibidor del crecimiento radial, reportando la inhibición del hongo fitopatógeno *Aspergillus niger* hasta un 77.3% respecto al testigo. Incluso se reporta la inhibición del crecimiento radial de *A. niger* en un 92% al utilizar extractos de *L. tridentata* con diclorometano a 500 ppm y un 12.5% con metanol a 500 ppm (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015).

El ácido nordihidroguaiarético (ANDG) obtenido de *L. tridentata*, tiene un amplio espectro como agente antiséptico, que se ha probado al evaluar *in vitro* diversas dosis de los extractos en 45 bacterias fitopatógenas, entre las más importantes *Erwinia amylovora*, *Erwinia atroseptica* y *Pseudomonas solanacearum*; como nematocida, se reporta la inactivación de nemátodos colectados de suelo infestado donde se tenía sembrado melón (*Cucumis sativus*), vid (*Vitis vinifera*) y nogal (*Carya illinoensis*) (Saldívar *et al.*, 2003).

Las propiedades antifúngicas de *L. tridentata* han sido corroboradas con trabajos desde hace aproximadamente 40 años mediante ensayos *in vitro*. Se ha demostrado actividad antifúngica *in vitro* contra *Aspergillus flavus*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium sp.* y *Alternaria solani* entre otros hongos fitopatógenos (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015) (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2017)

Otros estudios *in vitro* donde se ha evaluado el potencial antifúngico de extractos de *L. tridentata* confirman la actividad antifúngica al utilizar etanol como solvente de extracción a 4000 ppm con una inhibición del 66.4% del crecimiento radial de *Alternaria alternata* (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015) Saldívar *et al.*, (2003), lograron la inhibición de *Alternaria solani* al 100% con concentraciones de 8000 ppm con etanol; Hernández-Castillo *et al.*, (2006) en una mezcla de extractos etanólicos de *L. tridentata* y quitosano a dosis de 2000-2000 ppm inhibieron el 14% del crecimiento radial de *Alternaria dauci*.

Diversos estudios presentan efectos positivos en la inhibición del género *Penicillium* utilizando extractos de *L. tridentata*. Tal es el caso de Tequida-Meneses *et al.*, (2002), quienes reportaron una inhibición del 60% en el crecimiento radial de *Penicillium chrysogenum* con el empleo de extractos etanólicos a 6000 ppm de *L. tridentata* (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015).

L. tridentata contiene alrededor del 10-15% en peso seco de saponinas (Larragenin A y ácido Larréico) y en otros estudios se ha encontrado que el contenido rico de saponinas en extractos vegetales para el control de la pudrición de los frutos por *Rhizopus sp.*, muestra resultados favorables en comparación con agentes químicos que se utilizan para este fin. Las saponinas actúan permeabilizando las membranas celulares provocando lesiones que aparecen como agujeros debido a que forman complejos con esteroides, proteínas y fosfolípidos de membranas citoplásmicas. Se observa que la capacidad antifúngica de los extractos de *L. tridentata* y etanol a concentraciones de 4000 ppm inhiben el crecimiento radial de *Rhizopus sp.* Los extractos a base de *L. tridentata* y utilizando diclorometano como solvente para el control de *Penicillium polonicum*, no inhibieron el 100% del crecimiento micelial, presentan actividad antifúngica considerable, ya que, en el caso de alimentos, como lo productos hortofrutícolas, no necesariamente deben de ser estériles, sino que se acepta un determinado número de microorganismos; estos resultados cobran importancia cuando se pretende usar nuevas sustancias como conservadores, para prolongar el tiempo de latencia de un

microorganismo y mantener al producto dentro de su periodo de vida útil (Peñuelas-Rubio *et al.*, 2015).

Para el caso del otro extracto utilizado en la investigación *Reynoutria sachalinensis*, se tiene como antecedentes que redujo significativamente la incidencia de *E. necator* en la uva variedad King Roby bajo el clima de Assiut - Egipto en las campañas del 2015 al 2016 cambiando el metabolismo de las plantas. La actividad de las enzimas juega un papel importante en la enfermedad de las plantas, generando resistencia a través del aumento de los mecanismos de defensa de la planta. Las enzimas oxidativas como la peroxidasa y polifenoloxidasa y la catalasa forman otros fenoles oxidativos como la lignina, lo que contribuye a las barreras de defensa para reforzar la estructura celular. La polifenoloxidasa es una enzima importante en el mecanismo de defensa contra patógenos fúngicos y bacterianos, a través de su papel en la oxidación de compuestos fenólicos a quininas (Abdu-allah & Abo-elyousr, 2017).

