

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE  
EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE ROYA**

**(*Uromyces appendiculatus* P.) EN EL CULTIVO DE FRÉJOL**

**(*Phaseolus vulgaris* L.)**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

**AUTOR**

**FREDY ALEXANDER PORTILLA CENTENO**

**TUTOR**

**Ing. Mg. SEGUNDO CURAY PhD.**

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2021**

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO I.....  | 1  |
| INTRODUCCIÓN .....                                       | 1  |
| CAPÍTULO II .....  | 3  |
| MARCO TEÓRICO.....                                       | 3  |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....                   | 3  |
| 2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....                       | 5  |
| 2.2.1. Fréjol .....                                      | 5  |
| 2.2.2. Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ).....      | 9  |
| 2.2.3. Manzanilla ( <i>Matricaria chamomilla</i> ).....  | 12 |
| 2.2.4. Cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> )..... | 14 |
| CAPÍTULO III.....  | 17 |
| HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....                              | 17 |
| 3.1. HIPÓTESIS .....                                     | 17 |
| Objetivo General.....                                    | 17 |
| Objetivos Específicos .....                              | 17 |
| CAPÍTULO IV.....   | 18 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                               | 18 |
| 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....                      | 18 |
| 4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....                      | 18 |

|   |    |
|---|----|
| Suelo .....                               | 18 |
| 4.3. EQUIPOS Y MATERIALES .....           | 19 |
| 4.3.1. Equipos.....                       | 19 |
| 4.3.2. Material vegetal.....              | 19 |
| 4.3.3. Materiales .....                   | 19 |
| 4.3.4. Materiales de escritorio .....     | 20 |
| 4.4. FACTORES EN ESTUDIO .....            | 20 |
| 4.4.1. Extractos vegetales.....           | 20 |
| 4.4.2. Concentración de aplicación .....  | 20 |
| 4.4.3. Testigos .....                     | 21 |
| 4.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 21 |
| 4.5.1. Tratamientos.....                  | 21 |
| 4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....             | 21 |
| 4.6.1. Características del ensayo .....   | 22 |
| 4.6.2. Esquema de la disposición .....    | 22 |
| 4.7. VARIABLES RESPUESTA .....            | 23 |
| 4.7.1. Porcentaje de incidencia.....      | 23 |
| 4.7.2. Porcentaje de severidad.....       | 23 |
| 4.7.3. Rendimiento .....                  | 24 |
| 4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....          | 24 |
| 4.8.1. Elaboración de extractos. ....     | 24 |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 4.8.2.   | Características del cultivo .....                               | 24 |
| 4.8.3.   | Limpieza del área .....   | 25 |
| 4.8.4.   | Rotulación de las parcelas .....                                | 25 |
| 4.8.5.   | Aplicación de los extractos vegetales .....                     | 25 |
| 4.8.6.   | Toma de muestras y registro de datos .....                      | 26 |
| 4.9.   | PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....                            | 26 |
| CAPÍTULO V .....   |   | 27 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                               |   | 27 |
| 5.1.   | Porcentaje de incidencia con el extracto de Manzanilla.....     | 27 |
| 5.2.   | Porcentaje de incidencia Cola de caballo .....                  | 29 |
| 5.3.   | Porcentaje de severidad con el extracto de Manzanilla.....      | 31 |
| 5.4.   | Porcentaje de severidad con el extracto de Cola de caballo..... | 33 |
| 5.5.   | Rendimiento .....   | 35 |
| CAPÍTULO VI.....   |   | 38 |
| CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS ..... |   | 38 |
| 6.1.   | CONCLUSIONES.....   | 38 |
| 6.2.   | RECOMENDACIONES .....   | 39 |
| 6.3.   | BIBLIOGRAFÍA.....   | 39 |
| 6.4.   | ANEXOS.....   | 52 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TABLA 1. TAXONOMÍA DEL FRÉJOL .....</b>         | <b>5</b>  |
| <b>TABLA 2. TAXONOMÍA DE ROYA.....</b>             | <b>9</b>  |
| <b>TABLA 3. TAXONOMÍA MANZANILLA.....</b>          | <b>13</b> |
| <b>TABLA 4. TAXONOMÍA DE COLA DE CABALLO .....</b> | <b>14</b> |
| <b>TABLA 5. TRATAMIENTOS .....</b>                 | <b>21</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Porcentaje de incidencia de roya en fréjol tratado con extracto de manzanilla .....      | 27 |
| <b>Figura 2.</b> Porcentaje de incidencia de roya en frèjol tratado con extracto de cola de caballo ..... | 29 |
| <b>Figura 3.</b> Porcentaje de severidad de roya en fréjol tratado con extracto de manzanilla .....       | 31 |
| <b>Figura 4.</b> Porcentaje de severidad de roya en fréjol tratado con extracto de cola de caballo .....  | 33 |
| <b>Figura 5.</b> Rendimiento en kilogramos por tratamientos.....  | 35 |

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El suscrito, FREDY ALEXANDER PORTILLA CENTENO, portador de cédula de identidad número: 1804941993, libre y voluntariamente declaro que el Informe final del proyecto de investigación titulado: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus* P.) EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.), es original, auténtico y personal. En tal virtud declaro que el contenido es mi responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultada.

.....

FREDY ALEXANDER PORTILLA CENTENO

## DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus* P.) EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

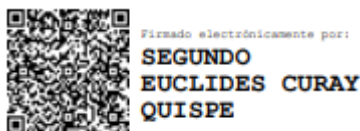
.....

FREDY ALEXANDER PORTILLA CENTENO



EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE ROYA (*Uromyces appendiculatus* P.) EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”

REVISADO POR



.....  
Ing. Mg. Segundo Curay

TUTOR

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN**



FECHA

.....  
Ing. Mg. Marco Pérez, PhD

10/03/2021

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



.....  
Ing. Mg. Elizabeth Ibarra

02/03/2021

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



.....  
Ing. Mg. Hernán Zurita

01/03/2021

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres Neptali y Fabiola que con cariño y sabiduría me brindan sus conocimientos y su apoyo incondicional siempre que lo necesito.

A mis hermanos Gustavo, Franklin, Jairo porque a pesar de que no soy perfecto en mi encontraran un guía y una palabra de aliento para conquistar nuevos retos.

A mi hermana Cristina y a mi sobrina Bianca porque puedo confiar en ellas porque me llenan de amor y alegría, me miran como un ejemplo.

Los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTO

*“Debemos encontrar tiempo para detenernos y agradecer a las personas que hacen la diferencia en nuestras vidas”.*

**John F. Kennedy**

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida, guiarme por el camino correcto, ser mi principal soporte y fortaleza en momentos de adversidad.

A mis padres gracias infinitas por su amor incondicional al enseñarme valores y principios que me acompañaran en cada momento de mi vida, por el sacrificio que hacen día a día para sacar adelante nuestra familia, por sus palabras de aliento y brindarme todo el apoyo necesario, por confiar en mí y no dejarme caer, ustedes me motivan a ser una mejor persona.

A mis hermanos por ser mis cómplices desde pequeños, por cada una de sus enseñanzas, porque me apoyan en cada nueva meta, por cada lágrima y sonrisa compartida.

A Victoria por ser una persona especial en mi vida ya que está a mi lado y con una palabra de aliento y un abrazo logra hacerme sentir protegido y amado, porque me motiva alcanzar mis metas y construir nuevos sueños.

A mi tutor Ing. Segundo Curay por guiarme con su conocimiento, por cada uno de sus consejos y recomendaciones al momento de realizar mi proyecto de investigación.

A la universidad que me abrió sus puertas para nutrirme de conocimiento y a sus nobles docentes que con paciencia, respeto y amistad imparten cada una de sus cátedras.

A mis compañeros de aula que día a día compartieron conmigo momentos divertidos y sensatos, que me ayudaron a comprender que la vida no es una competencia sino un camino para aprender unos de otros.

## RESUMEN

En el Ecuador uno de los cultivos de mayor interés en la zona andina es el fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) y una de las enfermedades más comunes es la roya (*Uromyces appendiculatus P.*) que causa pérdidas considerables de la producción generando pústulas de coloración naranja que afectan principalmente a la zona foliar y con ello al proceso de fotosíntesis de la planta. La investigación se realizó en una parcela establecida que se encuentra en una altitud de 2393 m.s.n.m latitud 1° 23' 54'' y longitud 78° 28' 23'' en el cantón Patate. El propósito de la investigación fue evaluar la actividad antifúngica de los extractos vegetales de cola de caballo (*E. arvense*) y manzanilla (*M. chamomilla*) para el control de roya (*U. phaseoli*) aplicados en tres diferentes dosis (10, 15 y 20%). Se empleó un diseño de bloques completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial (2 x 3+ 2) con tres repeticiones, mediante el análisis estadístico se logró determinar que los tratamientos E1C3 (extracto de manzanilla al 20%) y E2C2 (extracto de cola de caballo al 15%) son los que muestran valores más bajos en incidencia con porcentajes de 56,11 y 55,55 % recíprocamente a los 35 días de la aplicación algo similar ocurre en severidad que se logró porcentajes de 19,47 y 19,66% respectivamente. Además se identificó que el rendimiento se ve influenciado por las dosis de aplicación alcanzando 1,33 kg en E1C3 y 1,15 kg para E2C2.

**Palabras clave:** Cola de caballo- Extractos- Fréjol- Manzanilla - Roya

## SUMMARY

In Ecuador, one of the crops of greatest interest in the Andean zone is bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and one of the most common diseases is rust (*Uromyces appendiculatus* P.), which causes considerable production losses, it generate orange colored pustules that mainly affect the foliar area and with it the photosynthesis process of the plant. The investigation was carried out in an established plot located at an altitude of 2393 meters above sea level, latitude 1° 23 '54' 'and longitude 78° 28'23' 'in Patate. The purpose of the investigation was to evaluate the antifungal activity of plant extracts cola de caballo (*E. arvense*) and chamomile (*M. chamomilla*) for the control of rust (*U. phaseoli*) applied in three different doses (10, 15 and 20%). A randomized complete block design (DBCA) with factorial arrangement (2 x 3 + 2) with three repetitions was used. Using the statistical analysis, it was possible to determine that the treatments E1C3 (20% chamomile extract) and E2C2 (15% cola de caballo extract) are those that show the lowest values in incidence with percentages of 56.11 and 55.55 % reciprocally 35 days after application, something similar occurs in severity, achieving percentages of 19.47 and 19.66% respectively. In addition, it was identified that the yield was influenced by the application doses reaching 1.33 kg in E1C3 and 1.15 kg for E2C2.

**Keywords:** Cola de caballo- Extracts- Bean- Chamomile – Rust

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El fréjol es el segundo producto de mayor consumo luego del maíz en el Ecuador, ya sea en estado seco o tierno (Garces *et al.* 2015). Posee un alto valor nutricional por su gran contenido de vitaminas, proteínas y carbohidratos, por lo que fácilmente puede reemplazar a la carne roja en la alimentación diaria, siendo consumido y producido principalmente por familias de escasos recursos económicos que ven en este producto su sustento diario (Vergara 2016). Se cultiva dos tipos de fréjol principalmente en la región Sierra, el arbustivo y el voluble que puede ser en asociación con maíz o utilizando tutores (INIAP 2012).

La roya (*Uromyces appendiculatus*) al ser una de las principales enfermedades que ataca al cultivo de fréjol en el Ecuador y siendo favorecida por diversos factores climáticos (Morales 2015), se convierte en un problema para los agricultores ya que invierten mucho dinero en su control y se ha comprobado que las pérdidas por esta enfermedad alcanzan entre el 30 y 60% de la producción total (López y Mayorga 2013).

Los agroquímicos se han convertido en productos de gran importancia para lograr altos rendimientos en los cultivos, por lo que su uso es ilimitado (Nava *et al.* 2012). En Ecuador el control de plagas y enfermedades se ha basado principalmente en el uso de productos químicos en exceso y sin una rotación adecuada lo que ha conllevado a diferentes grados de intoxicación en productores, contaminación en el medio ambiente, incrementos en los costos de producción, plagas y enfermedades resistentes (Dávila 2017).

De acuerdo a revisiones bibliográficas se puede decir que existen varias alternativas para el control o inhibición eficiente de hongos y bacterias fitopatógenos, como son los extractos vegetales que funcionan correctamente y pueden formar parte de los manejos agroecológicos enfocados hacia una agricultura sostenible y sustentable (INTA 2019), estos se caracterizan por la presencia de determinados compuestos como flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos (Moo-Koh *et al.* 2014).

