

Aplicación del Molle (*Schinus molle*) como fungicida tradicional en la enfermedad de la mancha de chocolate (*Botrytis fabae*) del cultivo de la haba (*Vicia faba*)

(Artículo de investigación)

Jenny Angeles Limachi Escalante¹; Gladys J. Chipana Mendoza²

Resumen

En el cultivo de haba es común encontrar enfermedades que afectan a la producción, como es el caso de la mancha de chocolate que afecta a las hojas, tallos, flores, vainas y grano. Ante esta amenaza se elaboró un fungicida tradicional en base a Molle a fin evaluar la efectividad de este fungicida sobre la reducción de la incidencia de la mancha de chocolate en el cultivo de haba. La investigación fue realizada en la ciudad de El Alto, la evaluación fue realizada considerando el tratamiento en base al fungicida tradicional y el testigo al cual no se aplicó ningún producto. Las variables evaluadas fueron la incidencia, severidad, número de vainas, longitud de vainas, rendimiento en vaina fresca. El testigo mostró una incidencia del 88.89% del total de las plantas. La severidad para el testigo fue del 79.6% mientras que del tratamiento con el fungicida fue de 26.8%. El número de vainas por planta en el testigo fue de 6.2, el tratamiento con el fungicida fue de 9 vainas por planta, la longitud de las vainas en el testigo fue de 7.9 cm y en el tratamiento con el fungicida fue de 11.5 cm, con respecto a el peso de las vainas frescas para el testigo fue de 1.0 t ha⁻¹ y para el tratamiento con el fungicida fue de 1.8 t ha⁻¹. El uso de fungicidas naturales es una buena alternativa para estas afecciones en el cultivo. El Molle es usualmente visto en las avenidas de las ciudades y es una alternativa muy funcional y económica para la enfermedad de la mancha de chocolate.

Palabras clave: *Schinus molle*, *Botrytis fabae*, *Vicia faba*, esencia, fungicida.

INTRODUCCIÓN

La haba (*Vicia faba*) en Bolivia, es una de las leguminosas más importantes en la región andina (3200-4000 msnm) y valles interandinos (2500-3200 msnm) se cultiva en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Tarija y Oruro, representa una fuente básica de alimentación por ser un cultivo con buenos principios nutritivos (INIAF, 2009).

Es la séptima legumbre de importancia en el mundo y la típica leguminosa de doble utilización (tanto para alimentación humana como animal), constituyendo en muchos países la mayor fuente de proteína en alimentación humana (Confalone, 2008). La haba al igual que otros cultivos está expuesta a factores bióticos y abióticos que inciden en su rendimiento, entre los que se tienen: enfermedades fungosas como el mildiu (*Peronospora viciae*), roya (*Uromyces fabae*), el mal de esclerocio (*Sclerotinia sclerotiorum*), mancha de chocolate (*Botrytis fabae*), etc., plagas como el pulgon negro (*Aphis fabae*), la sitona (*Sitona lineatus*), el lixus (*Lixus algirus*), el trips del guisante (*Kakothrips robustus*), etc (Catacora, 2000 citado por Flores, 2008).

La mancha de chocolate es una enfermedad producida por un hongo, que afecta hojas y tallos, llegando a ocasionar pérdidas en la producción del cultivo; si es para la venta de la vaina, este hongo afecta a la calidad por la presencia de manchas, la enfermedad aumenta, cuando hay alta densidad de plantas y condiciones de alta humedad, en variedades susceptibles pueden afectar el rendimiento hasta un 80% cuando no se controla (INIA, 2014).

El uso terapéutico del molle (*Schinus molle*) se fue perdiendo a través del tiempo, hoy es utilizado como una planta ornamental en parques y avenidas, pudiendo rescatar el empleo tradicional de sustancias como tratamiento alternativo para preservar la salud (Rivadeneira y Alvarez, 2015). Es una planta con actividad antifúngica y antimicrobiana principalmente en las hojas (I.E.S.N., 2001 citado por Flores, 2008). El árbol tiene entre 10 a 12 metros de altura, puede alcanzar un máximo de 25 metros, de 0.5 a 1.5 metros de diámetro en la base, muy ramificado en la parte superior, la

¹ Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. limachijenny16@gmail.com

² Docente de la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-0385>. gladys.chipana@gmail.com.

corteza es de color café claro a ligeramente grisáceo, áspera agrietada, la que se desprende en los individuos más viejos (Morales, 1994 citado por Flores, 2008).