El extracto de *R. sachalinensis* fue descubierto por Daayf *et al.*, (1995) donde observaron la reducción significativamente de la gravedad de moho polvoriento en pepino en comparación con el tratamiento control; fue efectivo como al utilizar fungicidas de benomilo. Además, Zhang *et al.*, (2016), informaron que el extracto de *R. sachalinensis*, también redujo significativamente el moho polvoriento en calabaza variedad Goldbar en comparación con el control no tratado, y fue tan efectivo como el estándar químico triflumizole.

Moharam & Obiadalla Ali, (2012) informaron el alto efecto preventivo (97.74%) registrado por el aceite de neem seguido por el aceite de Jojoba (89.82%) y el extracto de *R. sachalinensis* (82.77%) contra las enfermedades del oídio. El potencial del extracto de *R. sachalinensis* en la reducción de los fitopatógenos podría explicarse por la presencia de mayor cantidad de peroxidasa (PO) y polifenoloxidasa (PPO), en comparación con el control. Los mecanismos de PPO para las plantas infectadas dependen de dos maneras, la primera; por acción directa de PPO sobre la inhibición del patógeno al suprimir su ciclo de vida. En segundo lugar; induce compuestos fenólicos mediados que restringen el patógeno y mejoran la acción del biocontrol (Abdu-allah & Abo-elyousr, 2017).

El extracto de *R. sachalinensis* es probablemente el más conocido fungicida natural reportado para controlar el mildiu polvoriento, causado por *Sphaerotheca fuliginea*, en pepino bajo condiciones de invernadero, y también mostró actividad de amplio espectro contra el moho polvoriento de tomate, manzana, begonia, vid y frijol (Zaker, 2016).

Para futuros ensayos, se recomienda utilizar extractos vegetales de plantas nativas de la región Ica y de Perú respetando la extracción sin dañar la biodiversidad, teniendo en cuenta que primero deben identificarse los metabolitos que presentan estas plantas, luego evaluarse como altamente efectivas en condiciones de laboratorio e invernadero como el requisito principal para el desarrollo de un sistema de biocontrol exitoso.

Los productos vegetales naturales tienen limitado rango de acción, son específicos, por lo tanto, son adecuado para un objetivo específico, en su mayoría no tóxico para microorganismos antagonistas, muestran en campo limitada persistencia y tienen una vida útil más corta y no presentan amenazas de residuos en los cultivos. A menudo constituyen una parte de programas MIP, generalmente seguro para los humanos y el medio ambiente en comparación con el plaguicida químico sintético convencional. Pueden ser adoptados fácilmente por agricultores en países en desarrollo que tradicionalmente usan los extractos de plantas para el tratamiento de enfermedades humanas (Zaker, 2016).

De acuerdo a la propuesta de Draz *et al.*, (2019), sugieren mezclar extractos vegetales con fungicidas, así disminuir paulatinamente el uso exclusivo de fungicidas sintéticos. Aunque hay mucho por investigar y desarrollarse para cada fitopatógeno que afectan los cultivos. En resumen, el control de las infecciones de la vid por el oídio se convierte en un desafío con las opciones de extractos vegetales, porque los productores de vid se han acostumbrado a usar productos químicos alternando solo con ingredientes activos y no incluyendo productos naturales como extractos, y bioplaguicidas. Esto produce en ocasiones la presencia de residuos al final de la cosecha, limitando la calidad de la fruta para el consumo de la población y para el comercio internacional que es muy estricto respecto a los límites de residuos de plaguicidas.

Nuestros resultados sugieren que los extractos vegetales deberían usarse con mayor frecuencia para el control de *E. necator*, ya que existen diversas investigaciones que muestran la eficacia de los extractos vegetales para el control de fitopatógenos y no solo se limita a ello su función, sino que también aumentan el contenido de clorofila (a+b), fenoles, ácidos fenólicos, quinonas, flavonas, flavonoides, taninos, cumarinas, saponinas, entre otros como lo mencionan Draz *et al.* (2019).

El uso de los extractos vegetales se considera una tecnología limpia contraria al uso de fungicidas de origen químico, que nos ayuda a no tener problemas de residuos de plaguicidas y garanticen la salud del consumidor y la distribución final a los usuarios en beneficio del agricultor.

Los resultados de este estudio indica que ambos tratamientos fueron efectivos. Para garantizar un mejor control del oídio, se recomienda un buen manejo del canopia, así como aplicaciones preventivas de los extractos antes de la aparición del hongo en las hojas tiernas. Esto favorecería que la planta desarrolle inmunidad no solo contra *E. necator*, sino también contra otros fitopatógenos.

Por lo tanto, este método de control natural puede contribuir a minimizar los riesgos y peligros de fungicidas sintéticos, especialmente en vegetales producidos para consumo fresco. Los recursos locales deben ser utilizados y, por lo tanto, la producción de más extractos naturales debería volverse una práctica común identificando los compuestos activos responsables de su actividad fúngica.