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Peralta *et al.* en 2007 evaluaron el control de enfermedades de fréjol en Ecuador que tradicionalmente se ha basado en el uso exclusivo y desmesurado de fungicidas, que generan distintos niveles de intoxicación en los productores, contaminación del ambiente, incremento en los costos de producción, resistencia de plagas y enfermedades cada vez más agresivas y resistentes. Por eso se recomienda como alternativa de manejo en el cultivo una combinación de control cultural y químico.

El uso de extractos vegetales es mundialmente conocido, sin embargo se encuentra poca información confiable y verificable sobre el control de agentes bacterianos y fungos para demostrar su efectividad se realizaron extractos vegetales con 16 plantas distintas para evaluar su actividad contra la bacteria fitopatógena *Xanthomona*, obteniendo como resultado que 2 extractos funcionan como antibacterial 8 como antifúngico y 6 como plantas alelopáticas (Chirinos *et al.* 2013).

La aplicación de extractos vegetales es una alternativa muy viable para el control de hongos fitopatógenos , es así como se comprueba que los extractos de lavanda y de manzanilla tiene un efecto positivo para el control de *Colletotrichum spp.* aislado de tomate de árbol con un porcentaje inhibitorio de 74,98% (Villacís *et al.* 2017).

La inhibición del crecimiento micelial es atribuido principalmente a los metabolitos secundarios como flavonoides, fenoles, taninos, aminoácidos, y saponinas que cada



una de las plantas contiene por lo tanto se recomienda usar extractos vegetales como una alternativa a los químicos (Rodríguez *et al.* 2012).

Bernal *et al.* en 2016 utilizaron extractos acuosos de hojas y flores de *Spathodea campanulata* al 5 y 10 % para demostrar su actividad antifúngica contra roya (*Uromyces phaseoli*), obteniendo resultados alentadores con la concentración al 10% reduciendo el número de pústulas/hojas, diámetro de las pústulas y el rendimiento agrícola.

De igual manera se ha comprobado que la cola de caballo tiene un efecto positivo como antifúngico ante roya (*Puccinia sp.*) en el cultivo de cebolla blanca, a una dosis al 15% de extracto obtenido por cocción y maceración durante 21 días, la aplicación de extracto de cola de caballo mostro resultados positivos sin tomar en cuenta la dosis ni el método de extracción, referente al testigo que obtuvo un rendimiento menor (Santana 2014).

El extracto de cola de caballo, presentó la mayor acción antifúngica tanto para el hongo *B. cinérea* como para el hongo *B. lactucae*, en su dosis más alta 500% (50 g de planta entera en 10 ml de agua destilada), ya que mostró un halo de inhibición mayor y menor cantidad de unidades formadoras de colonias (Tayupanta 2012).

Cubides (2013), en su investigación demostró que de todos los extractos estudiados, el extracto de manzanilla es el más efectivo en comparación con un fungicida químico (Ridomil), y recomendó este extracto para un manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de cebolla de bulbo.

Por otro lado la manzanilla ha sido utilizada ampliamente en varias investigaciones como un potente antibacterial empleando principalmente sus flores secas tanto en extractos como aceites esenciales ricos en compuestos fenólicos derivados de los flavonoides, alcanzando resultados positivos como antibacterial para el género *Streptococcus* (Talavera 2015).

De igual manera la aplicación de hidrolato de manzanilla se considera una alternativa natural para el manejo de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa, siendo la dosificación más baja 60 g/10 l la que actúa positivamente para su control y sobre todo para obtener productos saludables y disminuir el impacto ambiental (Chalacamá 2016).

## 2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

### 2.2.1. Fréjol

El fréjol es una planta leguminosa, su lugar de origen es incierto, sin embargo investigaciones atribuyen como centro de origen a Mesoamérica comprendida por México, Centroamérica y la región andina (López 2019).

**TABLA 1.** TAXONOMÍA DEL FRÉJOL

|                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| <b>Reino:</b>    | Vegetal                   |
| <b>División:</b> | Magnoliophyta             |
| <b>Clase:</b>    | Magnoliopsida             |
| <b>Orden:</b>    | Fabaceae                  |
| <b>Familia:</b>  | Leguminosae               |
| <b>Género:</b>   | <i>Phaseolus</i>          |
| <b>Especie:</b>  | <i>Phaseolus vulgaris</i> |

**Fuente:** Tomada de León 2016.

## **Descripción botánica**

**Raíz.** La radícula del embrión consta como su sistema radical en su primera etapa de desarrollo, que luego de una transformación pasa a ser raíz principal, de la cual emergen raíces secundarias a los pocos días (Quishpe 2017).

**Tallo.** Es la parte central de la planta. Es de tipo herbáceo y levemente angular y está formado por una serie de nudos y entrenudo. Posee una dominancia apical muy fuerte y su desarrollo está dado en los nudos, que son el punto de inserción de los cotiledones y las hojas (Quishpe 2017).

**Hojas.** Su característica principal es que están interconectadas con el tallo mediante los nudos y se conocen dos tipos, simples y compuestas. Mediante el proceso de embriogénesis se forman las primeras hojas conocidas como hojas falsas o y por lo general aparecen en segundos nudos del tallo. Las hojas compuestas o trifoliadas que son típicas del fréjol. Poseen estípulas de forma triangular evidentes en la inserción de las hojas (Quishpe 2017).

**Las inflorescencias.** Existen dos tipos de inflorescencias, axilares y terminales que a su vez dan origen a un complejo de tres yemas, y consta de tres partes principales el eje de la inflorescencia, compuesto de pedúnculo y raquis, las brácteas primarias y los botones florales (Lépiz *et al.* 2009).

**Flor.** Tiene varios colores y formas, predominando el blanco. En su proceso desarrollo se pueden diferenciar dos estados florales, el botón floral y la flor completamente abierta (Fonseca 2015).

**Fruto.** Al ser una planta leguminosa su fruto es una vaina con dos cubiertas que puede tener diferentes colores dependiendo de la variedad. Además entre las cubiertas posee dos suturas; la sutura ventral y la sutura placental donde se encuentran los óvulos que se convertirán en las semillas (Fonseca 2015).

**Semilla.** Se caracteriza por no poseer albumen, por tanto las reservas nutritivas se aglutinan en los cotiledones, que poseen diversas formas como: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada (Lépiz et al.2009).

### **Requerimientos agroecológicos**

Según Peralta *et al.* 2013 los requerimientos agroecológicos para el cultivo de fréjol son los siguientes:

**Suelo:** Debe contener una adecuada cantidad de materia orgánica, con capas semiprofundas y muy fértiles, además debe tener un excelente drenaje y su textura varía de franco a franco arcilloso, con un pH de 5.6 a 6.5.

**Temperatura:** Varía de acuerdo al estado y de la zona donde está establecido el cultivo, siendo la temperatura esencial de entre 18 a 24° C. Las temperaturas que superen los 35 ° C disminuyen la floración y se puede obtener plantas estériles, mientras tanto que las bajas temperaturas 10 ° C, retardan el crecimiento.

**Pluviosidad:** Requiere de precipitaciones de 400 a 600 milímetros repartidos en todo el ciclo del cultivo. Tomando en cuenta que los excesos de lluvias durante la floración

provocan la caída de la flor. Es conveniente 110 y 180 mm entre la siembra y la floración, 50 y 90 mm durante la floración y fructificación.

**Altitud:** En Ecuador se encuentra fréjol desde los 20 a 2800 m de altitud; como resultado de su fácil adaptación a diferentes ambientes. En otros países como México, Guatemala y Perú se pueden encontrar fréjol en un rango de 0 a 3200 msnm.

### **Importancia del fréjol**

Se considera al fréjol como una de las importantes reservas de minerales, carbohidratos, vitaminas y fibras solubles, es consumido tanto por la población urbana como la rural aunque principalmente por las familias cuyos recursos económicos son escasos (Ortega 2016).

En el Ecuador se cultiva dos variedades de fréjol; el arbustivo que no se asocia con otro cultivo y el voluble o trepador que se puede asociar con maíz al cual se lo utiliza como tutores. Debido a su buen precio en el mercado se puede sembrar el fréjol voluble utilizando tutores o elevadores pero requiere de una alta inversión para los productores. Aunque los dos tipos de fréjol forman parte importante en la seguridad y soberanía alimentaria, solo los pequeños productores y las familias con escasos recursos económicos, los que hacen de este cultivo su sustento diario (Godoy *et al.* 2011).

El fréjol además es una leguminosa cuya función en el suelo es nutrirlo mediante la incorporación de nitrógeno atmosférico fijado mediante un proceso conocido como simbiosis que se realiza gracias a la ayuda de bacterias del genero *Rhizobium* (Ortega 2016).

## Zonas de producción

El fréjol se cultiva ampliamente en el Ecuador siendo la región más productiva la Sierra con cerca de 76 mil ha cultivadas a diferencia de la región costa que llega a las 44 mil ha (Pucují 2016). Se ve favorecido por altitudes superiores a los 1000 m.s.n.m por lo que cultiva principalmente en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Azuay, Carchi, Imbabura, Loja, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar y Cañar, en sus valles y estribaciones de cordillera (Alvaréz 2015).

### 2.2.2. Roya (*Uromyces appendiculatus*)

La roya del fréjol es causada por *Uromyces appendiculatus*, que puede sobrevivir tanto en climas templados y fríos como uredosporas y teliosporas respectivamente, por lo cual es considerada como un enfermedad limitante en la producción en el Ecuador llegando alcanzar pérdidas de hasta el 46% (Morales 2015). Esta enfermedad también es conocida como herrumbre por la capa de color rojizo que se forma en las hojas, aunque también puede afectar vainas, tallos y ramas, si su ataque es severo puede causar defoliación prematura y mal llenado de las vainas (Ilaquiche 2018).

**TABLA 2. TAXONOMÍA DE ROYA**

|                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| <b>Reino:</b>       | Mycetae                  |
| <b>División :</b>   | Eumycota                 |
| <b>Subdivisión:</b> | Basidiomycotina          |
| <b>Clase:</b>       | Hemibasidiomycetes       |
| <b>Orden:</b>       | Uredinales               |
| <b>Género:</b>      | <i>Uromyces</i>          |
| <b>Especie:</b>     | <i>U. appendiculatus</i> |

**Fuente:** Tomado de Agrios 2013.

## **Epidemiología**

Las condiciones favorables para la infección de éste patógeno son las temperaturas que varía entre 17 a 27 °C, con una humedad relativa muy alta sobrepasando el 90 % (Urbina 2011). El ataque de la roya se efectúa desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas, siendo el periodo de floración el más afectado (Ilaquiche 2018). Este hongo puede sobrevivir muy fácilmente en malezas, restos de cosechas, tutores y plantas no programadas (Ferrufino 2008).

## **Diseminación**

Su diseminación es muy fácil porque las esporas pueden sobrevivir en los restos de la cosecha anterior. El viento es el factor principal para su propagación aunque se puede esparcir por medio de los implementos de labranza, insectos, animales (Morales 2015).

Las esporas sobrevivientes de la siembra anterior tienen la capacidad de infectar a plantas no programadas, en donde se generaran nuevas esporas que al ser transportadas por el viento trasladará la enfermedad a cultivos actuales (Ilaquiche 2018).

La enfermedad no se trasmite en la semilla (Ferrufino 2008). Se debe tomar en cuenta que algunas actividades como sembrar tardíamente, granizadas y excesos de fertilización nitrogenada favorecen al ataque de esta enfermedad (Mena y Velásquez 2010).

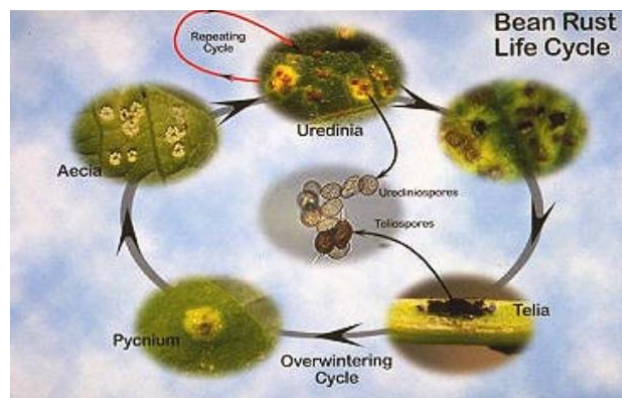
## Síntomas

El síntoma principal es la aparición de coloraciones redondeadas blanco amarillento, que luego evolucionan e incrementan su tamaño entre 1 y 2 mm de diámetro, que al completar su ciclo de maduración liberan las esporas que tiene un color característico rojizo marrón, ataca al haz y el envés de la hoja, aunque puede atacar otras partes aéreas como tallos, vainas y brotes jóvenes (Morales 2015).