El aceite esencial de molle constituye una fuente rica de monoterpenos, sesquiterpenos y triterpenos, los cuales se emplean en perfumería y como fungicidas naturales, el aceite esencial de esta planta se encuentra principalmente en las hojas y en los frutos, las hojas pueden contener hasta 2.0% de aceite esencial; mientras que los frutos, hasta 5.0%, el aceite esencial está compuesto principalmente por: β -mirreno (30.1%), α -felandreno (26.4%), β -pineno (13.5%), α -pineno (11.9%), limoneno (9.9%) y β -felandreno (5.7%), entre otros (Bernhard et al., 1983, citados en López y Caso, 2015).

En la agricultura actual es frecuente la aplicación de agentes químicos ante alguna enfermedad de un cultivo, sin embargo estas aplicaciones continuas degradan al suelo. Ante esta situación es posible contrarrestar las enfermedades, como la mancha de chocolate mediante la aplicación de esencias naturales. Los objetivos planteados fueron a) describir las propiedades fungicidas que tiene el Molle, b) detallar la preparación del fungicida tradicional a base de las hojas de molle y aplicarlo en el cultivo del haba, c) evaluar la efectividad del fungicida sobre la reducción de la incidencia de la mancha de chocolate en el cultivo de haba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio fue desarrollado en la ciudad de El Alto, departamento de La Paz (Bolivia), en la zona Villa Mercedes ubicado a una latitud sur de 16° 34' 4.7892" y una latitud oeste de 68° 12' 23.3856". La temperatura media anual es de 7.2°C, con una precipitación aproximada de 577 mm. La precipitación es más baja en junio, con un promedio de 6 mm, en enero, la precipitación alcanza un máximo promedio de 124 mm. La temperatura media anual es de 9.3°C, noviembre es el mes más caluroso del año y julio es el mes más frío del año (Climate-data, sf).

Materiales

El material biológico utilizado fue 40 semillas de haba pre-germinadas, el proceso de germinación fue de una semana, reposando las habas en una toalla húmeda, a fin de acelerar rehidratación y emergencia. El material de apoyo fue compuesto de una picota, rastrillo, balanza digital y jabón.

Metodología

Recopilación de información

Para la recopilación de información referida al cultivo del haba, enfermedad de la mancha de chocolate y del efecto del extracto de molle, se revisó fuentes secundarias compuestas por libros, tesis de investigación y artículos científicos.

Extracción de la esencia de molle

La preparación del fungicida vegetal se obtuvo por el método del solvente orgánico propuesta por Flores (2008), el cual se obtiene a partir del material seco de la planta de molle. El método de solvente orgánico consiste en la obtención de un extracto utilizando solventes como: etanol metanol, éter de petróleo, propanol, etc., en los cuales los aceites esenciales son disueltos, además pueden ser extraídos otros componentes que se encuentran en la planta y son misiles en los solventes, obteniéndose al final un extracto sólido oleorresina (Mirabal, 2001 citado por Flores, 2008).

Diseño experimental

Se dispusieron de dos unidades experimentales, cuyas características fueron; 1.5 m de ancho, 0.8 m de largo, 1.2 m² de superficie por unidad experimental, 2.4 m² de superficie total.

Variables de respuesta

Las variables evaluadas fueron la incidencia, severidad, número de vainas, longitud de vainas, rendimiento en vaina fresca. La incidencia o número de unidades de plantas afectadas, fue evaluado en las etapas de floración y engrosamiento de la vaina, a los 120 y 180 días respectivamente, después de la siembra. Se aplicó la siguiente fórmula propuesta por French y Herbert (1980):

$$I = \left(\frac{NPE}{TPO} \right) \cdot 100$$

Dónde: I = incidencia; NPE = número de plantas enfermas; TPO = total de plantas observadas (sanas y enfermas).