CONCLUSIONES

El tratamiento con el uso de dos extractos vegetales a base de *L. tridentata* y *R. sachalinensis* para el control del oídio en la variedad de vid Italia presentó una eficiencia promedio del 74% en las hojas, en comparación con el tratamiento convencional basado en químicos que tenían una eficiencia promedio del 65%. Al evaluar los racimos fue ligeramente mejor la eficiencia utilizando los químicos (91%) que los extractos vegetales (88%) y al evaluar los grupos en hojas y racimos, se observó que la aplicación con los extractos vegetales tenía una eficacia mayor (81%) que la aplicación de fungicidas químicos (78%) para controlar el oídio. Estos datos permiten ofrecer una alternativa en el manejo integrado de este fitopatógeno.

Agradecimientos

Se agradece al Director de CITE agroindustrial Ica, Manuel Morón Guillén por permitir la ejecución de esta investigación que contribuye a la sostenibilidad de la viñedos de la institución, al Ing. Alejandro Ponce Lavarello por sus aportes técnicos en proporcionar y ejecutar el programa fitosanitario químico para el control de oídium en vid.

Financiamiento. Esta investigación fue financiada por CITEagroindustrial -Ica

Conflicto de interés. Los autores declaran que la investigación se llevó a cabo en ausencia de relaciones comerciales o financieras que puedan interpretarse como un posible conflicto de intereses. La empresa Farmagro S.A. ha donado los productos a base de *L. tridentata* y *R. sachalinensis* a solicitud de los investigadores para realizar investigación e implementar nuevas estrategias limpias para el manejo de la sanidad de la vid.

Cumplimiento de las normas éticas. Los autores declaran haber cumplido con las regulaciones

nacionales e internacionales para el manejo y control de plagas, la protección del operario aplicador fitosanitario y protección de la biodiversidad.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles con el autor para correspondencia (hannacaceres@gmail.com)

REFERENCIAS

- Abdu-allah, G. A., y Abo-Elyousr, K. A. 2017. Effect of certain plant extracts and fungicides against powdery mildew disease of Grapevines in Upper Egypt. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 50(19-20), 957-969. <https://doi.org/10.1080/03235408.2017.1407471>
- Agrios, G. N. 1995. Fitopatología. México. Uteha (Noriega Editores).
- Ahmed, M. F. A. 2018. Evaluation of some biocontrol agents to control Thompson seedless grapevine powdery mildew disease. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 28(1) 93. <https://doi.org/10.1186/s41938-018-0098-0>
- Aira, M. J., Fernández-González, M., Rodríguez-Rajo, F.J. and Jato, V. 2009. Modelo de Predicción para Botrytis cinerea en un viñedo de Galicia (España). Boletín Micológico Vol. 24:27-35.
- Berkett, L., and Cromwell, M. Oídio de la Vid (Powdery Mildew of Grapes). <https://grapes.extension.org/oidio-de-la-vid-powdery-mildew-of-grapes/>
- Bulit, J., and Lafon, R. 1978. Powdery mildew of the vine: Spencer DM. (Eds), The Powdery Mildews. New York, NY: Academic Press, USA: 525-548.
- Cáceres, H., Quispe, P., Pignataro, D., Orjeda, G., and Lacombe, T. 2017. Morphological characterization of grapevine varieties for Pisco production under conditions of the middle zone of the Ica valley, Peru. Scientia Agropecuaria, 8(1):63-72. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.01.06>
- Campbell, P., Bendek, C., and Latorre, B. A. 2007. Riesgo de oídio (Erysiphe necator) de la vid en relación con el desarrollo de los racimos. Ciencia e Investigación Agraria, 34(1): 5-11. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202007000100001>
- Carroll, J. E., and Wilcox, W.F. 2003. Effect of humidity on the development of grapevine