## Fenología del hongo

*U. appendiculatus* está clasificado dentro del orden Uredinales, perteneciente a la clase Basidiomicetes y se caracteriza por ser un parásito obligado que cumple todo su ciclo en la planta pero al pertenecer a las royas macro cíclicas se desarrolla en 5 estados diferentes (uredos, picnidios, aecios, basidios, y telios) (Zuluaga *et al.* 2008).

Se puede diferenciar tres tipos de micelio en el ciclo fenológico de los basidiomicetos: el micelio primario conocido también como monocarionte que presenta un solo núcleo haploide, el micelio secundario dicarionte dos núcleos diploide y el micelio terciario que da origen a tejidos especializados que conforman el basiocarpo (Rodríguez 2018).



**Imagen 1.** Ciclo de la roya, tomado de Corrales 2010.



*U. appendiculatus* se caracteriza por tener urediniosporas de color marrón canela que son las esporas específicas de esta roya, las cuales están contenidas dentro de un saco llamado uredinia que se conoce como pústula, que es de fácil observación en las hojas infectadas. Cuando se acerca el final del crecimiento de la planta de fréjol se puede observar pústulas oscuras llamadas teliosporas que son esporas en reposo o de hibernación, que al germinar producen basidios y basidiosporas que infectan el tejido foliar, dando paso a la siguiente etapa del ciclo del patógeno donde se forman estructuras fructíferas llamadas picnias donde se produce picnidiosporas, que después de fertilizarse del fréjol produce estructuras de fructificación conocidas como aecios en las cuales se generan las aeciosporas que infectan a los tejidos foliares jóvenes de la planta y producen uredios, completando así el ciclo de la enfermedad (Corrales 2010).

### **Manejo de la enfermedad**

Para el manejo efectivo de esta enfermedad se puede realizar diversas prácticas entre ellas la eliminación de restos de la cosecha anterior ya que este es un medio propicio para que la enfermedad se desarrolle y persista en cultivo. Además se debe manejar una adecuada densidad de siembra para no favorecer al patógeno con ambiente húmedo y evitar las fertilizaciones excesivas con nitrógeno. La rotación de cultivos ayuda a interrumpir el ciclo de la enfermedad (Urbina 2011).

#### **2.2.3. Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)**

Es una planta que pertenece al grupo de las herbáceas cuyos orígenes están Europa y Asia central, pero en la actualidad está distribuida a nivel mundial por su gran resistencia a diversos climas (Borja 2017).

**TABLA 3. TAXONOMÍA DE MANZANILLA**

|                  |                              |
|------------------|------------------------------|
| <b>Reino:</b>    | Plantae                      |
| <b>División:</b> | Angiospermae                 |
| <b>Clase:</b>    | Dicotyledonea                |
| <b>Familia:</b>  | Asteraceae                   |
| <b>Genero:</b>   | <i>Matricaria</i>            |
| <b>Especie:</b>  | <i>Matricaria chamomilla</i> |

**Fuente:** Tomado de Corrales 2014.

### **Descripción**

Planta cuyos tallos pueden alcanzar hasta 60 centímetros de altura, tiene forma cilíndrica, erguidos y ramificados. Posee hojas de color verde intenso y se encuentran alternadas en la planta. Presenta una inflorescencia que tiene forma de capítulo la cual consta de más o menos 20 flores de color blanco principalmente y con una fragancia característica por lo que es utilizada desde tiempos ancestrales como medicina (Pérez *et al.* 2012).

### **Composición química**

Entre los principios activos que destacan a la manzanilla están los aceites esenciales en los cuales se encuentran metabolitos secundarios denominados flavonoides y lactonas sesquiterpénicas (Linares 2013).

Los botones florales son los que aportan gran cantidad de aceites esenciales, en los cuales el 50% de su esencia están formados por monoterpenos, sesquiterpenos,

flavonoides, polisacáridos, hidroxycumarinas, ácidos fenólicos (valeriánico, ascórbico, grasos, angélico) y taninos (Ríos 2010).

Los flavonoides además de ser responsables de dar la coloración a flores, frutos, hojas y de proteger a la plantas de los rayos UV son compuestos polifenólicos que actúan como antioxidantes y antiinflamatorios, también cumple funciones antibacteriales y antifúngicos (Perugachi 2016).

Mientras que las lactonas sesquiterpénicas ingrediente activo de las Asteráceas poseen bajo peso molecular, son compuestos incoloros y amargos que actúan como antimicrobianos, citotóxicas, antiinflamatorios, antibacterianos, y antifúngicos (Negrín 2013).

#### 2.2.4. Cola de caballo (*Equisetum arvense*)

Es conocida por ser una planta primitiva que alcanzaba un tamaño exageradamente grande y ha logrado sobrevivir hasta la actualidad, siendo el género *Equisetum* el que sobresale (Escárcega 2017).

**TABLA 4. TAXONOMÍA DE COLA DE CABALLO**

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| <b>Reino:</b>    | Plantae                  |
| <b>División:</b> | Sphenophyta              |
| <b>Clase:</b>    | Equisetopsida            |
| <b>Orden:</b>    | Equisetales              |
| <b>Familia:</b>  | Equisetaceae             |
| <b>Género:</b>   | <i>Equisetum</i>         |
| <b>Especie:</b>  | <i>Equisetum arvense</i> |

**Fuente:** Tomado de Orozco 2013.

## **Descripción**

En su morfología se pueden diferenciar dos partes: la subterránea en la cual están las raíces adventicias que salen de los rizomas que además los cuales poseen tubos de color negro y la parte aérea que posee dos tallos: uno fértil que crece hasta 30 cm y otro infértil redondeado, erecto y que posee surcos longitudinales en los cuales están insertadas las hojas con un tamaño relativamente pequeño, que tienen una vaina que cubre todo alrededor del tallo, este tipo de planta no presenta flores (Cornelio 2018). Pueden crecer en diversos hábitats, principalmente en suelos arcillosos con buena humedad (Escárcega 2017).

## **Composición química**

*E. arvense* tiene varios compuestos fitoquímicos, entre los más relevantes tenemos a los alcaloides, fitoesteroles, tanino, y flavonoides que se pueden encontrar en tallos estériles en un total de 0,3 hasta 0,9% y además se puede aislar compuestos triterpenoides como isobauerenol, taraxerol, germanicol, ácido ursólico, el ácido oleanólico y el ácido betulínico, además son ricos en fitosteroles como colesterol, epicholestanol, colesterol 24-metileno, isofucoesterol (5.9%), campesterol (32.9%) y  $\beta$ Sitosterol (60%) ,sin embargo en brotes fértiles se puede encontrar ácido silícico (Asgarpanah y Roohi 2012).

Dentro de las sales minerales sus 2/3 constan de ácido silícico y compuestos derivados del sílice, así como de potasio, calcio, fósforo y magnesio en pequeñas cantidades. Se puede encontrar ácido silícico en la planta de acuerdo a la variedad y el estado fisiológico, es así que en una muestra fresca se puede encontrar entre 3 y 16% (Cornelio 2018).

Además el ácido silícico en proporciones del 10% reacciona como un antifúngico e insecticida, al ser aplicado penetra en la planta favoreciendo en la resistencia a plagas y enfermedades (Donaire y Garcia 2010).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1.HIPÓTESIS**

La aplicación de extractos vegetales influye en el desarrollo de roya (*U. appendiculatus*) en el cultivo de fréjol (*P. vulgaris*).

#### **3.2. OBJETIVOS**

##### **Objetivo General**

Evaluar la actividad antifúngica de los extractos vegetales de manzanilla (*M. chamomilla*) y cola de caballo (*E. arvense*) para el control de roya (*U. phaseoli*) en el cultivo de fréjol (*P. vulgaris*).

##### **Objetivos Específicos**

- Determinar la concentración adecuada de los extractos vegetales, que inhiben el desarrollo de roya (*U. phaseoli*) en cultivo de fréjol (*P. vulgaris*).
- Establecer el extracto vegetal óptimo, para el control de roya (*U. phaseoli*) en cultivo de fréjol (*P. vulgaris*).
- Determinar el rendimiento del cultivo después de la aplicación de los tratamientos

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El trabajo se efectuó en la propiedad de la Sra. Fabiola Centeno, localizada en el sector de Loma Grande en el Cantón Patate, provincia de Tungurahua, se encuentra en una altitud de 2393 m.s.n.m latitud 1° 23' 54'' y longitud 78° 28'23''.

#### **4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología el cantón Patate tiene como temperatura media anual 13 °C con una mínima de 4 °C; la humedad relativa media es del 82% y la precipitación media anual es 1464 mm (INAMHI 2019).

#### **Suelo**

El suelo es de origen volcánico que se caracteriza por tener gran cantidad de rocas en proceso de meteorización, pertenece a la categoría de los inceptisoles, con una pendiente mayor al 40% en sus zonas escarpadas, su uso es destinado para actividades agrícolas, como el cultivo de frutales y cultivos de ciclo corto (GAD Patate, 2015).

## **4.3. EQUIPOS Y MATERIALES**

### **4.3.1. Equipos**

- Balanza
- Refrigeradora
- Bomba de mochila

### **4.3.2. Material vegetal**

- Hojas, tallos y flores de Manzanilla (*M. chamomilla*)
- Hojas y tallos de Cola de caballo (*E. arvense*)
- Plantas de fréjol infectadas con roya

### **4.3.3. Materiales**

- Fundas plásticas
- Guantes quirúrgicos
- Marcadores de punta fina indelebles
- Mascarillas
- Cuchillo
- Papel filtro



#### **4.3.4. Materiales de escritorio**

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Hojas de papel bond
- Esferos
- Libreta

#### **4.4. FACTORES EN ESTUDIO**

En el presente trabajo de investigación los factores de estudio fueron:

##### **4.4.1. Extractos vegetales**

- Manzanilla (*M. chamomilla*) E1
- Cola de caballo (*E. arvense*) E2

##### **4.4.2. Concentración de aplicación**

10% C1

15 %C2

20% C3

#### 4.4.3. Testigos

Testigo absoluto sin aplicación

Testigo químico aplicación de producto a base de Difeconazol

### 4.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.5.1. Tratamientos

**TABLA 5. TRATAMIENTOS**

| # | TRATAMIENTOS    | EXTRACTOS       | CONCENTRACIÓN |
|---|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 | E1C1            | Manzanilla      | 10%           |
| 2 | E1C2            | Manzanilla      | 15%           |
| 3 | E1C3            | Manzanilla      | 20%           |
| 4 | E2C1            | Cola de caballo | 10%           |
| 5 | E2C2            | Cola de caballo | 15%           |
| 6 | E2C3            | Cola de caballo | 20%           |
| 7 | Testigo         |                 | 0%            |
| 8 | Testigo químico |                 | 500 ml/ha     |

#### 4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) en arreglo factorial (2 x 3+ 2) con tres repeticiones.

#### 4.6.1. Características del ensayo

El ensayo consta de las siguientes características:

Número de parcelas/ tratamiento: 1

Número total de parcelas: 8

Largo de la parcela: 8 m

Ancho de la parcela: 1 m

Área de la parcela: 8 m<sup>2</sup>

Número de plantas/ tratamiento: 60

#### 4.6.2. Esquema de la disposición

| <b>REPETICIONES</b> |           |            |
|---------------------|-----------|------------|
| <b>I</b>            | <b>II</b> | <b>III</b> |
| TQ                  | E2C2      | T          |
| T                   | T         | E1C1       |
| E2C2                | E1C1      | E2C1       |
| E2C3                | E2C3      | E1C2       |
| E1C1                | TQ        | E1C3       |
| E1C3                | E1C2      | E2C3       |
| E1C2                | E1C1      | TQ         |
| E2C1                | E1C3      | E2C3       |

## 4.7. VARIABLES RESPUESTA

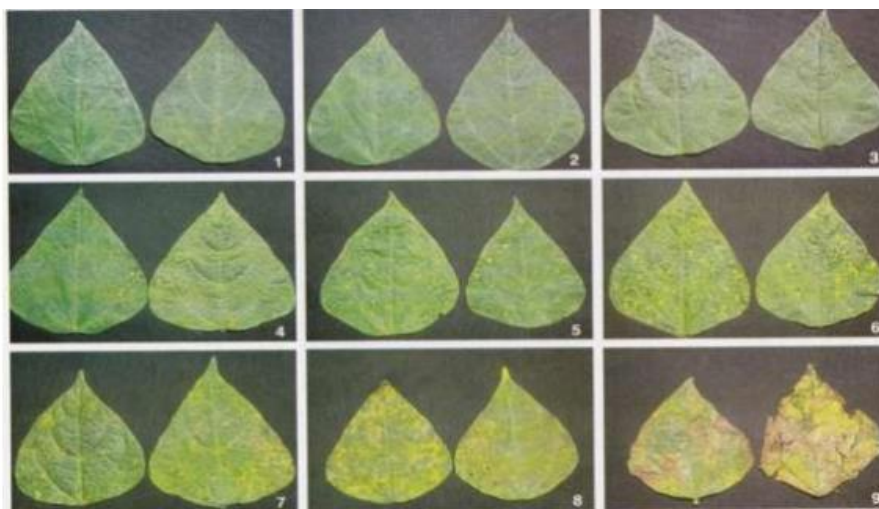
### 4.7.1. Porcentaje de incidencia

Para determinar el porcentaje de incidencia se realizó un conteo de cuantas plantas por tratamiento manifiestan infección foliar y se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Sandoval (2019):

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\# \text{plantas afectadas}}{\text{Total de plantas analizados}} \times 100$$

### 4.7.2. Porcentaje de severidad

El porcentaje de severidad de la roya del fréjol se evaluó tomando en cuenta el % de puntos amarillos y negros y se clasificó de acuerdo a la imagen 2.