La severidad es la porción de tejido de las plantas afectadas, para su cálculo se utilizó las escalas propuestas por French y Herbert (1980) mostrada en la Figura 1. La severidad fue evaluada en las etapas de floración y engrosamiento de la vaina a los 120 y 180 días respectivamente, después de la siembra.

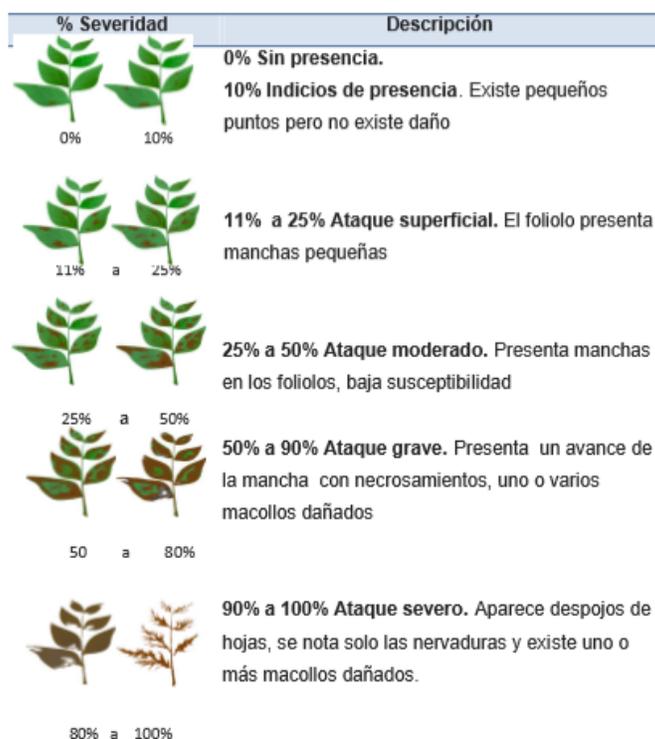


Figura 1. Escala visual del porcentaje de severidad de una enfermedad. Fuente: Flores (2008).

Para la determinación del número y longitud de vainas, se tomó al azar cinco plantas testigo y cinco plantas del tratamiento, siguiendo con el conteo correspondiente. El resultado del rendimiento en vaina fresca, fue pesando las vainas verdes por planta y su respectiva comparación entre el testigo y el tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las propiedades fúngicas del Molle

En la industria farmacéutica está comprobado el uso del aceite esencial del fruto y de las hojas de Molle en afecciones virales y bacterianas, en la industria química como insecticida, fungicida, repulsivo y para parásitos de insectos. La esencia de molle es un líquido fluido de color amarillo pálido que causa un efecto analgésico, antibacterial, antifúngico, antiviral, entre otros (UNEC, 2020). El aceite esencial del Molle se encuentra principalmente en hojas hasta 2% e in vitro, existen distintos métodos de pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos, los más importantes son: difusión (susceptibilidad bacteriana) y dilución (concentración mínima inhibitoria) (Cedamano, 2013).

Lamarque (2001) citado por Flores (2008) indica que el Molle presenta actividades antifúngicas y antimicrobianas, contenidas principalmente en las hojas y además esta planta tiene importancia etnobotánica, utilizado en el control de plagas agrícolas. Cedamano (2013) señala que el aceite esencial del Molle está conformado por 20 o más compuestos como la salicina, alcanfor y linalol, el terpeno es el típico constituyente del aceite esencial, sus derivados son volátiles producen atractivos olores que pueden depender de la luz, se destaca su actividad antimicrobiana y modifican la permeabilidad de la membrana bacteriana ocasionando su muerte.