- powdery mildew. *Phytopathology*, 93(9): 1137-1144.
- Daayf, F., Schmitt, A., and Belanger, R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. *Plant Disease*, 79(6): 577-580. <https://doi.org/10.1094/PD-79-0577>
- Cruz, M. 2001. Oídio de la vid. En: Oídios (Stadnik M.J., Rivera M., eds.). EMBRAPA, Jaguariuna, SP, Brasil. 261-380.
- Draz, I. S., Elkhwaga, A. A., Elzaawely, A. A., El-Zahaby, H. M., and Ismail, A.W. A. 2019. Application of plant extracts as inducers to challenge leaf rust of wheat. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0109-9>
- FAO/WHO. 2016. Pesticides residues in food 2016. FAO Plant Production and Protection Paper 229.
- Galvan, V., Gonz, A., and Gonz, R. 2014. Efecto de los extractos acuosos de hojas de plantas de gobernadora (*Larrea tridentata*), hojas en (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento micelial in vitro de hongos fitopatógenos. *Multidisciplinary Scientific Journal*, 24(5), 13-19. <https://doi: 10.15174.au.2014.630>
- Hazir, S., Shapiro-Ilan, D. I., Bock, C. H., and Leite, L. G. 2017. Trans-cinnamic acid and *Xenorhabdus szentirmaii* metabolites synergize the potency of some commercial fungicides. *Journal of Invertebrate Pathology*, 145, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2017.03.007>
- Hernández-Castillo, F. D., Aguirre-Aguirre, A., Lira-Saldivar, R. H., Guerrero-Rodríguez, E., and Gallegos-Morales, G. 2006. Bioeficacia de productos orgánicos, biológicos y químicos contra *Alternaria dauci* Kühn y su efecto en el cultivo de zanahoria. *Phyton (Buenos Aires)*, 75, 91-101.
- Horsfall, J. G., and Heuberger, J.W. 1942. Measuring magnitude of a defoliation disease in tomatoes. *Phytopathology*, 32:226-232.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 2016. Oídio de la vid (Anamorfo. *Oidium tuckeri* Berk. Teleomorfo. *Uncinula necator* (Schwein.) Burril).
- Jiménez-Reyes, M. F., Carrasco, H., Olea, A. F., and Silva-Moreno, E. 2019. Natural compounds: A sustainable alternative to the phytopathogens control. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 64(2), 4459-4465. <https://doi.org/10.4067/S0717-97072019000204459>
- Moharam, M. H. A., and Obiadalla Ali, H. A. E. R. 2012. Preventative and Curative Effects of Several Plant Derived Agents Against Powdery Mildew Disease of Okra. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(3), 76-82. <https://doi.org/10.15835/nsb437765>
- Nashwa, S. M. A., and Abo-Elyousr, K. A. M. 2012. Evaluation of various plant extracts against the early blight disease of tomato plants under greenhouse and field conditions. *Plant Protection Science*, 48(2), 74-79. <https://doi.org/10.17221/14/2011-pps>
- Naz, R., Nosheen, A., Yasmin, H., Bano, A., and Keyani, R. 2018. Botanical-chemical formulations enhanced yield and protection against *Bipolaris sorokiniana* in wheat by inducing the expression of pathogenesis-related proteins. *PLoS ONE*, 13(4), 1-22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196194>
- Pearson, R.C., and Gartel. W. 1985. Occurrence of hyphae of *Uncinula necator* in buds of grapevine. *Plant Disease*, 69(2): 149-151.
- Peñuelas-Rubio, O., Arellano-Gil, M., Vargas-Arispuro, I. C., Lares-Villa, F., Cantú-Soto, E. U., Hernández-Rodríguez, S. E., Gutiérrez-Coronado, C. Mungarro-Ibarra, M. A., and Mungarro-Ibarra, C. 2015. Bioactividad in vitro de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la inhibición de hongos poscosecha: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Penicillium polonicum* y *Rhizopus oryzae*. *Polibotánica*, (40), 183-198. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.40.12>
- Peñuelas-Rubio, O., Arellano-Gil, M., Verdugo-Fuentes, A. A., Chaparro-Encinas, L. A., Hernández-Rodríguez, S. E., Martínez-Carrillo, J. L., and Vargas-Arispuro, I. D. C. 2017. Extractos de *Larrea tridentata* como una estrategia ecológica contra *Fusarium oxysporum radices-lycopersici* en plantas de tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(3), 360-376. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1703-3>
- Pertot, I., Caffi, T., Rossi, V., Mugnai, L., Hoffmann, C., Grando, M. S., Gary, C., Lafond, D., Duso, C., Thiery, D., Mazzoni, V., and Anfora, G. 2017. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new

- perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*, 97, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.025>
- Saldívar, R. H. L. 2003. Estado Actual del Conocimiento sobre las Propiedades Biocidas de la Gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville]. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(2), 214–222.
- Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E. C., López-Sandoval, S., and Corrales-Maldonado, C. 2002. Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. *Revista Iberoamericana de Micología*. 19(1), 84–88.
- Wheeler, B. E. J. 1969. An introduction to plant disease. Wiley, London, UK, 1:301.
- Zaker, M. 2016. Natural Plant Products as Eco-friendly Fungicides for Plant Diseases Control- A Review. *The Agriculturists*, 14(1), 134–141. <https://doi.org/10.3329/agric.v14i1.29111>
- Zhang, S., Mersha, Z., Vallad, G. E., and Huang, C. H. 2016. Management of powdery mildew in squash by plant and alga extract biopesticides. *The Plant Pathology Journal*, 32(6), 528–536. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.05.2016.0131>.