**Escala de severidad de roya en frijol.**  
(1)= 0%, (2)= 5-10%, (3)=10-20%, (4)=20-30%, (5)=30-40%, (6)=40-50%, (7)=50-60%, (8)=60-80 y (9)= 80%.

**Imagen 2.** Escala diagramática de la severidad de porcentaje de foliar afectado, de roya causado por *Uromyces phaseoli* tomado de CIAT 1987.

### **4.7.3. Rendimiento**

El rendimiento se tomó en la cosecha en tierno pesando las vainas y se expresó en kilogramos por tratamiento.

## **4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **4.8.1. Elaboración de extractos.**

Para la elaboración de los extractos se emplearon hojas, tallos y flores de manzanilla (*M. chamomilla*) y tallos y hojas de cola de caballo (*E. arvense*) y serán liberados de impurezas. Se empleó método de maceración, el cual consiste en colocar 1,5 kilogramos de material vegetal triturado en 5 litros de agua en un recipiente cerrado y conservado en un lugar fresco y seco por un lapso de 10 días para que las plantas liberen los componentes activos, se revolvió pasando un día, luego se filtró para almacenarlos.

### **4.8.2. Características del cultivo**

La investigación se llevó a cabo en el cultivo de fréjol a campo abierto, variedad Mantequilla, de 30 días de edad

#### **4.8.3. Limpieza del área**

Se realizó una limpieza del cultivo, eliminando las malas hierbas y plantas no programadas para evitar la presencia de agentes patógenos.

#### **4.8.4. Rotulación de las parcelas**

Se rotuló cada una de las parcelas detallando el código del tratamiento respectivo y número de repetición.

#### **4.8.5. Aplicación de los extractos vegetales**

Para la aplicación de los extractos vegetales se procedió a realizar las disoluciones de cada extracto al 10%, 15% y 20%, para lo que se procedió a sacar la concentración inicial de cada extracto la cual es igual a peso de soluto dividido para el volumen de la solución.

Se realizó dos aplicaciones con bomba de mochila: al inicio del experimento (día 0) y otra a los 15 días posteriores, se aplicó 1500 ml de la disolución en los diferentes porcentajes de extracto en la etapa de desarrollo, período en que el cultivo es más susceptible a la enfermedad.

Para el testigo químico se utilizó un producto cuya ingrediente activo es difeconazol 250 gramos/litro y se aplicó conforme a la recomendación de la etiqueta (0,4 l/ha) mientras que el testigo absoluto no recibió ninguna aplicación.

#### **4.8.6. Toma de muestras y registro de datos**

La toma de datos se realizó a los 7, 14, 21, 28 y 35 días después de la aplicación de los diferentes tratamientos, para incidencia se tomó en cuenta el total de plantas infectadas dividido para el total de plantas analizadas por cien, en cambio para severidad se tomará 10 plantas al azar de las cuales se extrajo una hoja de la parte media y se escogió uno de los folíolos para el análisis.

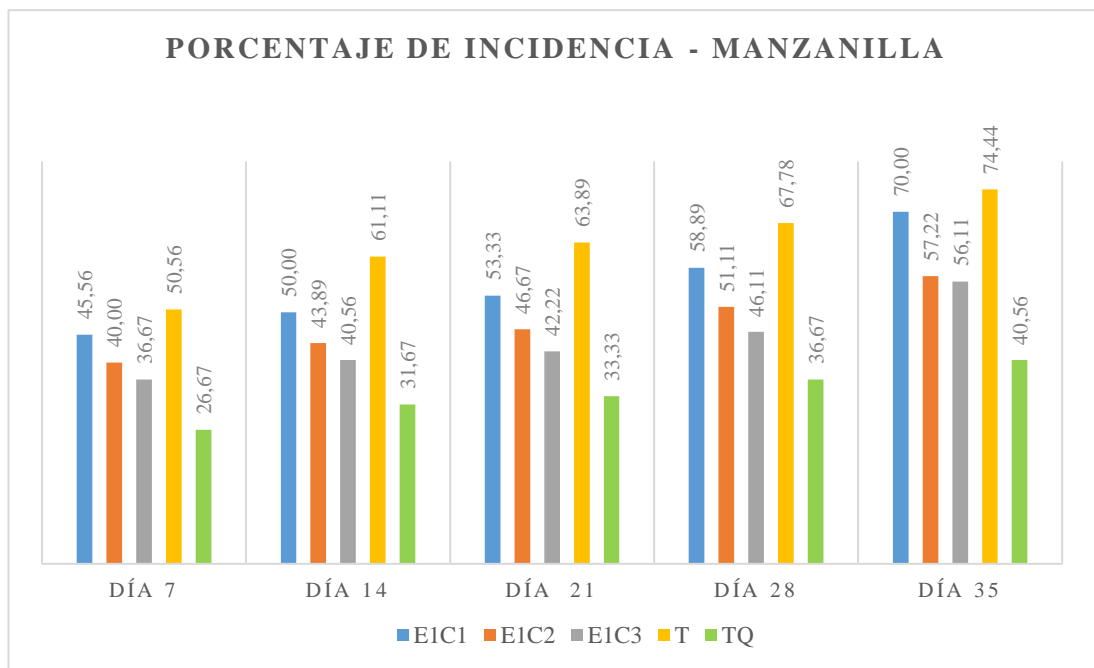
#### **4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Para la interpretación de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se utilizó el ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%, aplicando el Software Estadístico INFOSTAT.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Porcentaje de incidencia con el extracto de Manzanilla



**Figura 1.** Porcentaje de incidencia de roya en fréjol tratado con extracto de manzanilla

La figura 1 muestra el porcentaje de incidencia con el extracto de manzanilla calculado mediante la fórmula propuesta por Sandoval 2019, en la cual se detalla el porcentaje de incidencia y la variación de tiempo del experimento.

La primera toma de datos se realizó a los 7 días de la primera aplicación y el mismo corresponde a los 37 dds (días después de la siembra), en el caso de EIC3 se obtuvo un porcentaje de incidencia de 36,67%, seguido de EIC2 que obtuvo un porcentaje de 40%, mientras que el que presentó mayor grado de incidencia fue el tratamiento EIC1 con 45,56%, cabe mencionar que el testigo absoluto presentó el 50,56% de incidencia, en tanto que el testigo químico apenas alcanzó el 26,67% siendo mejor el extracto.



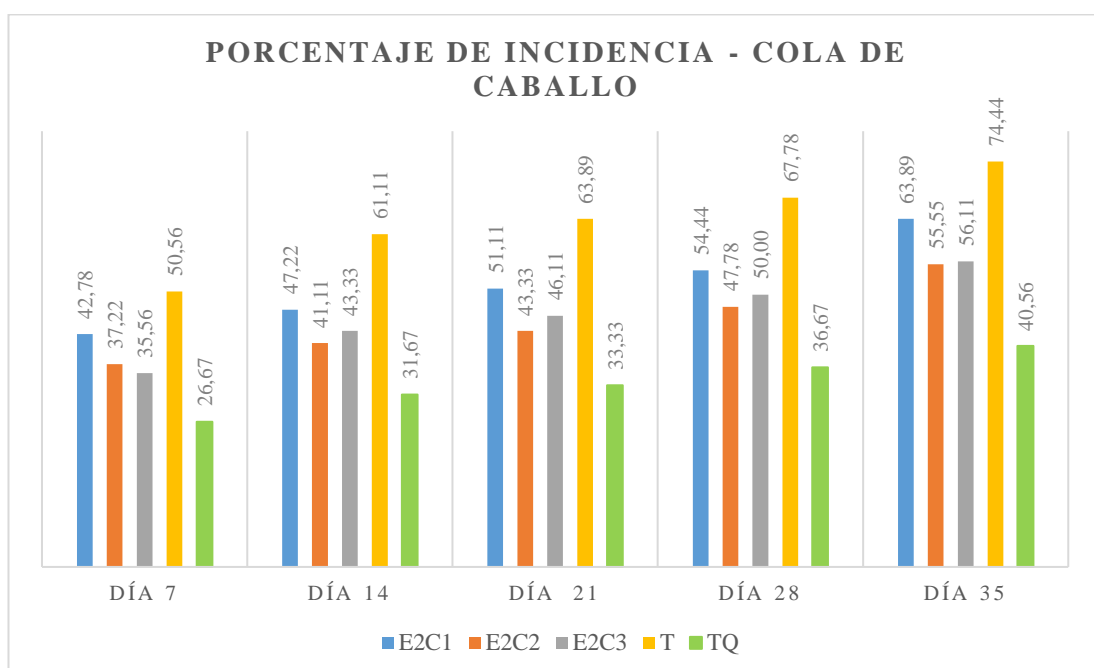
A los 14 días de la primera aplicación correspondiente a los 44 dds, E1C3 obtuvo un porcentaje de incidencia de 40,54%, seguido de E1C2 el cual obtuvo un porcentaje de 43,89%, luego el tratamiento E1C3 con un porcentaje de 50 % mientras que el testigo absoluto alcanzó el 61,11% a diferencia del testigo químico que alcanzó un porcentaje de 31,67 %.

A los 21 días de la primera aplicación y 7 días de la segunda correspondiente a los 51 dds, se obtuvo resultados de E1C3 que alcanzó un porcentaje incidencia de 42,22%, seguido de E1C2 el cual obtuvo el 46,67%, y E1C1 obtuvo 53,33%. El porcentaje de incidencia en el testigo absoluto alcanzó el 63,89%, en tanto el testigo químico consiguió el 33,33% .

A los 28 días de la primera aplicación y 14 días de la segunda aplicación correspondiente a los 58 dds, consiguiendo resultados de E1C3 con un porcentaje de incidencia de 46,11% , continuamente E1C2 llega a un porcentaje de 51,11% mientras que E1C1 alcanza el 58,89%, el testigo absoluto obtuvo un porcentaje de 67,78%, en tanto el testigo químico llegó apenas al 36,67%.

A los 35 días de la primera aplicación y a los 21 días de la segunda la cual corresponde a los 65 dds, los resultados obtenidos de E1C3 con porcentaje de 56,11%, seguido de E1C2 con porcentaje de 57,22% y E1C1 que alcanzó 70% de severidad. Mientras tanto el testigo absoluto alcanzó 74,44% y el testigo químico llegó solamente al 40,56%.

## 5.2. Porcentaje de incidencia Cola de caballo



**Figura 2.** Porcentaje de incidencia de roya en fréjol tratado con extracto de cola de caballo

En la figura 2 se puede observar el porcentaje de incidencia con la aplicación del extracto de cola de caballo en el que E2C3 alcanzó un porcentaje de 35,56%, seguido de E2C2 con un porcentaje de 37,22% y E2C1 que logró el 52,78%. Mientras tanto el testigo absoluto consiguió el 50,56% y el testigo químico 26,67%. Datos recolectados a los 7 días después de la aplicación de los tratamientos.

A los 14 días de la aplicación se obtuvo que E2C2 es el más eficiente con un porcentaje de 41,11%, continuando con E2C3 con un porcentaje de 43,33% y luego E2C1 alcanzando un porcentaje 47,22%. Por su parte el testigo absoluto alcanzó el 61,11% y el testigo químico llegó a 31,67%.

A los 21 días de la primera y a los 7 días de la segunda aplicación se pudo observar que E2C2 obtuvo un porcentaje de 41,11%, seguido de E2C3 con un porcentaje de

46,11% y E2C1 logró un porcentaje de 51,11%. El testigo absoluto llegó a un porcentaje de 63,89% mientras que el testigo químico alcanzó 33,33%.