Core (2010) menciona que una de las alternativas para reducir el uso de pesticidas puede ser el uso de aceites esenciales para controlar enfermedades y plagas que afectan la producción agrícola. El mismo autor realizó una investigación en la que mediante el análisis de los resultados por las pruebas de Tukey y Duncan al 5%, indicando que en general, el aceite esencial del Molle fue efectivo para los cuatro hongos estudiados y que este presenta un efecto fungicida más pronunciado contra *Botrytis spp.* a partir de pruebas in vitro.

Preparación del fungicida tradicional a base de hojas de molle

La secuencia de la preparación fue la siguiente:

- Se realizó la recolección de las hojas de molle (250 gramos) en la etapa fenológica de floración.
- Las hojas fueron secadas a temperatura ambiente por 7 días para luego triturarlo (Figura 2), se obtuvo 40 g de las hojas trituradas.



Figura 2. Secado de molle (Izq.) y 40 gramos de Molle triturado (Der.).

- A los 40 g de las hojas trituradas se adicionó 140 ml de agua, esta mezcla fue hervida a una temperatura de 89,6°C durante 15 minutos, durante este tiempo se incorporó 2 g de jabón vertidos como disolvente por sus propiedades dispersantes sobre las hojas (Figura 3).



Figura 3. Cocción del fungicida vegetal

d) A la preparación se añadió 540 ml de agua y se dejó reposar por siete días obteniendo la fermentación para su aplicación al cultivo de haba (Figura 4).



Figura 4. Solución a fermentar (Izq.) y solución fermentada (Der.).

e) Pasado los siete días de fermentación, se filtró la solución (Figura 5), para luego aplicarla con una aspersora manual (Figura 5).



Figura 5. Filtrado de la solución fermentada (Izq.) y aplicación de la solución (Der.).

f) La solución fue aplicada al cultivo de haba en la etapa de floración y formación de la vaina (a los 120 y 180 días después la siembra) (Figura 6), con una frecuencia de cada siete días hasta la cosecha.



Figura 6. Vista del cultivo de haba bajo efecto del tratamiento del fungicida tradicional.

VARIABLES DE RESPUESTA EVALUADAS

Incidencia de la enfermedad en la etapa de floración

La Figura 7 muestra que el testigo presentó una incidencia del 61.11% respecto a la incidencia del tratamiento, la cual presenta una incidencia de un 55.00%. Producto de la cual se debe a la inducción del fungicida en el haba.

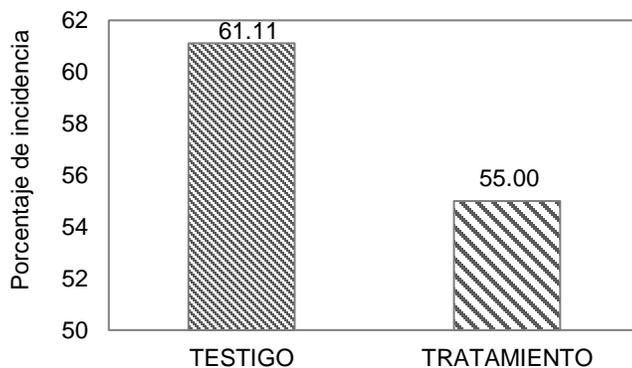


Figura 7. Incidencia de la enfermedad en la etapa de floración.

Incidencia de la enfermedad en el engrosamiento de la vaina

La Figura 8 muestra hubo diferencias entre el tratamiento con la aplicación del fungicida tradicional con respecto al testigo. El tratamiento registró un 65.00% de incidencia y el testigo un 88.89%.

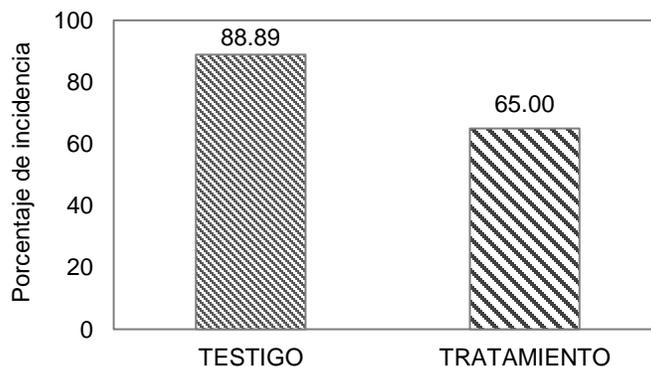


Figura 8. Incidencia de la enfermedad en la etapa de engrosamiento de la vaina.