Transcurrido los 28 días de la primera aplicación se obtuvo que E2C2 alcanzó un porcentaje de 47,78%, seguido de E2C3 con un porcentaje de 50% y E2C1 con un porcentaje de 54,44%. En cambio el testigo absoluto alcanzó el 63,89% y el testigo químico llegó a 36,67%.

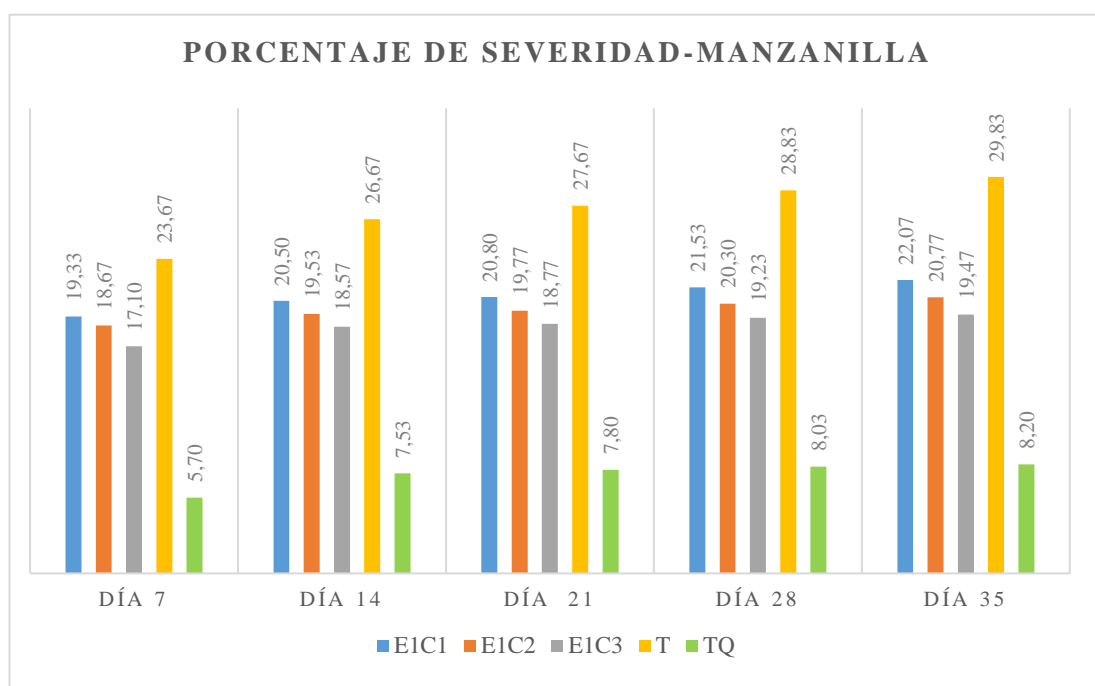
A los 35 días de la aplicación se observó que E2C2 logró un porcentaje de 55,55% ,por su parte E2C3 alcanzó un porcentaje de 56,11%, seguido de E2C1 que llegó a un porcentaje de 63,89%. Mientras tanto el testigo absoluto alcanzó un porcentaje de 74,44% y el testigo químico logró 40,56%.

Mediante el análisis de varianza se encontró que el testigo químico tiene diferencias significativas, al igual que E2C3 obteniendo un menor porcentaje de incidencia, por lo que se puede decir que estos tratamientos presentaron mejor control ante la enfermedad. Mientras tanto el testigo absoluto presentó diferencia significativa debido a que posee el más alto porcentaje de incidencia transcurridos 7 días después de la aplicación.

De la misma forma el testigo químico presentó diferencias significativas, E1C3 y E2C2 son diferentes a los demás tratamientos sin embargo no hay diferencia significativa entre ellos, en tanto que el testigo absoluto es diferente significativamente debido a que presenta mayor porcentaje de incidencia, seguido de E1C1 tratamiento con menor efectividad a los 14 y 21 días de la aplicación.

De acuerdo a los resultados obtenidos a los 28 días de la aplicación se deduce que el testigo químico es el más eficiente seguido de el tratamiento E1C3. De igual forma ocurre a los 35 días de la aplicación en la que solo el testigo químico muestra diferencias significativas mientras que los tratamientos con aplicacion de extractos se tornan iguales entre ellos.

### 5.3. Porcentaje de severidad con el extracto de Manzanilla



**Figura 3.** Porcentaje de severidad de roya en fréjol tratado con extracto de manzanilla

En la figura 3 se observa el porcentaje de severidad empleando extracto de manzanilla, el cual fue evaluado de acuerdo a la escala diagramática propuesta por CIAT 1987, en la que se toma en cuenta el porcentaje de puntos amarillos y negros en la superficie foliar.

A los 7 días de la aplicación se observa que E1C3 alcanza un porcentaje de 17,10%, E1C2 llega a 18,67% y E1C1 logra un porcentaje de 19,33%. En cuanto el testigo absoluto consigue un 23,67% y el testigo químico apenas alcanza el 5,70%.

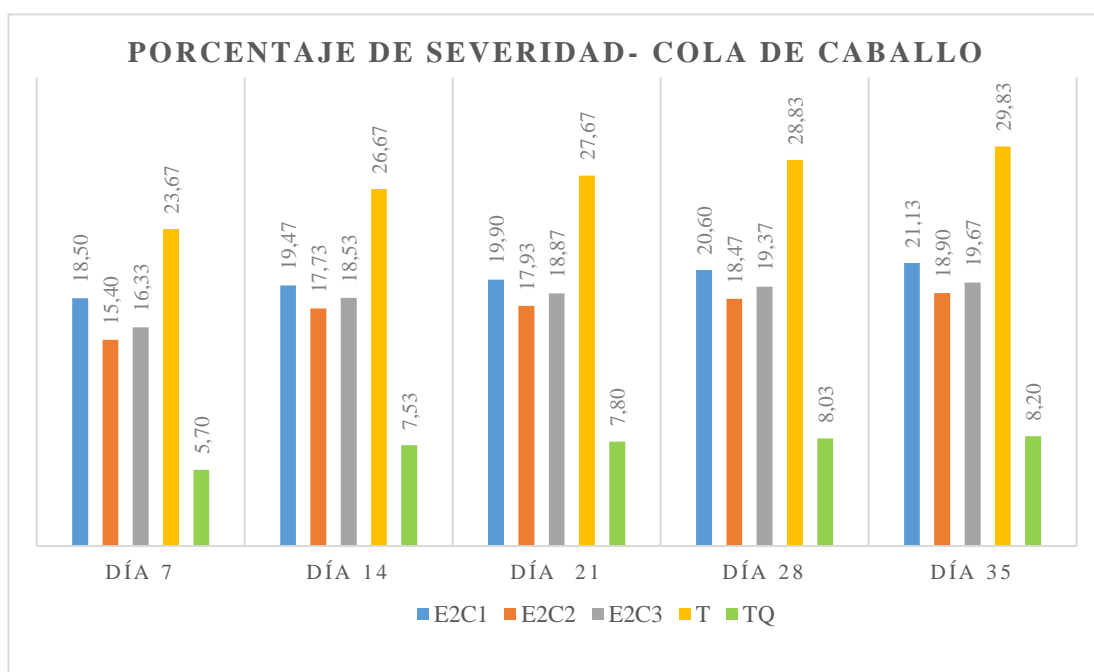
Pasados los 14 días de la aplicación se observó que E1C3 logro un porcentaje de 18,57%, seguido de E1C2 con un porcentaje de 19,53% y E1C1 que alcanzó un 20,50%. Por su parte el testigo absoluto alcanzó el 26,67% y el testigo químico obtuvo el 7,53%.

Trascurridos los 21 días de la aplicación se pudo observa que E1C3 alcanzó un porcentaje de 18,77%, continuando con E1C2 con un porcentaje de 19,77%, mientras que E1C1 obtuvo 20,80% .El porcentaje de severidad en el testigo absoluto llego a 27,67 % y en el testigo químico alcanzó el 7,80%.

Después de 28 días de la aplicación se obtuvo que E1C3 llegó a un porcentaje de 19,23%, seguido de E1C2 con un porcentaje de 20,30% y E1C1 alcanzó 21,53%. El testigo absoluto logró un porcentaje de 28,83 % mientras que el testigo químico logro apenas un 8,03%.

De la misma forma a los 35 días de la aplicación se obtuvo que E1C3 llego a un porcentaje de 19,97%, E1C2 consiguió un porcentaje de 20,77%, mientras que E1C1 llego a un porcentaje de 22,97%, por otro lado el testigo absoluto alcanzó un porcentaje de 29,83% y el testigo químico llego a 8,20%.

#### 5.4. Porcentaje de severidad con el extracto de Cola de caballo



**Figura 4.** Porcentaje de severidad de roya en fréjol tratado con extracto de Cola de caballo

En la figura 4 se puede observar el porcentaje de severidad con la aplicación de extracto de cola de caballo, obteniendo que el mejor tratamiento es el E2C2 con un porcentaje de 15,40%, seguido de E2C3 con un porcentaje de 16,33% y E2C1 que alcanza un porcentaje de 18,50%. El testigo absoluto es el que alcanza el porcentaje más alto con un porcentaje de 23,67% mientras que el testigo químico alcanza 5,70%, correspondiente a los 7 días después de la primera aplicación.

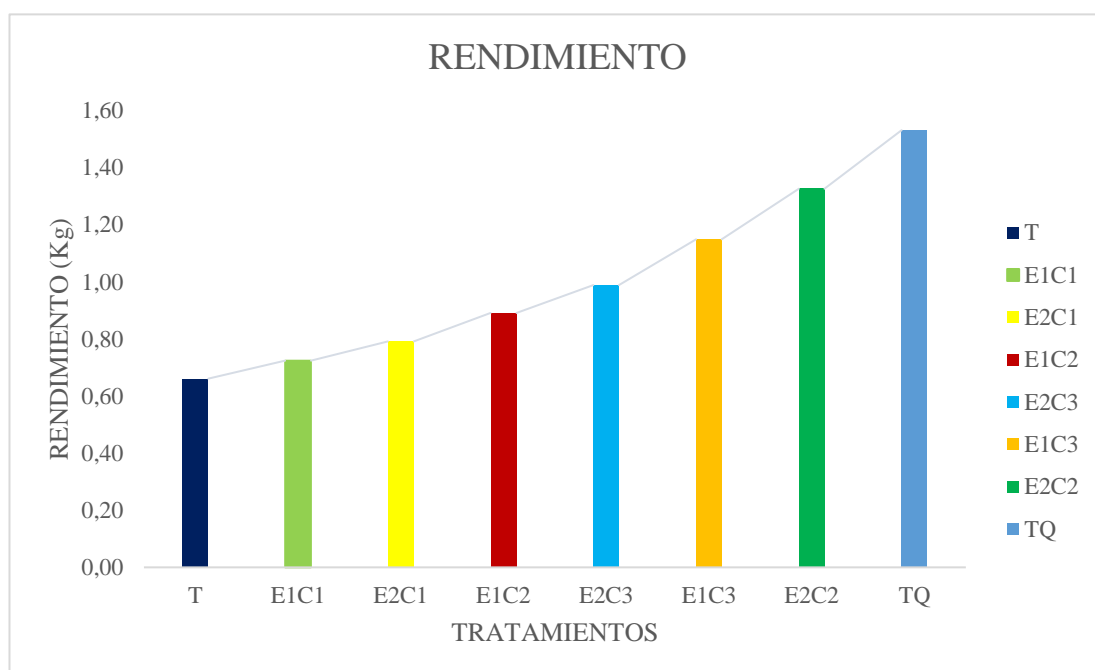
Transcurridos los 14, 21, 28 y 35 días después de la aplicación de los tratamientos se observa que E2C2 sigue siendo el mejor con porcentajes de 17,73%, 17,93%, 18,47% y 18,90% respectivamente, seguido de E2C3 que alcanza porcentajes de 18,33%, 18,87%, 19,37% y 19,67% y E2C1 con porcentajes de 19,47%, 19,90%, 20,60%, y 21,13%, mientras que el testigo absoluto logró porcentajes 26,67%, 27,67%, 28,83% y 29,83% a diferencia del testigo químico que apenas alcanzó porcentajes de 7,53%, 7,80%, 8,03% y 8,20%.

Realizado el análisis de varianza se determinó que el testigo químico y E2C2 obtienen un bajo porcentaje de severidad por lo cual son considerados como los mejores tratamientos, por otro lado el alto porcentaje conseguido por el testigo absoluto refleja la diferencia significativa con los demás tratamientos transcurridos los 7 días después de la aplicación.