Severidad de la enfermedad en la etapa de floración

La severidad en la etapa de floración, mostró diferencias entre el tratamiento y el testigo. El tratamiento obtuvo un porcentaje de severidad del 20.4% y el testigo de 45.8% (Figura 9). Esto demuestra la comparación entre la aplicación en el tratamiento de la esencia de molle, la cual inhibe la propagación del hongo en la producción del haba.

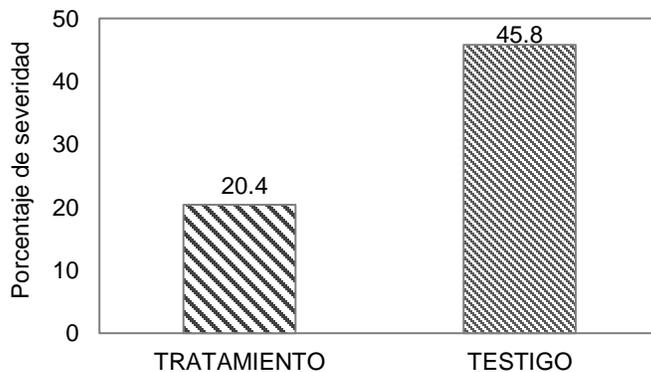


Figura 9. Severidad de la enfermedad en la etapa de floración.

Severidad en la etapa de engrosamiento de vaina

El tratamiento con la aplicación del fungicida tradicional de Molle obtuvo 26.8% de severidad, mientras que el testigo presentó una severidad del 79.6% (Figura 10). Comparando estos resultados con los obtenidos en la etapa de floración indica claras diferencias con y sin la aplicación de este fungicida tradicional. La severidad en el testigo fue tan grande que las vainas, tallos y hojas resultaron muy dañadas, en comparación con el tratamiento que presentó solo daños en las hojas.

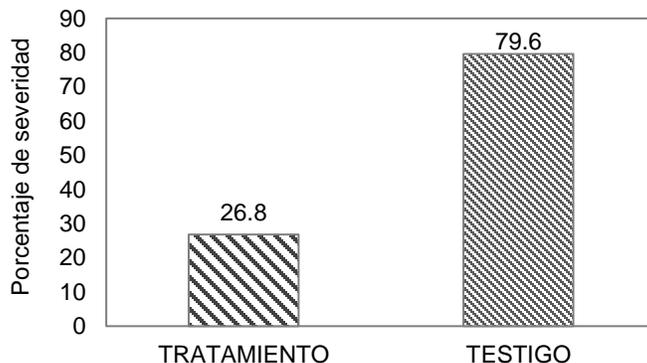


Figura 10. Severidad en la etapa de engrosamiento de vaina en el haba.

Número de vainas

En la Figura 11 se observa la cantidad de vainas producidas en el tratamiento y el testigo. El número de vainas por planta en el tratamiento con la aplicación del fungicida tradicional fue en promedio de 9.0, mientras que el testigo produjo la cantidad media de 6.2 vainas por planta. Pudiéndose señalar que a mayor incidencia de la enfermedad hay reducción en la producción de vainas, ocasionando decremento en el rendimiento del haba.

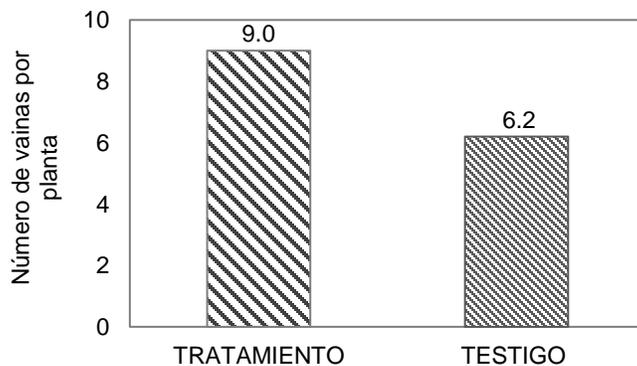


Figura 11. Número de vainas por planta.

Longitud de vainas

El tratamiento con la aplicación del fungicida tradicional obtuvo una longitud promedio de vaina de 11.5 cm. Por otro lado, el testigo mostró un promedio de longitud de 7.9 cm (Figura 12). Según Maydana (2001) citado por Flores (2008) las mejores longitudes se reportaron en el tratamiento con Ceniza-3 (dosis alta) con un promedio de 18.10 cm longitud de vaina con relación a los tratamientos que son totalmente diferentes, el mismo autor indica que los resultados con uso de extractos naturales ha demostrado confianza, además de prevenir el ingreso temprano de diversas enfermedades.

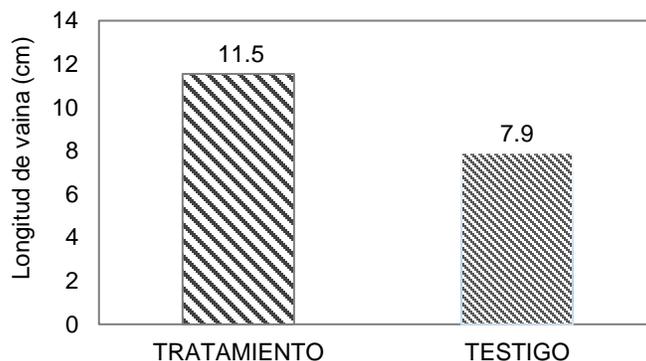


Figura 12. Longitud de vainas por planta.

Rendimiento en vaina fresca

La Figura 13 muestra que el rendimiento del tratamiento con la aplicación del fungicida racional fue de 1.8 t ha^{-1} , mientras que para el testigo fue de 1.0 t ha^{-1} (Figura 13), esto muestra la diferencia de rendimientos por influencia de la enfermedad de la mancha de chocolate, al respecto Maydana (2001) citado por Flores (2008) menciona que las dosificaciones altas obtienen mejores resultados en cuanto al rendimiento con hasta 17.0 t ha^{-1} con la aplicación de Molle en la haba. Los resultados obtenidos en la presente investigación son similares al rendimiento nacional que es de 1.3 t ha^{-1} (INE, 2015).

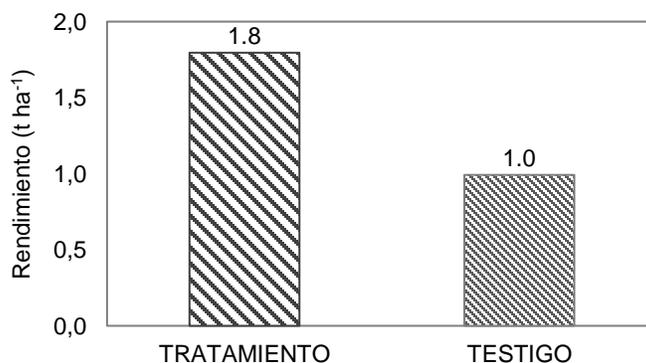


Figura 13. Rendimiento del haba en vaina fresca.

CONCLUSIONES

Las enfermedades que se da en el cultivo del haba causan bajos rendimientos en la producción, hecho que influye en la necesidad de hacer uso de fungicidas químicos que al ser una alternativa muy accesible ocasiona daños al suelo y al medio ambiente. El uso de fungicidas naturales es una buena alternativa para estas afecciones en el cultivo. El Molle es usualmente visto en las avenidas de las ciudades y es una alternativa muy funcional y económica para la enfermedad de la mancha de chocolate.