Trascurridos los 14 y los 21 días de la aplicación se pudo observar que el testigo químico mostró diferencias significativas en relación a los demás tratamientos, debido a su bajo porcentaje de severidad, mientras que E2C2 se considera el extracto más eficiente aunque no presenta diferencias con los demás tratamientos. En cambio E1C1 y el testigo absoluto presentan diferencia significativa siendo los tratamientos con menor control para la roya.

Con los datos obtenidos a los 28 días se determina que el mejor tratamiento es el testigo químico, y el mejor extracto es E2C2 pese a que no presenta diferencias significativas con los demás tratamientos. De la misma manera ocurre a los 35 días después de la aplicación en donde se puede observar diferencias significativas para el testigo absoluto y el testigo químico.

## 5.5. Rendimiento



**Figura 5.** Rendimiento en kilogramos por tratamientos

En la figura 5 se observa el rendimiento del cultivo para lo cual se peso las vainas tiernas y se expreso en kilogramos, dando como resultado que el tratamiento químico alcanza un rendimiento de 1,53 kilogramos, seguido de E2C2 con un rendimiento de 1,33 kilogramos, siendo estos tratamientos los que presentan diferencias significativas con relación a los otros y se los considera como los mejores tratamientos. Después tenemos a E1C3 con 1,15 kilogramos, E2C3 con 0,99 kilogramos, E1C2 con 0,89 kilogramos, E2C1 con 0,79 kilogramos, E1C1 con 0,72 kilogramos y el Testigo absoluto con 0,66 kiogramos, los cuales no presentan diferencias significativas entre ellos.

## Discusión

Los resultados obtenidos en el experimento (19,95% de incidencia a los 65 dds) coinciden con los obtenidos por Cubides en 2013 con extracto de manzanilla siendo el mejor controlador de *Peronospora destructor* ya que redujo el porcentaje de



incidencia al 35,97% a los 68 días. De igual forma los resultados coinciden con Zambrano y Mena (2011) que indican que el extracto de manzanilla redujo al 28,18% el daño ocasionado por *Sphaeroteca pannosa* en hojas.

Se atribuye la reducción del porcentaje de severidad a los compuestos presentes en el extracto de manzanilla tales como fenoles (apigenina) factores importantes en la inhibición de crecimiento de hongos fitopatógenos y antibacteriano (Talavera 2015).

Mientras que para el extracto de cola de caballo Santana (2014) obtuvo a los 21 días una incidencia de 42,96% lo cual concuerda con los resultados obtenidos ya que el porcentaje de incidencia fue de 41,11%. Por el contrario Pérez (2010) menciona que existe una eficacia muy baja o nula al utilizar al extracto de cola de caballo para el control de roya en ciruelo en cultivo ecológico.

Los bajos promedios de control de la enfermedad también pueden deberse a la frecuencia de aplicación (15 días) ya que el mayor efecto de reducción tanto en incidencia como severidad aplicando extractos botánicos se alcanzó con una frecuencia de 6 días sobre *Botrytis cinerea* (Pazmiño *et al.* 2017), debido a que mayoría de los compuestos son volátiles y se disipan al ambiente fácilmente.

La disminución del porcentaje de severidad para el extracto de cola de caballo (E2C2) puede deberse a que entre los compuestos existen abundantes sales minerales: silícicas, potásicas, magnésicas que pudieron otorgarle resistencia y rigidez al tejido foliar, a la vez compuestos como saponósidos, taninos, flavonoides, trazas de alcaloides (Linares 2013) le dan un efecto astringente es decir que produce desecación y contracción de tejidos lo que pudo contribuir al control de hongo en estudio.

Las cifras del testigo absoluto revelan que la roya influye en el rendimiento del cultivo de fréjol, debido a que el biotrófico afecta la tasa de crecimiento del cultivo y el llenado de granos (Gortari 2019) mientras que los tratamientos con menor incidencia y severidad (E1C3- E2C2- TQ) también presentan mayor rendimiento.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

Se determinó que los extractos vegetales de cola de caballo (*E. arvense*) y manzanilla (*M. chamomilla*) en diferentes concentraciones actúan favorablemente para el control de roya (*U. phaseoli*) inhibiendo su desarrollo en el cultivo de fréjol (*P. vulgaris*), por lo que se acepta la hipótesis planteada en la investigación.

En el análisis estadístico se determinó que el tratamiento E1C3 (extracto de manzanilla al 20%) y E2C2 (extracto de cola de caballo al 15%) son los que muestran valores más bajos tanto en incidencia con porcentajes de 56,11 y 55,55 % a los 35 días de la aplicación como en severidad que se logró porcentajes de 19,47 y 19,66% respectivamente.

Se obtuvo resultados positivos en el tratamiento E2C2 (extracto de cola caballo al 15 %) para el control de roya (*U. phaseoli*) en cultivo de fréjol (*P. vulgaris*) debido a que en los 35 días posteriores a la aplicación los porcentajes de incidencia y severidad llegan a 55,55 y 19,66% respectivamente, siendo el tratamiento con los valores más bajos después del testigo químico que alcanzó 40,56 % de incidencia y 8,20% de severidad.

El rendimiento se ve influenciado por la aplicación de extractos vegetales y sus dosis obteniendo los mejores rendimientos para E1C3 y E2C2 con 1,33 y 1,15 kilogramos respectivamente, mientras que el testigo químico alcanzó 1,53 kilogramos. En contraste el testigo absoluto y las dosis más bajas de aplicación alcanzaron un

rendimiento promedio de 0,80 kilogramos debido a que la roya incide en el área fotosintética y por ende en la formación de biomasa.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

Utilizar extracto de manzanilla y cola de caballo para el control de roya en pequeñas extensiones de cultivo debido a que se requiere altas dosis para obtener un control eficiente

Aplicar diferentes métodos de extracción que permitan obtener mejores resultados en el control de incidencia y severidad de roya.

Reducir la frecuencia de aplicación debido a la presencia de compuestos que se disipan al ambiente reduciendo así la eficiencia de los extractos

## **6.3. BIBLIOGRAFÍA**

Agrios, G. 2013. Fitopatología. (En línea). Consultado el 10 marzo 2020 . Disponible en <https://es.scribd.com/doc/19829825/Fitopatologia-Agrios>

Alvaréz, L. 2015. Máquina desvainadora de fréjol seco. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Técnica del Norte. 2-3. Consultado el 12 marzo 2020. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3747/1/04%20MEC%20048%20Articulo%20Cientifico%20Espa%C3%B1ol.pdf>

Asgarpanah, J; Roohi, E. 2012. Phytochemistry and pharmacological properties of *Equisetum arvense* . (En línea). Journal of medicinal plants research.Consultado 12 marzo 2020. Disponible en <https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-full-text-pdf/87BF39D21968>

Bernal, A; Poch, A; Martinez, R. 2016. Actividad antifúngica de extractos acuosos de *Spathodea campanulata Beauv.* sobre la roya del frijol común (*Uromyces phaseoli Pers.(Wint) var. typica Arth.*) . (En línea). Centro Agrícola. 43 (1), 55-61. Consultado 13 marzo 2020. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/2064/5a640dc1f3eeb243e4788773ca531bb53abf.pdf>

Borja, V. 2017. Efecto inhibitorio del extracto de manzanilla (*Matricaria Chamomilla*),extracto de llantén (*Plantágo major l.*) y la combinación del extracto demanzanilla y llantén comparado con la clorhexidina sobre cepa de *Porphyromona gingivalis*. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Central del Ecuador. Consultado el 14 marzo 2020. Disponible en <http://200.12.169.19:8080/bitstream/25000/12747/1/T-UCE-0015-758.pdf>

Chalacamá, J. 2016. Efecto del hidrolato de manzanilla (*Matricaria chamomilla*) en el manejo de *Phytophthora infestans* en el cultivo de papa variedad Superchola en el Centro Experimental San Francisco *Huaca-Carchi*. . (En línea). Tesis pregrado. Universidad Politecnica Estatal del Carchi. Disponible en <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/562>

Chirinos, J; Olivares, B; Eunice, G. 2013 . Efectividad biológica de extractos vegetales en el control in vitro de la bacteria fitopatógena *Xanthomona*. . (En línea).

Multiciencias. 13(2), 115-121. Consultado 16 marzo 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/904/90428841002.pdf>

Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987. Sistema estándar para la evaluación del germoplasma de frijol. 4-56 . Consultado 15 octubre 2020.

Cornelio, S. 2018. Efecto diurético del infuso de hojas de *Equisetum giganteum L* (cola de caballo) en *Rattus rattus var. albinus*. . (En línea). Tesis pregrado. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Consultado 20 marzo 2020. Disponible en [http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/8934/DIURESIS\\_FUROSEMIDA\\_CORNELIO\\_MENDIETA\\_SILVIA\\_NANCY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/8934/DIURESIS_FUROSEMIDA_CORNELIO_MENDIETA_SILVIA_NANCY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Corrales, J. 2014. Plantas Medicinales de Interés Estomatológico. (En línea). Medigraphic 256. Consultado 21 marzo 2020. Disponible en <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=57626>

Corrales, P. 2010. Common bean rust. . (En línea). Consultado 24 marzo 2020. Disponible en [http://arsftfbean.uprm.edu/bic/wp-content/uploads/2018/04/Rust.pdf?fbclid=IwAR2-p4yYcw8rhjUqsGtsxHt95De4hMdBeeMaQyqJFDI0oS\\_ikpN7\\_M0I60k](http://arsftfbean.uprm.edu/bic/wp-content/uploads/2018/04/Rust.pdf?fbclid=IwAR2-p4yYcw8rhjUqsGtsxHt95De4hMdBeeMaQyqJFDI0oS_ikpN7_M0I60k)

Cubides, P. 2013. Evaluación de extractos de ocho especies vegetales en el control de mildew velloso (*Peronospora destructor Berk*) en cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*). . (En línea). Revista Ciencia y Agricultura. 10(1), 81-89. Consultado

24 marzo 2020 Disponible en  
[https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_agricultura/article/view/2830](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2830)

Dávila, J. 2017. La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola. . (En línea). Tesis posgrado. Universidad Andina Simón Bolívar. Consultado 26 marzo 2020. Disponible en  
<http://repositorionew.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>

Donaire, R;Garcia, W. 2010. Alternativa agroecológica para el control del tizón tardío, *Phytophthora infestans*, de la papa en Colomi-Bolivia . (En línea). RevActaNova .3(3), 567-577. Consultado de 28 marzo 2020. Disponible en  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000200009&script=sci_arttext)

Escárcega, A. 2017. *Equisetum arvense* L. / Cola de caballo . (En línea). Consultado 1 abril 2020 Disponible en <http://www.bculinarylab.com/tag/equisetum-arvense/>

Ferrufino, A. 2008. Guia de campo para la identificación y el manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central . (En línea). IICA. 18. Consultado 22 marzo 2020. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B0891E/B0891E.pdf>

Fonseca, L. 2015. Manual frijol. . (En línea). Consultado 2 marzo 2020. Disponible en  
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14313/Frijol.pdf?seq>

Garces, F; Olmedo, I; Garces, R; Díaz, T. (2015). Potencial agronómico de 18 líneas de fréjol F6 en Ecuador . (En línea). Idesia. 33 (2), 107-118. Consultado 3 marzo 2020. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34292015000200013&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292015000200013&lng=es&nrm=iso). ISSN 0718-3429. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000200013>.