BIBLIOGRAFÍA

- Cedamanos, 2013. Efecto inhibitorio in vitro del aceite esencial de *Schinus molle* L. “molle” sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Tesis de doctorado. Escuela de post grado sección de postgrado en ciencias médicas. Trujillo Perú. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8090/Tesis%20DoctoradoX%20-%20Italo%20W.%20Cedamanos%20Guti%C3%A9rrez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Core, 2010. Efecto fungicida de los aceites esenciales de *Schinus molle* L. y *Schinus terebinthifolius* raddi, anacardiaceae, de río grande del sur. Revista brasilera de farmacología. Disponible en <http://riquim.fq.edu.uy/items/show/2083>
- Climate-data, sf. Clima de El Alto (Bolivia). Climate.data.org. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/bolivia/la-paz/el-alto-4879/>
- Confalone, A. 2008. Crecimiento y desarrollo del cultivo del haba (*Vicia faba* L.). Parametrización del submodelo de fenología de CROGRO-FABABEAN. Tesis Doctoral Universidad de Santiago de Compostela Escola Politécnica

- Superior. Disponible en [https://books.google.com.bo/books?id=IORWvIxdAN8C&printsec=frontcover&dq=Crecimiento+y+desarrollo+del+cultivo+del+haba+\(Vicia+faba+L.\).&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwinguLo78PpAhV2GbkGHfXMCKEQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Crecimiento%20y%20desarrollo%20del%20cultivo%20del%20haba%20\(Vicia%20faba%20L.\).&f=false](https://books.google.com.bo/books?id=IORWvIxdAN8C&printsec=frontcover&dq=Crecimiento+y+desarrollo+del+cultivo+del+haba+(Vicia+faba+L.).&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwinguLo78PpAhV2GbkGHfXMCKEQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Crecimiento%20y%20desarrollo%20del%20cultivo%20del%20haba%20(Vicia%20faba%20L.).&f=false)
- Flores, 2008. Control químico y natural de la mancha de chocolate (*Botrytis fabae*) en el cultivo de haba (*Vicia faba* L.) Altiplano Norte, La Paz. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de agronomía. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4316/T-1221.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- French y Herbert, 1980. Métodos de Investigación fitopatológica. Instituto Interamericano de ciencias agrícolas. San José, Costa Rica 1980. Disponible en https://books.google.com.bo/books?id=nR8PAQAIAAJ&printsec=frontcover&dq=french+y+herbert+1980&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjC_ce5ronqAhXIH7kGHeBJDi4Q6AEIKDAA#v=onepage&q&f=false
- UNEC, 2020. Aceite esencial de molle. Extraído en: <http://www.unec.com.bo/es/productos/aceite-esencial-de-molle.html>
- INIA, 2014. Mancha Chocolate ó Yawar Ch'acchu en Haba. Autores: Mirihan Gamarra, César Medina, Wilbert Mancco, Alcides Dávalos, José Luis Puma. PLANTWISE. Disponible en <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/FactsheetAdmin/Uploads/PDFs/20187800006.pdf>
- INIAF: (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), 2009. Mejoramiento de variedades agrícolas. Quinoa – Maíz – Haba – Amaranto – Hortalizas. Variedad Usnayo, Características agronómicas, Elaboración: Dirección Nacional de Investigación. La Paz – Bolivia pp 27. Disponible en <https://bivica.org/files/variedades-mejoramiento.pdf>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2015. Encuesta nacional agropecuaria. Disponible en <file:///C:/Users/MI%20PC/Desktop/Encuesta%20Agropecuaria%202015.pdf>
- Rivadeneira y Álvarez, 2015. Aceite esencial de *Schinus molle* L. (Molle) Como potencial antimicrobiano sobre *Streptococcus mutans*. Estudio in vitro. Disponible en https://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2015/Kiru_12-2_v_p7-13.pdf
- López y Caso, 2015. Rendimiento y composición química de aceites esenciales de *Eucalyptus archeri* y *Schinus molle* – Valle de Mantaro. Tesis de grado, Universidad nacional del Centro del Perú – Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3508>