Godoy, L; Gorki, D; Vásconez, G; Defaz, E; González, B. 2011. Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema de cultivo asociado con maíz. (En línea). Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 73. Consultado 15 abril 2020. Disponible en [http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_Articulo\\_2\\_20111.pdf](http://uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_Articulo_2_20111.pdf)

Gortari, M. 2019. Efecto de roya de la hoja del trigo sobre el rendimiento y sus principales componentes ecofisiológicos. 48. Tesis pregrado. Universidad Nacional de la Plata. Consultado 24 octubre 2020. Disponible en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/83141/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/83141/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ilaquiche, M. 2018. Descripción cuantitativa de roya (*Uromyces appendiculatus*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en dos variedades de fréjol con diferente nivel de resistencia. (En línea). Tesis pregrado. Univeridad Central del Ecuador. Consultado 12 abril 2020. Disponible en <http://200.12.169.19/bitstream/25000/16339/1/T-UCE-0001-CAG-020.pdf>

INAMHI. 2019. Pronóstico del Clima del Cantón Patate. . (En línea). Consultado 16 mayo 2020. Disponible en <http://186.42.174.241.InamhiPronostico>



INIAP. 2012. Mejoramiento genético del fréjol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en Ecuador. . (En línea). Consultado 20 marzo 2020. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/382>

INTA. 2019. Fungicidas a partir de extractos vegetales: una alternativa en el manejo integrado de hongos fitopatógenos. (En línea). Revista de Investigaciones Agropecuarias. 45 (1). Consultado 25 abril 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/864/86458941001/html/index.html>

Léon, K. 2016. Determinación de la dosis óptima de nitrógeno en el comportamiento agronómico de tres variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.* . (En línea). Tesis pregrado. Universidad de Guayaquil. Consultado 23 marzo 2020. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11612/1/Le%c3%b3n%20Mendoza%20Klever.pdf>

Lépiz, R; López, J; Sánchez, J; Santacruz, F;Nuño, R; Rodríguez, E. 2009. Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador. (En línea). Revista fitotécnica mexicana. 33 (1), 21-28. Consultado el 21 marzo 2020. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000100005&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802010000100005&script=sci_arttext&tlng=pt)

Linares, N. 2013. Plantas medicinales - taller la farmacia de la naturaleza. . (En línea). Consultado 22 abril 2020. Disponible en [http://www.fademur.es/\\_documentos/ponencias/Ponencia\\_Fademur\\_farmacia\\_OK.pdf](http://www.fademur.es/_documentos/ponencias/Ponencia_Fademur_farmacia_OK.pdf)

- López, E; Mayorga, M. 2013. Diagnóstico de las principales enfermedades presente en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en diferentes sectores de la comunidad de Chacraseca, León, en el ciclo agrícola de primera 2012. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Consultado el 5 abril 2020. Disponible en <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3269/1/225264.pdf>
- López, P. 2019. Análisis de secuencias de marcadores moleculares de introgresión en variedades de origen andino y mesoaméricas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*). (En línea). Tesis pregrado. Universidad de las Américas. 18.22. Consultado 13 mayo 2020. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10826>
- Mena, J; Velásquez, R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en zacatecas. (En línea). Consultado 2 mayo 2020. Disponible en <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PlagasFrijol.pdf>
- Moo-Koh, A; Alejo, C; Arturo, R; Tun, M; Ruth, S; Ramírez, A. 2014. Actividad in vitro del extracto acuoso de (*Bonellia flammaea*) contra hongos fitopatógenos. (En línea). Agrociencia. 48 (8), 883-845. Consultado el 10 marzo 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v48n8/v48n8a6.pdf>
- Morales, D. 2015. Evaluación de la resistencia a roya (*Uromyces appendiculatus*),ascochyta (*Phoma exigua var. exigua*) y la adaptabilidad agronómica de las colecciones de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) De cotacachi, saraguro y chillanes. Tumbaco - Pichincha . (En línea). Tesis pregrado. Universidad Central del Ecuador. Consultado 21 marzo 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7086/1/T-UCE-0004-36.pdf>

Nava, E; García, C; Camacho, J; & Vázquez, E. 2012. Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. (En línea). Ra Ximhai.. 8 (3b), 17-29. Consultado 17 abril 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>

Negrín, G. 2013. Lactonas sesquiterpénicas de origen natural que inducen apoptosis y la activación de la vía mapk en líneas celulares tumorales humanas. (En línea). Tesis doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Consultado 12 mayo 2020. Disponible en [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/10654/4/0686381\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/10654/4/0686381_00000_0000.pdf)

Orozco, M. 2013. Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (*Schinus molle*), cola de caballo (*Equisetum arvense* L.), linaza (*Linum usitatissimum* L.) En ratones (*Mus musculus*)". (En línea). Tesis pregrado. Escuela Politecnica del Chimborazo. Consultado 28 abril 2020. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2585/1/56T00357.pdf>

Ortega, K. 2016. Identificación de proteínas involucradas en estrés biótico y abiótico en variedades comerciales del fréjol común (*Phaseolus vulgaris*) de Ecuador. (En línea). Tesis pregrado. Universidad de Guayaquil. Consultado 15 marzo 2020. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26688/1/T-UG-POS-MBM-0081%20ORTEGA%20MALDONADO.pdf>

Pazmiño, M.; Velástegui, G; Curay, S; Vázquez, C. 2017. Efecto de los extractos hidroetanólicos de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y cola de caballo (*Equisetum arvense* L.) sobre la incidencia y severidad de *Botrytis cinerea* en

fresa. (En línea). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(1), 29-38. Consultado 18 marzo 2020. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592017000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592017000100004&script=sci_arttext)

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Patate . 2015. Características generales del cantón. (En línea). Consultado 17 abril 2020. Disponible en [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/1860000560001\\_DIAGNOSTICO%20JULIO%20FINAL\\_12-04-2016\\_11-38-28.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1860000560001_DIAGNOSTICO%20JULIO%20FINAL_12-04-2016_11-38-28.pdf)

Peralta, E; Murillo, A; Falconi, E; Mazón, N; Pinzón, J. 2007. Manual de campo para el reconocimiento y control de las Enfermedades más importantes que afectan al cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en Ecuador. (En línea). *Revista Dspace*, 136. Consultado 21 marzo 2020. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2706>

Peralta, E; Murillo, Á; Mazón, N; Pinzón, J; Villacrés, E. 2013. Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción. (En línea). Consultado 16 marzo 2020. *Revista Dspace*, 135. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2705/1/iniapscpm135%283%29.pdf>

Pérez, L. 2010. Evaluación de la eficacia del azufre y los extractos de ajo y cola de caballo en el control de la roya en ciruelo en cultivo ecológico. (En línea). Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Francisco\\_Arroyo/publication/268218989\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_eficacia\\_del\\_azufre\\_y\\_los\\_extractos\\_de\\_ajo\\_y\\_cola\\_de](https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Arroyo/publication/268218989_Evaluacion_de_la_eficacia_del_azufre_y_los_extractos_de_ajo_y_cola_de)

[\\_caballo\\_en\\_el\\_control\\_de\\_la\\_roya\\_en\\_ciruelo\\_en\\_cultivo\\_ecologico/links/5465c8f60cf25b85d17d5567/Evaluacion-de](http://caballo_en_el_control_de_la_roya_en_ciruelo_en_cultivo_ecologico/links/5465c8f60cf25b85d17d5567/Evaluacion-de)

Pérez, L; Macías, C; Socarrás, B; Marsán, V; Sánchez, M; Palma, L; Lam, R. 2012. Efecto in vitro de la (*Matricaria recutita L.*) sobre la respuesta de linfocitos y neutrófilos. (En línea). Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia, 28(2), 177-184. Consultado 23 marzo 2020. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-02892012000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892012000200008)

Perugachi, V. 2016. Actividad antifúngica de la infusión de té verde y de manzanilla sobre cepas de *Cándida albicans* encontradas en placas Hawley. Estudio comparativo in vitro. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Central de Ecuador. Consultado 16 marzo 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6798/1/T-UCE-0015-353.pdf>

Pucuji, W. 2016. Evaluación del manejo agronómico y reacción a enfermedades de variedades mezcla de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) Allphas y chacras de cotacachi. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Central de Ecuador. Consultado 18 marzo 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8324/1/T-UCE-0004-55.pdf>

Quishpe, J. 2017. Determinación físico-química de un suelo de origen volcánico bajo dos sistemas de labranza y tres niveles de fertilización en fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) . (En línea). Tesis pregrado. Universidad Central del Ecuador. Consultado 19 marzo 2020. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/12654/1/T-UCE-0004-36-2017.pdf>

Ríos, Y.2010. Actividad citotóxica y leishmanicida in vitro del aceite esencial de manzanilla (*Matricaria chamomilla*). (En línea). Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas. 37(2). Consultado 12 marzo 2020 Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v37n2/v37n2a08.pdf>

Rodríguez, A; Ramírez, M; Bautista, S; Cruz, A; Deyanira, R. 2012. Actividad antifúngica de extractos de Acacia farnesiana sobre el crecimiento in vitro de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. (En línea). Revista Científica UDO 12 (1). Consultado 26 marzo 2020. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4277990>

Rodríguez, N. 2018. Basidiomicetos: ciclo biológico, estructura o partes . (En línea). Revista Paradais Sphynx 1 (1). Consultado 29 marzo 2020 Disponible en [https://naturaleza.paradais-sphynx.com/fungi/basidiomicetos.htm?fbclid=IwAR1cHgpdAzKpYMM-ezMdYhhI2ECGnzqLaMn4duQiNpANO8u3\\_NgKf4SWpCI](https://naturaleza.paradais-sphynx.com/fungi/basidiomicetos.htm?fbclid=IwAR1cHgpdAzKpYMM-ezMdYhhI2ECGnzqLaMn4duQiNpANO8u3_NgKf4SWpCI)

Sandoval, E. 2019. Incidencia y severidad de la muerte regresiva en Persea americana, var. Hass sobre Porta-Injertos Zutano, Lula o Topa-Topa. Virú-La Libertad. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Nacional de Trujillo. Consultado 17 abril 2020. Disponible en <http://www.dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14809/Sandoval%20Bardales%2c%20Eduardo%20Arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Santana, R. 2014. Evaluación de métodos de extracción y dosis de aplicación de cola de caballo (*Equisetum arvense*) para el control ecológico de roya (*Puccinia sp.*) En el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). (En línea). Tesis posgrado. Universidad Técnica de Ambato. Consultado 12 marzo 2020. Disponible en

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7557/1/tesis-019%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20240.pdf>

Talavera, J. 2015. *Efecto antibacteriano sobre el Streptococcus mutans (ATCC®25175) y perfil de compuestos fenólicos de la manzanilla (Matricaria chamomilla L.) cultivada en Puno.* (En línea). Revista Investigaciones Altoandinas. 17 (2), 173-182. Consultado 15 marzo 2020 Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5169794>

Tayupanta, V. 2012. Control in vitro de Botrytis (*Botrytis cinerea*), Mildiu (*Bremia lactucae*) Y Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*) en lechuga (*Lactuca sativa*), usando extractos de Cola de Caballo (*Equisetum arvense*), Ortiga (*Urtica dioica L.*), Ruda (*Ruta graveolens*) . (En línea). Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Consultado 14 marzo 2020. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3704/6/UPS-YT00199.PDF>

Urbina, M. 2011. Fitopatología especial unidad II -enfermedades del cultivo del frijol. (En línea). Consultado el 18 marzo 2020. Disponible en <https://martinurbinac.files.wordpress.com/2011/07/unidad-ii-fitop-esp-2011.pdf>

Vergara, N. 2016. Propuesta de productos alimenticios no tradicionales de fréjol. (En línea). INNOVA Research Journal. 1 (1),34-44. Consultado 20 marzo 2020. Disponible en <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/111/246>

Villacís, L; León, O; Santana, R; Mangui, J; Carranza , G; Pazmiño, P.2017. Evaluación de la actividad antifúngica in vitro de cinco extractos vegetales (EV) contra *Colletotrichum spp.* Aislado de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). (En línea). Journal of the Selva Andina Biosphere,5(1), 59-64. Consultado 24 marzo 2020. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25210>

Zambrano, O; Mena, H. 2011. Elaboración y evaluación de un extracto botánico solo y combinado aplicado en alternancia con productos químicos en la disminución de la incidencia de oídium (*Sphaeroteca pannosa*) en el cultivo de rosa (rosa SP.) variedad sahara, en la empresa flores del Cotopaxi. (En línea). Tesis pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Consultado el 18 noviembre 2020. Disponible en <http://181.112.224.103/handle/27000/754>

Zuluaga, C; Buritica, P; Marín, M. 2008). Generalidades de los uredinales (*Fungi: Basidiomycota*) y de sus relaciones filogenéticas. (En línea). Acta Biológica Colombiana.14 (1), 41-56. Consultado el 2 abril 2020. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v14n1/v14n1a03.pdf>



## 6.4. ANEXOS

### Anexo 1. Preparación de extracto



### Anexo 2. Aplicación de tratamientos



### Anexo 3. Recolección de folíolos



#### Anexo 4. Presencia de la enfermedad



#### Anexo 5. Porcentaje promedio de incidencia

| INCIDENCIA  |       |        |        |        |        |
|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TRATAMIENTO | DÍA 7 | DÍA 14 | DÍA 21 | DÍA 28 | DÍA 35 |
| E1C1        | 45,56 | 50,00  | 53,33  | 58,89  | 70,00  |
| E1C2        | 40,00 | 43,89  | 46,67  | 51,11  | 57,22  |
| E1C3        | 36,67 | 40,56  | 42,22  | 46,11  | 56,11  |
| E2C1        | 42,78 | 47,22  | 51,11  | 54,44  | 63,89  |
| E2C2        | 37,22 | 41,11  | 43,33  | 47,78  | 55,55  |
| E2C3        | 35,56 | 43,33  | 46,11  | 50,00  | 56,11  |
| T           | 50,56 | 61,11  | 63,89  | 67,78  | 74,44  |
| TQ          | 26,67 | 31,67  | 33,33  | 36,67  | 40,56  |

#### Anexo 6. Porcentaje promedio de severidad

| SEVERIDAD   |       |        |        |        |        |
|-------------|-------|--------|--------|--------|--------|
| TRATAMIENTO | DÍA 7 | DÍA 14 | DÍA 21 | DÍA 28 | DÍA 35 |
| E1C1        | 19,33 | 20,50  | 20,80  | 21,53  | 22,07  |
| E1C2        | 18,67 | 19,53  | 19,77  | 20,30  | 20,77  |
| E1C3        | 17,10 | 18,57  | 18,77  | 19,23  | 19,47  |
| E2C1        | 18,50 | 19,47  | 19,90  | 20,60  | 21,13  |
| E2C2        | 15,40 | 17,73  | 17,93  | 18,47  | 18,90  |
| E2C3        | 16,33 | 18,53  | 18,87  | 19,37  | 19,67  |
| T           | 23,67 | 26,67  | 27,67  | 28,83  | 29,83  |
| TQ          | 5,70  | 7,53   | 7,80   | 8,03   | 8,20   |

## Anexo 7. Porcentaje promedio de rendimiento

| TRATAMIENTO | RENDIMIENTO |
|-------------|-------------|
| T           | 0,66        |
| E1C1        | 0,72        |
| E2C1        | 0,79        |
| E1C2        | 0,89        |
| E2C3        | 0,99        |
| E1C3        | 1,15        |
| E2C2        | 1,33        |
| TQ          | 1,53        |

## Anexo 8. Análisis de varianza- incidencia

### DIA7

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DIA7     | 24 | 0,92           | 0,89              | 6,11 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 1089,94 | 7  | 155,71 | 26,88 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 1089,94 | 7  | 155,71 | 26,88 | <0,0001 |
| Error       | 92,69   | 16 | 5,79   |       |         |
| Total       | 1182,63 | 23 |        |       |         |

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,80371

Error: 5,7928 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |   |     |
|-------------|--------|---|------|---|---|-----|
| T           | 50,56  | 3 | 1,39 | A |   |     |
| E1C1        | 45,56  | 3 | 1,39 | A | B |     |
| E2C1        | 42,78  | 3 | 1,39 |   | B | C   |
| E1C2        | 40,00  | 3 | 1,39 |   | B | C D |
| E2C2        | 37,22  | 3 | 1,39 |   |   | C D |
| E1C3        | 36,67  | 3 | 1,39 |   |   | C D |
| E2C3        | 35,55  | 3 | 1,39 |   |   | D   |
| TQ          | 26,67  | 3 | 1,39 |   |   | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DIA14**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DIA14    | 24 | 0,96           | 0,95              | 4,29 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 1517,88 | 7  | 216,84 | 58,52 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 1517,88 | 7  | 216,84 | 58,52 | <0,0001 |
| Error       | 59,29   | 16 | 3,71   |       |         |
| Total       | 1577,16 | 23 |        |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,44144**

Error: 3,7053 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |   |     |
|-------------|--------|---|------|---|---|-----|
| T           | 61,11  | 3 | 1,11 | A |   |     |
| E1C1        | 50,00  | 3 | 1,11 |   | B |     |
| E2C1        | 47,22  | 3 | 1,11 |   | B | C   |
| E1C2        | 43,89  | 3 | 1,11 |   |   | C D |
| E2C3        | 43,33  | 3 | 1,11 |   |   | C D |
| E2C2        | 41,11  | 3 | 1,11 |   |   | D   |
| E1C3        | 40,56  | 3 | 1,11 |   |   | D   |
| TQ          | 31,67  | 3 | 1,11 |   |   | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**DIA21**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DIA21    | 24 | 0,97           | 0,96              | 3,79 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 1692,91 | 7  | 241,84 | 74,68 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 1692,91 | 7  | 241,84 | 74,68 | <0,0001 |
| Error       | 51,81   | 16 | 3,24   |       |         |
| Total       | 1744,72 | 23 |        |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,08707**

Error: 3,2384 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |   |     |
|-------------|--------|---|------|---|---|-----|
| T           | 63,89  | 3 | 1,04 | A |   |     |
| E1C1        | 53,33  | 3 | 1,04 |   | B |     |
| E2C1        | 51,11  | 3 | 1,04 |   | B | C   |
| E1C2        | 46,67  | 3 | 1,04 |   |   | C D |
| E2C3        | 46,11  | 3 | 1,04 |   |   | C D |
| E2C2        | 43,33  | 3 | 1,04 |   |   | D   |
| E1C3        | 42,22  | 3 | 1,04 |   |   | D   |
| TQ          | 33,33  | 3 | 1,04 |   |   | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DIA28**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DIA28    | 24 | 0,94           | 0,92              | 4,98 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 1780,17 | 7  | 254,31 | 38,54 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 1780,17 | 7  | 254,31 | 38,54 | <0,0001 |
| Error       | 105,59  | 16 | 6,60   |       |         |
| Total       | 1885,76 | 23 |        |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,26189**

Error: 6,5993 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T           | 67,78  | 3 | 1,48 | A   |
| E1C1        | 58,89  | 3 | 1,48 | B   |
| E2C1        | 54,44  | 3 | 1,48 | B C |
| E1C2        | 51,11  | 3 | 1,48 | C D |
| E2C3        | 50,00  | 3 | 1,48 | C D |
| E2C2        | 47,78  | 3 | 1,48 | C D |
| E1C3        | 46,11  | 3 | 1,48 | D   |
| TQ          | 36,67  | 3 | 1,48 | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**DIA35**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DIA35    | 24 | 0,90           | 0,85              | 6,77 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC      | gl | CM     | F     | p-valor |
|-------------|---------|----|--------|-------|---------|
| Modelo.     | 2264,53 | 7  | 323,50 | 20,12 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 2264,53 | 7  | 323,50 | 20,12 | <0,0001 |
| Error       | 257,25  | 16 | 16,08  |       |         |
| Total       | 2521,78 | 23 |        |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,33487**

Error: 16,0780 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T           | 74,44  | 3 | 2,32 | A   |
| E1C1        | 70,00  | 3 | 2,32 | A   |
| E2C1        | 63,89  | 3 | 2,32 | A B |
| E1C2        | 57,22  | 3 | 2,32 | B   |
| E2C3        | 56,11  | 3 | 2,32 | B   |
| E1C3        | 56,11  | 3 | 2,32 | B   |
| E2C2        | 55,55  | 3 | 2,32 | B   |
| TQ          | 40,56  | 3 | 2,32 | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 9. Análisis de varianza severidad

### DÍA 7

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DÍA 7    | 24 | 1,00           | 0,99              | 2,42 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo.     | 556,23 | 7  | 79,46 | 476,77 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 556,23 | 7  | 79,46 | 476,77 | <0,0001 |
| Error       | 2,67   | 16 | 0,17  |        |         |
| Total       | 558,90 | 23 |       |        |         |

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,15405

Error: 0,1667 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T           | 23,67  | 3 | 0,24 | A   |
| E1C1        | 19,33  | 3 | 0,24 | B   |
| E1C2        | 18,67  | 3 | 0,24 | B   |
| E2C1        | 18,50  | 3 | 0,24 | B   |
| E1C3        | 17,10  | 3 | 0,24 | C   |
| E2C3        | 16,33  | 3 | 0,24 | C D |
| E2C2        | 15,40  | 3 | 0,24 | D   |
| TQ          | 5,70   | 3 | 0,24 | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### DÍA 14

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DÍA 14   | 24 | 1,00           | 1,00              | 1,61 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo.     | 580,57 | 7  | 82,94 | 930,15 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 580,57 | 7  | 82,94 | 930,15 | <0,0001 |
| Error       | 1,43   | 16 | 0,09  |        |         |
| Total       | 581,99 | 23 |       |        |         |

#### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,84411

Error: 0,0892 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |
|-------------|--------|---|------|---|
| T           | 26,67  | 3 | 0,17 | A |
| E1C1        | 20,50  | 3 | 0,17 | B |
| E1C2        | 19,53  | 3 | 0,17 | C |
| E2C1        | 19,47  | 3 | 0,17 | C |
| E1C3        | 18,57  | 3 | 0,17 | D |
| E2C3        | 18,53  | 3 | 0,17 | D |
| E2C2        | 17,73  | 3 | 0,17 | D |
| TQ          | 7,53   | 3 | 0,17 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**DÍA 21**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DÍA 21   | 24 | 1,00           | 1,00              | 1,45 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F       | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|---------|---------|
| Modelo.     | 619,10 | 7  | 88,44 | 1166,28 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 619,10 | 7  | 88,44 | 1166,28 | <0,0001 |
| Error       | 1,21   | 16 | 0,08  |         |         |
| Total       | 620,32 | 23 |       |         |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,77845**

Error: 0,0758 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |   |
|-------------|--------|---|------|---|---|
| T           | 27,67  | 3 | 0,16 | A |   |
| E1C1        | 20,80  | 3 | 0,16 |   | B |
| E2C1        | 19,90  | 3 | 0,16 |   | C |
| E1C2        | 19,77  | 3 | 0,16 |   | C |
| E2C3        | 18,87  | 3 | 0,16 |   | D |
| E1C3        | 18,77  | 3 | 0,16 |   | D |
| E2C2        | 17,93  | 3 | 0,16 |   | E |
| TQ          | 7,80   | 3 | 0,16 |   | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**DÍA 28**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DÍA 28   | 24 | 1,00           | 1,00              | 1,76 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.        | SC     | gl | CM    | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|-------|--------|---------|
| Modelo.     | 677,16 | 7  | 96,74 | 814,63 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 677,16 | 7  | 96,74 | 814,63 | <0,0001 |
| Error       | 1,90   | 16 | 0,12  |        |         |
| Total       | 679,06 | 23 |       |        |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,97413**

Error: 0,1187 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |   |     |
|-------------|--------|---|------|---|-----|
| T           | 28,83  | 3 | 0,20 | A |     |
| E1C1        | 21,53  | 3 | 0,20 |   | B   |
| E2C1        | 20,60  | 3 | 0,20 |   | B C |
| E1C2        | 20,30  | 3 | 0,20 |   | C D |
| E2C3        | 19,37  | 3 | 0,20 |   | D E |
| E1C3        | 19,23  | 3 | 0,20 |   | E   |
| E2C2        | 18,47  | 3 | 0,20 |   | E   |
| TQ          | 8,03   | 3 | 0,20 |   | F   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



## DÍA 35

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| DÍA 35   | 24 | 1,00           | 1,00              | 1,78 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC     | gl | CM     | F      | p-valor |
|-------------|--------|----|--------|--------|---------|
| Modelo.     | 731,05 | 7  | 104,44 | 827,21 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 731,05 | 7  | 104,44 | 827,21 | <0,0001 |
| Error       | 2,02   | 16 | 0,13   |        |         |
| Total       | 733,07 | 23 |        |        |         |

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,00442

Error: 0,1263 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T           | 29,83  | 3 | 0,21 | A   |
| E1C1        | 22,07  | 3 | 0,21 | B   |
| E2C1        | 21,13  | 3 | 0,21 | B C |
| E1C2        | 20,77  | 3 | 0,21 | C   |
| E2C3        | 19,67  | 3 | 0,21 | D   |
| E1C3        | 19,47  | 3 | 0,21 | D   |
| E2C2        | 18,90  | 3 | 0,21 | D   |
| TQ          | 8,20   | 3 | 0,21 | E   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## Anexo 10. Análisis de varianza para Rendimiento

### Análisis de la varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------|----|----------------|-------------------|------|
| RENDIMIENTO | 24 | 0,97           | 0,96              | 6,24 |

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.        | SC   | gl | CM      | F     | p-valor |
|-------------|------|----|---------|-------|---------|
| Modelo.     | 1,97 | 7  | 0,28    | 71,31 | <0,0001 |
| TRATAMIENTO | 1,97 | 7  | 0,28    | 71,31 | <0,0001 |
| Error       | 0,06 | 16 | 4,0E-03 |       |         |
| Total       | 2,04 | 23 |         |       |         |

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17777

Error: 0,0040 gl: 16

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T           | 0,66   | 3 | 0,04 | A   |
| E1C1        | 0,72   | 3 | 0,04 | A B |
| E2C1        | 0,79   | 3 | 0,04 | A B |
| E1C2        | 0,89   | 3 | 0,04 | B C |
| E2C3        | 0,99   | 3 | 0,04 | C D |
| E1C3        | 1,15   | 3 | 0,04 | D E |
| E2C2        | 1,33   | 3 | 0,04 | E   |
| TQ          | 1,53   | 3 | 0,04 | F   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )