

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA



**INGENIERIA EN  
INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

Extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*) como agente de control de cenicilla (*Erysiphe cichoracearum* DC y *Sphaerotheca fulginea* Fr, Pollaci) en el cultivo de calabaza (*Cucurbita pepo*).

Presenta:

Víctor Antonino Cortés Pérez

TESIS

Presentada como requisito parcial para la obtención de grado de  
**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

Director interno: M.C. Javier Arreguín Soto.

Director externo: M.C. Salvador Villalobos Reyes.

Codirector externo: Dr. Enrique González Pérez

Salvatierra, Gto.

Diciembre de 2018

## ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Salvatierra, Guanajuato. A 03 de diciembre de 2018

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

**C. JULIO CESAR RUIZ LARA**  
Jefe del Departamento de Servicios Escolares  
ITESS

### PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado:	VÍCTOR ANTONINO CORTÉS PÉREZ
Carrera:	INGENIERÍA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE
No. de control:	AG13110326
Nombre del proyecto:	Extracto de cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> ) como agente de control de cenicilla ( <i>Erysiphe cichoracearum</i> DC) y <i>Sphaerotheca fulginea</i> Fr, Pollaci) en el cultivo de calabaza ( <i>Cucurbita pepo</i> ).
Producto:	TESIS PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**

**Pedro E. Moreno Z.**  
Coordinador de carrera  
Ing. En Innovación Agrícola Sustentable

ASESOR M.C. Javier Arreguin Soto	REVISOR* M. E. Walter Manuel Zuñiga Maldonado	REVISOR* M. en C. Pedro E. Moreno Z.

\* solo aplica para el caso de tesis o tesina

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO  
INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR DE SALVATIERRA**

**COORDINACIÓN DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA  
SUSTENTABLE**

**TESIS**

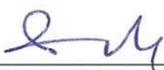
Presentada por:

Víctor Antonino Cortés Pérez

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para  
obtener el título de

**INGENIERO EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE**

Aprobado por



M.C. Javier Arreguín Soto

Director de Tesis (Interno)



M.C. Salvador Villalobos Reyes

Director de Tesis (externo)



M.C. Walter Manuel Zúñiga Maldonado

Revisor



Dr. Enrique González Pérez

Codirector de Tesis (externo)



Dr. Pedro E. Moreno Zacarías  
Coordinador de Innovación en Agrícola Sustentable

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza y sabiduría para seguir adelante.

A los catedráticos del Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra de la carrera de innovación agrícola sustentable, por quienes he llegado a obtener los conocimientos necesarios para poder culminar con mis estudios.

Al departamento de hortalizas del Campo Experimental Bajío perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias por abrirme las puertas de sus instalaciones para el desarrollo práctico de la tesis, ya que sin sus equipos y materiales no habría sido posible la realización de la misma. Asimismo a mis compañeros Don José Jesús Damián Cervantes y Don Francisco Ramírez Ramírez.

Al DR. Enrique González Pérez por su apoyo, que permitieron generar un trabajo de mejor calidad, por brindarme su conocimiento, tiempo y amistad.

Al M.C. Salvador Villalobos Reyes, por su constante dedicación y apoyo, que permitieron generar un trabajo de mejor calidad, por brindarme su conocimiento, tiempo y amistad.

Al MC. Javier Arreguín Soto, por su amistad y colaboración en la realización de la tesis, con su acertada orientación y oportunidades brindadas.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi cariño y amor para mis padres Víctor Manuel Cortés Rodríguez y MA. Guadalupe Pérez Corona, quienes hicieron todo en la vida, para que yo pudiera lograr mis sueños; Por motivarme, guiarme, apoyarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, gracias por ser mis padres, a ustedes por siempre mi agradecimiento infinito y todo mi amor.

A mis hermanas Fernanda y Paloma, por el apoyo incondicional, su constante alegría que me motiva a seguir adelante, por ser quienes me hacen ver mis aciertos y errores, pero sobre todo por el privilegio de su amor y amistad.

A las Familias Cortés Rodríguez y Pérez Corona, por su confianza y apoyo en la toma de cada decisión tomada.

# INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	4
DEDICATORIA .....	5
INDICE GENERAL .....	6
LISTA DE TABLAS .....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
RESUMEN .....	11
EXECUTIVE SUMMARY .....	12
CAPITULO 1 – INTRODUCCIÓN .....	13
1.1 Introducción .....	13
1.2 Planteamiento del problema.....	15
1.3 Hipótesis.....	15
1.4 Justificación.....	15
1.5 Objetivos .....	16
1.5.1 General .....	16
1.5.2 Específicos.....	16
CAPITULO 2 – MARCO TEORICO.....	17
2.1 Antecedentes .....	17
2.2 Cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> ).....	18
2.2.1 Usos .....	18
2.2.3 Taxonomía.....	19
2.2.4 Descripción botánica .....	19
2.2.5 Habitación y distribución .....	19
2.2.6 Composición química.....	20
2.3 Cultivo de la calabaza .....	20
2.3.1 Taxonomía y morfología de la calabacita .....	20
2.3.2 Plagas.....	22
2.3.3 Enfermedades .....	23
2.3.4 Fertilización.....	24

2.3.5 Aspectos agronómicos del cultivo de la calabaza .....	25
2.4 Métodos de extracción utilizados en la cola de caballo ( <i>Equisetum arvense</i> ) ..	25
2.4.1 Extracción con disolventes .....	25
2.4.2 Maceración .....	26
2.5 Especie de cenicilla en los cultivos de calabaza. ....	26
2.5.1 <i>Erysiphe cichoracearum</i> DC.....	26
2.5.1.1 Distribución .....	26
2.5.1.2 Taxonomía.....	27
2.5.2 <i>Sphaerotheca fuliginea</i> Fr, Pollaci.....	29
CAPÍTULO 3 – METODOLOGÍA .....	32
3.1 Sitio experimental .....	32
3.2 Material vegetal.....	32
3.3 Diseño experimental.....	33
3.4 Establecimiento y manejo del experimento .....	34
3.4.1 Siembra.....	34
3.4.2 Fertilización de la calabacita .....	34
3.4.3 Manejo del riego.....	35
3.4.4 Control de malezas .....	35
3.4.5 Establecimiento de los tratamientos .....	35
3.4.6 variables fenológicas .....	35
3.4.7 Sanidad del cultivo .....	36
3.4.8 Variables ambientales.....	36
3.5 Análisis estadístico.....	37
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1 Efecto de la aplicación de destilado y/o fermento de cola de caballo sobre la cenicilla .....	38
4.2 Incidencia y severidad de cenicilla .....	38
4.3 Desarrollo semanal de la cenicilla.....	40
4.4 Análisis vegetal .....	47
4.4.1 Altura de planta .....	47
4.4.2 Rendimiento .....	48

4.5 Variables ambientales. ....	51
4.7 Discusión.....	54
Desarrollo semanal de la cenicilla.....	55
Variables ambientales. ....	56
<b>CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
5.1 Conclusiones .....	58
5.2 Recomendaciones.....	58
<b>BIBLIOGRAFIAS .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Combinación de tres factores de evaluación para el control cenicilla en el cultivo de calabacita con el uso de Equisetum arvense. Verano, 2018. ....	33
Tabla 3.2 Programa de aplicación semanal de fertilizante en 307.2 m <sup>2</sup> , en el cultivo de calabacita. Verano, 2018.....	34
Tabla 4.1 Efecto del tipo de aplicación de cola de caballo en la incidencia y severidad de cenicilla en el cultivo de calabacita. Verano, 2018. ....	38
Tabla 4.2 Respuesta al porcentaje de incidencia y severidad de cenicilla en plantas de calabaza sometidas a cuatro dosis a diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018. ....	39
Tabla 4.3 Rendimiento en t ha <sup>-1</sup> de calabacita sometida a cuatro dosis a diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018.....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Taxonomía de la cola de caballo (Smith et al, 2006).....	19
Figura 2.2 Taxonomía <i>E. cichoracearum</i> DC (Gonzales et al, 2010) .....	27
Figura 2.3 Taxonomía <i>S. fuliginea</i> Fr, Pollaci (Gonzales et al, 2010).....	29
Figura 3.1 Localización del lote experimental dentro del CEBAJ- INIFAP. Verano, 2018. ....	32
Figura 4.1 Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 5 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	40
Figura 4.2 Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 5 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	41
Figura 4.3 Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 10 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	42
Figura 4.4 Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 10 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	43
Figura 4.5 Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	44
Figura 4.6 Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	45
Figura 4.7 Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 20 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	46
Figura 4.8 Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. ....	47
Figura 4.9 Comportamiento semanal de la altura de calabacita por bloque. Verano, 2018. ....	48
Figura 4.10 Comportamiento del rendimiento de calabacita sometida a cuatro dosis de destilado de cola de caballo con diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018.....	50
Figura 4.12 Comportamiento de la temperatura a cielo abierto con cultivo de calabacita. Verano, 2018. ....	52
Figura 4.13 Comportamiento de la temperatura y humedad relativa a cielo abierto con cultivo de calabacita. Verano, 2018.....	53

## RESUMEN

La presente investigación estudió la eficacia de extracto vegetal de cola de caballo en el manejo de la cenicilla (*Oidium sp.*) en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo L*) en el instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias campo experimental bajío, con el objetivo de evaluar el efecto de protección a través de la aplicación foliar del extracto sobre la incidencia y la severidad de infección de *Oidium sp.*, en condiciones de cielo abierto, valorar el comportamiento del extracto vegetal durante las etapas de desarrollo y producción del cultivo. El diseño que se utilizó fue un diseño factorial de dos niveles con un arreglo por bloques, con 40 tratamientos con cuatro repeticiones, con un total de 160 unidades experimentales. Se evaluaron las variables: porcentaje de severidad de infección en hojas, incidencia de la enfermedad, rendimiento por tratamiento. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ). Según los resultados experimentales se determinó lo siguiente: el extracto de mayor influencia en el efecto de protección contra *Oidium sp.*, fue el T5 actuando sobre la incidencia y severidad de la enfermedad. Los mejores resultados obtenidos por su comportamiento en el rendimiento fue el T1 con un 49.79% más de producción en relación al testigo.

## EXECUTIVE SUMMARY

This research studied the efficacy of horsetail plant extract in the management of powdery mildew (*Oidium sp.*) in the cultivation of zucchini (*Cucurbita Pepo L.*) at the National Institute of Agricultural and Livestock Forestry Research experimental Field Bajio, in order to evaluate the effect of protection through foliar application of the extract on the incidence and severity of infection of *Oidium sp.*, in open sky conditions, assess the behavior of the plant extract during the stages of Development and production of the crop. The design used was a two-level factorial design with a block arrangement, with 40 treatments with four replicates, with a total of 160 experimental units. Variables were assessed: Percentage of severity of leaf infection, incidence of disease, and yield per treatment. All the variables were submitted to the analysis of variance and to determine the statistical difference between the means of the treatments, the Tukey test was used ( $p < 0.05$ ). According to the experimental results, the following was determined: the extract of greater influence in the effect of protection against *Oidium sp.*, was the T5 acting on the incidence and severity of the disease. The best results obtained by their performance behavior were T1 with a 49.79% more production relative to the control.

# CAPITULO 1 – INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

Muchas especies de plantas tienen la capacidad de repeler o tolerar el ataque de algunas plagas, pues su constitución genética, el ambiente en que ellos se desarrollan y algunas sustancias químicas así lo permiten y cuando se extraen esas sustancias de las plantas, ya sea utilizando agua o alcohol, se obtienen extractos que pueden ser utilizados para el combate de algunas plagas (Santana, 2014). Los equisetos o colas de caballo son plantas vasculares primitivas pertenecientes al grupo de las pteridofitas, es decir, carecen de semillas, flores y frutos; en vez de ello producen esporas, todos los equisetos están agrupados dentro de una familia llamada equisetaceae, la cual contiene un solo género equisetum y 15 especies distribuidas en todos los continentes, excepto en Australia y Nueva Zelanda (Ramirez et al, 2001). La mayoría de las especies de equisetos se distribuye predominantemente en las zonas templadas del hemisferio norte, debido a que se han identificado dos quimiotipos, uno en Europa y otro en Asia y América del Norte, que se pueden distinguir químicamente por la presencia de flavonoides característicos en los tallos estériles (Villar, 2006). La cual contiene una saponina tóxica para los hongos llamada equisetonina y ácido silícico que favorece la estructura de la planta. Por lo general no hay una única sustancia responsable, sino que es una interacción compleja entre una gama de agentes (Lampkin, 1998). La FAO en el 2013 expresa que los biopreparados pueden ser usados en programas de manejo integrado de plagas (MIP) en complemento con otras prácticas culturales debido a esto los biopreparados que se presentan incluyen, biofertilizantes (abonos), biofungicidas (para control de enfermedades) y bioinsecticidas para el manejo de insectos plaga, ya que los biopreparados pueden ser preparados por los agricultores, utilizando insumos sencillos con procedimientos caseros. Aunque los estudios sobre los estudios fitoquímicos de la cola de caballo son escasos y se han centrado principalmente en la determinación de la presencia de compuestos inorgánicos, fundamentalmente sílice y ácido silícico, y en menor medida, flavonoides y derivados hidroxicinámicos y

oleorresinas (Stoliar, 2009). Debido esto se propone un estudio para la determinación de las dosis de aplicación de los métodos de extracción para observar a eficiencia en el control de la cenicilla en el cultivo de la calabaza (*Cucurbita pepo*). Debido a que este cultivo es muy susceptible al ataque de este tipo de hongos en el ciclo P-V.

## 1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día el uso de fungicidas de origen inorgánico en la agricultura, es una de las principales fuentes de contaminación dentro de los agro-ecosistemas, los cuales pueden eliminar la microbiota benéfica de los suelos agrícolas. El uso constante de estos productos ocasiona la contaminación del agua con algunos compuestos carcinógenos y otros compuestos nocivos que afectan al ser humano y a muchas formas de vida. Con el uso de nuevas tecnologías limpias como la agricultura orgánica, se puede contribuir a remediar la contaminación del agua y suelo, así como promover el uso de estos compuestos en sustitución de los productos convencionales.

## 1.3 Hipótesis

El uso de *Equisetum arvense* a dosis mayores a 10 mL L<sup>-1</sup> con intervalos de frecuencia aplicación no mayor a tres días reduce la incidencia y severidad de cenicienta en el cultivo de calabacita lo que ayuda a mejorar la rentabilidad del cultivo.

## 1.4 Justificación

Considerando el uso indiscriminado de agroquímicos ha repercutido en la salud humana, los ecosistemas agrícolas y propiciado la aparición microorganismos fitopatógenos que muestran algún grado de resistencia a estos productos, aunado a lo anterior el impacto negativo sobre el medio ambiente es cada día más notorio. Además de que su control con uso de agroquímicos encarece los costos de producción y presenta residualidad en el cultivo. Por lo anterior, la búsqueda de opciones viables que den respuesta a esta problemática es demandado por los agricultores. Como una alternativa al uso de fungicidas sintéticos se propone el uso de un extracto orgánico a base de cola de caballo como agente de control de la cenicienta polvorienta (*Erysiphe cichoracearum* DC y *Sphaerotheca fulginea* Fr, Pollaci), que es patógeno del cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* L), que es una de las cucurbitáceas que presenta mayor susceptibilidad a este agente infeccioso.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 General**

Establecer la (s) dosis y frecuencia (s) de aplicación del extracto de cola de caballo (*Equisetum arvense*) que mejor efecto tenga sobre la cenicilla en el cultivo de calabaza.

### **1.5.2 Específicos**

- Determinar la dosis de aplicación del extracto de cola de caballo que mejor respuesta presente en la prevención y control de la cenicilla.
- Determinar la frecuencia de aplicación (Días) para la prevención y control de la cenicilla sin que afecte la productividad del cultivo.
- Estudios de los factores ambientales que propicien el desarrollo de la cenicilla en la región del Bajío Guanajuatense.

## CAPITULO 2 – MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes

En la naturaleza existe una gama muy amplia de plantas que producen una diversidad de metabolitos secundarios con características que les permiten actuar como antagonistas de patógenos bióticos y de plagas. Una forma de aprovechar dicho antagonismo es mediante la preparación de extractos o infusiones a partir de sus tejidos (Zavaleta, 1999).

Los residuos y extractos vegetales con propiedades antimicrobianas pueden tener un papel importante en un sistema ecológico integrado de producción agrícola para el control de enfermedades, o bien, pueden ser parte complementaria en la agricultura convencional, ya que las plantas son una fuente potencial de productos químicos naturales, algunos con acción fungicida y que pueden explotarse con éxito (Campos, et al., 1994).

La Cola de caballo o equiseto (*Equisetum arvense*), muy rica en sílice. Prefiere los suelos húmedos y areno-arcillosos. En primavera aparece primero un tallo marrón, no ramificado, que lleva las esporas. Después de la dispersión de las esporas, este brote muere y entonces aparecen los tallos verdes, ramificados, de 20 a 35 cm. de altura. Estos son los tallos que podemos utilizar en forma de decocción o purín contra las enfermedades criptogámicas y para reforzar las plantas. En tiempo soleado (Roselló, 2001).

La *E. arvense* contiene una Saponina tóxica para los hongos llamada “Equisetonina” y Ácido silícico, que favorece la estructura de la planta. Además de estos componentes posee también Flavonoides. Por último, cabe destacar su riqueza en determinados ácidos orgánicos como Nicotina, Palustrina o Dimetilsulfona. Todos estos componentes hacen que la Cola de Caballo sea uno de los fungicidas más eficaces en agricultura ecológica. Incluso se le reconoce cierta acción insecticida contra pulgones y araña roja (Ecoterrazas, 2013).

En investigaciones se reporta que el extracto de cola de caballo en cultivos de cebolla bosui es eficaz en el control de mildiú, seguido en efectividad por los extractos de tomillo y manzanilla (Gabela, 1999).

La incidencia, severidad y prevención de la roya de la cebolla se encuentran relacionadas con la aplicación de extracto de cola de caballo, los cuales tuvieron un mejor control de la enfermedad. Todos los tratamientos que tuvieron aplicación de extracto de cola de caballo sin importar el método de extracción ni la dosis tuvieron un rendimiento estadísticamente igual no así el testigo que tuvo un menor rendimiento (Santana, 2014).

Hernández (2016) nos dice en su investigación que la eficacia de la cola de caballo (*Equisetum arvense*) como fungicida libre de sustancias tóxicas y los beneficios de este producto con el ambiente. Fue utilizado en un campo de interés el cual se centra en aplicaciones de dicho fungicida en plantas de menta (*Mentha piperita*) infectadas con el hongo de la roya (*Puccinia graminis*). En el cual se determinó que la eficacia del producto es de un proceso de eliminación tardado pero efectivo para combatir al hongo de la roya además de no dañar el ambiente.

## **2.2 Cola de caballo (*Equisetum arvense*)**

### **2.2.1 Usos**

Recibe este nombre por su aspecto; planta que crece en lugares húmedos, muy rica en minerales, potasio y principalmente sílice (Cabrera, 2003). Según Cordero (2013) su uso dentro de la agricultura orgánica es para el control de diversos tipos de hongos que infectan a las plantas como: Roya (heridas en las hojas), Oidiosis (polvo blanco sobre las hojas), Mildiú (manchas blanquecinas debajo de las hojas), *Phytophthora sp* (pudrición y marchitez de plantas), *Septoria* (manchas oscuras en hojas), *Botrytis spp* (Pudrición de brotes, flores y frutos), *Alternaria* (manchas oscuras en hojas).

### 2.2.3 Taxonomía

<b>Dominio</b>	Eukarya
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Embryphyta asiphonogama
<b>Clase</b>	Equisetopsida
<b>Orden</b>	Equisetales
<b>Familia</b>	Equisetacea
<b>Género</b>	Equisetum
<b>Especie</b>	<i>E. arvense</i>

Figura 2.1 Taxonomía de la cola de caballo (Smith et al, 2006)

### 2.2.4 Descripción botánica

Arbusto perene con tallo rizomático, distribuido en el hemisferio Norte. Tallos que pueden ser estériles y fértiles. Los estériles empiezan a crecer después que los fértiles han emergido; y tienden a ser más largos y arbustivos (Cody y Wagner, 1980). Es una planta de 60cm a 3 metros de altura, con tallos huecos, cilíndricos, articulados, con anillos espaciados, quebradizos, de color verde oscuro sin ramificaciones. El *E. arvense*: es una hierba perene que llega a alcanzar los 80 cm, pero normalmente es menor. Los tallos son huecos, color verde con verticilos de ramas en los nudos. Las hojas se reducen a vainas sobre los nudos (Font, 1978).

### 2.2.5 Hábitad y distribución

Generalmente se encuentra en el hemisferio norte, requiere cierta humedad que le proporciona la proximidad a fuentes u otras corrientes de agua (Rojas, 1998). El género *Equisetum* es el único que sobrevive de un grupo de plantas de gran distribución en los periodos Devodiano y Triásico. En México se localiza en los estados de Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Michoacán, México, Querétaro, Distrito Federal, Morelos Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Rojas, 1998).

### **2.2.6 Composición química**

Oligoelementos: Silicio orgánico (unido a proteínas) y sales ricas en potasio, magnesio y aluminio.

Saponósidos: Equisetonina (5%)

Flavonoides y Taninos

La *E. arvense* contiene alcaloides, incluyendo nicotina, palustrina y palustrinina, flavonoides como la isoquercetina y equicetrina, esteroides, incluyendo colesterol y otros; tiene entre 5 y 10% de ácido silícico. Además contiene un equisitonino de la saponina, dimetil sulfona, tiaminasa y ácido aconítico; también la presencia de glucósidos del tipo de los flavonoides, tanino, ácidos orgánicos, principios amargos y resinas (Febre, 1993).

## **2.3 Cultivo de la calabaza**

México es uno de los principales productores de calabazas en el mundo. *C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 t·ha<sup>-1</sup>. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 t·ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2010).

### **2.3.1 Taxonomía y morfología de la calabacita**

Planta: anual, de crecimiento indeterminado y porte rastrero.

Sistema radicular: constituido por una raíz principal axonomorfa, que alcanza un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, las cuales se extienden superficialmente. Pueden aparecer raíces adventicias en los entrenudos de los tallos cuando se ponen en contacto con tierra húmeda.

Tallo principal: sobre éste se desarrollan tallos secundarios que llegan a atrofiarse si no se realiza una poda para que ramifique a dos o más brazos. Presenta un crecimiento en

forma sinuosa, pudiendo alcanzar un metro o más de longitud, dependiendo de la variedad comercial. Es cilíndrico, grueso, de superficie pelosa y áspera al tacto. Posee entrenudos cortos, de los que parten las hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos. Estos últimos son delgados, de 10-20 centímetros de longitud y nacen junto al pedúnculo del fruto.

Hoja: palmeada, de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado. El haz es glabro y el envés áspero y está recubierto de fuertes pelos cortos y puntiagudos a lo largo de las nerviaciones. Los nervios principales parten de la base de la hoja y se dirigen a cada lóbulo subdividiéndose hacia los extremos. El color de las hojas oscila entre el verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad, presentando en ocasiones pequeñas manchas blanquecinas. Las hojas están sostenidas por pecíolos fuertes y alargados, recubiertos con fuertes pelos rígidos.

Flor: la floración es monoica, por lo que en una misma planta coexisten flores masculinas y femeninas. Son solitarias, vistosas, axilares, grandes y acampanadas. El cáliz es zigomorfo (presenta un solo plano de simetría) y consta de 5 sépalos verdes y puntiagudos. La corola es actinomorfa y está constituida por cinco pétalos de color amarillo. La flor femenina se une al tallo por un corto y grueso pedúnculo de sección irregular pentagonal o hexagonal, mientras que en las flores masculinas (de mayor tamaño) dicho pedúnculo puede alcanzar una longitud de hasta 40 centímetros. El ovario de las flores femeninas es ínfero, tricarpelar, trilocular y alargado. Los estilos, en número de tres, están soldados en su base y son libres a la altura de su inserción con el estigma, este último dividido en 2 partes. Las flores masculinas poseen tres estambres soldados.

Fruto: Pepónide carnosa, unilocular, sin cavidad central, de color variable, liso, estriado, reticulado, etc. Se recolecta aproximadamente cuando se encuentra a mitad de su desarrollo; el fruto maduro contiene numerosas semillas y no es comercializable debido a la dureza del epicarpio y a su gran volumen. Las semillas son de color blanco-amarillento, oval, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, longitud de 1,5 centímetros, anchura de 0,6-0,7 centímetros y grosor de 0,1-0,2 centímetros.

## **2.3.2 Plagas**

### **2.3.2.1 Afidos (*Aphis gossypii*, *Aulacorthum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*)**

También conocidos como piojos vegetales, pueden atacar a cualquier hortaliza. Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia. Como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. El daño es más frecuente en hojas jóvenes del centro de la planta. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y cantidad de fruta. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una serie de enfermedades virales (Productores de hortalizas, 2016).

### **2.3.2.2 Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*)**

Actualmente es la principal especie de dípteros-minadores de hojas que afectan al cultivo de la calabaza, y todos los cultivos hortícolas en general. Al igual que el resto de especies de minadores, es muy polífaga. Se desarrolla en el interior de las hojas, a las que provoca lesiones en sus estructuras, los daños directos se producen cuando los adultos para alimentarse o para realizar la puesta producen picaduras en las hojas. Las larvas, al alimentarse del parénquima foliar, realizan galerías que posteriormente se necrosan. Estos daños reducen la capacidad fotosintética de la planta (Red De Alerta E Información Fitosanitaria, 2014).

### **2.3.2.3 Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci* y *B. argentifolii*)**

Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas se cubren con mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. En las plantas infectadas las hojas se vuelven

amarillentas y se caen. Se desarrolla un hongo semejante a tizón en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca (Productores de hortalizas, 2016).

#### **2.3.2.4 Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Se conoce también como trips de la flor occidental, es una de las especies más predominantes entre las que atacan a los cultivos de invernadero. Se alimenta de cualquier planta que produzca flores, chupando sus fluidos. Los síntomas pueden apreciarse cuando afectan a frutos y cuando son muy extensos en las hojas. Es un vector importante de virus de las cucurbitáceas y otras hortalizas (Productores de hortalizas, 2016).

### **2.3.3 Enfermedades**

#### **2.3.3.1 Oídio**

En países de clima tropical es muy raro encontrar a *E. cichoracearum* o *S. fuliginea*, estado perfecto o sexual de este hongo. *Oidium* sp., estado imperfecto o asexual, es la forma más comúnmente encontrada en los países tropicales. Todas las cucurbitáceas son susceptibles a esta enfermedad. Esta enfermedad es muy común en época de sequía, especialmente en terrenos semi-áridos. Las esporas del añublo polvoriento pueden almacenar humedad por lo que pueden germinar en ausencia de ésta y en humedad relativa baja (Almodóvar, 2005).

#### **2.3.3.2 Mosaico**

Esta enfermedad está causada por el virus del mosaico de la calabaza. Las plantas atacadas presentan decoloraciones entre las nerviaciones de las hojas junto a bandas negras paralelas a los nervios. Las hojas se distorsionan, no alcanzan todo su

desarrollo y se curvan. Para poder combatir esta enfermedad hay que utilizar plantas resistentes y luchar contra los pulgones que la propagan (Japón, 1981).

### **2.3.3.3 Mildiu**

*Pseudoperonospora cubensis*. Las esporas de este hongo infectan las hojas en presencia de humedad alta y en 4 a 7 días se observan los síntomas. En períodos de mucha lluvia, se puede observar un crecimiento lanoso de color gris. Generalmente, el ataque por este patógeno se inicia en las hojas cercanas al tallo principal desde donde se propaga hacia las otras hojas. La defoliación prematura de las plantas evita la formación y desarrollo de flores y frutos, los cuales pierden sabor y color y, por consiguiente, calidad y valor en el mercado (Almodóvar, 2005).

### **2.3.3.4 Botrytis**

Puede presentar lesiones acuosas en tallos, seguido de lesiones cancrosas y necróticas de color café claro. Estas lesiones pueden estrangular el tallo. En hojas manifiesta lesiones necróticas en los folíolos. Puede presentar atizonamiento de las flores. En el fruto en desarrollo produce maceración de los tejidos con pudriciones blandas y acuosas. En presencia de alta humedad se aprecia el micelio gris característico del patógeno (Soto, 2017).

### **2.3.4 Fertilización**

Las cantidades de fertilizante mineral recomendables en el cultivo de la calabacita varían de región en región, por los diferentes tipos de suelo y calidad del agua, se sugiere una dosis de fertilización que oscila entre 200-225 kg ha<sup>-1</sup> N, 100-125 kg ha<sup>-1</sup> P y 250- 300 kg ha<sup>-1</sup> K (Tokyché, 2012).

### **2.3.5 Aspectos agronómicos del cultivo de la calabaza**

La calabaza es una hortaliza de clima cálido, la temperatura para la germinación debe ser mayor de 15° C, siendo el rango óptimo de 22 a 25° C, para su desarrollo requiere temperaturas cálidas entre 21 y 32°C y entre 300 a 1,800 m.s.n.m. En temperaturas más bajas o mayores alturas (más de 2,000 m.s.n.m.) el ciclo se extiende mucho. Se produce en zonas con precipitación anual de 0 a 1,800 mm por año. La calabacita prospera en cualquier tipo de suelo, prefiriendo los profundos y ricos en materia orgánica. Catalogada como una hortaliza moderadamente tolerante a la acidez, con un pH preferible en el rango de 6.0 a 6.5, en lo que se refiere a la salinidad, se reporta como medianamente tolerante (Casaca, 2005).

### **2.4 Métodos de extracción utilizados en la cola de caballo (*Equisetum arvense*)**

Los extractos son sustancias que se extraen de la planta seca y que, en forma concentrada, poseen su virtud característica. Son básicamente preparados farmacéuticos por lo que su fabricación y envasado se realiza en laboratorios especializados, pero de manera informativa equivale a preparar un jugo, en el que se adiciona agua destilada u otro medio y las plantas medicinales.

Los aceites y extractos de las plantas se han utilizado desde hace mucho tiempo para obtener aromas y sabores. En años recientes se han estudiado estos compuestos. Es decir se ha estudiado si los extractos o aceites esenciales tienen actividad antimicrobiana, si actúan como agentes antioxidantes si aportan nutrientes (Paredo-Luna et al, 2009).

#### **2.4.1 Extracción con disolventes**

En el método de extracción por solventes volátiles, la muestra seca y molida se pone en contacto con disolventes orgánicos tales como alcohol y cloroformo, entre otros. Estos disolventes solubilizan la esencia pero también solubilizan y extraen otras

sustancias tales como grasas y ceras., obteniéndose al final una oleorresina o un extracto impuro. Se utiliza a escala de laboratorio porque a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes, porque se obtienen esencias contaminadas con otras sustancias y además por el riesgo de explosión o incendio característicos de muchos disolventes orgánicos volátiles (Martínez, 2003). Otro tipo de extracción por disolventes mayormente usada a nivel laboratorio, es la maceración o extracción alcohólica, en la cual la materia orgánica reposa en soluciones de alcohol por periodos de tiempo definidos. Los aceites esenciales son recuperados evaporando el alcohol, generalmente en roto vapores (Chua et al, 2008).

#### **2.4.2 Maceración**

El proceso de maceración se coloca el material vegetal en forma de trozos o polvo, según sea la conveniencia, en un recipiente lleno del disolvente y se deja reposar por tres o más días, con agitación frecuente hasta completar la extracción del material vegetal. Al final de este período se cuela y el resto sólido se exprime hasta lograr quitar el líquido remanente. La maceración se realiza a temperatura ambiente y los líquidos que con más frecuencia se utilizan son el agua y el alcohol ó combinación de ambos, La maceración en agua no debe alargarse por mucho tiempo pues puede presentar contaminación por hongos, lo cual no sucede en las soluciones de alcohol o hidroalcohólicas.

### **2.5 Especie de cenicilla en los cultivos de calabaza.**

#### **2.5.1 Erysiphe cichoracearum DC**

##### **2.5.1.1 Distribución**

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas constituye una enfermedad de amplia distribución mundial. Se ha informado su presencia en países de América, África,

Europa y Asia, así como en Australia (Cohen et al, 2004). En algunos lugares se señala el predominio de una especie sobre otra, aunque las dos estén presentes. En países como República Checa, Francia y Alemania *E. cichoracearum* es la especie más abundante (Velkov y Masheva, 2002).

### 2.5.1.2 Taxonomía

<b>Dominio</b>	Eucariota
<b>Reino</b>	Fungí
<b>División</b>	Ascomycota
<b>Clase</b>	Leotiomycetes
<b>Orden</b>	Erysiphales
<b>Familia</b>	Erysiphaceae
<b>Género</b>	<i>Erysiphe</i> <i>cichoracearum</i> DC

**Figura 2.2** Taxonomía *E. cichoracearum* DC (Gonzales et al, 2010)

### 2.5.1.3 Morfología y Sintomatología

El mildiu polvoriento aparece en hojas, peciolo y yemas jóvenes de las cucurbitáceas, como una masa blanca con aspecto de ceniza, compuesta de micelio denso e incontable número de esporas. Bajo condiciones medioambientales favorables, la superficie de la hoja puede ser abarcada completamente, incluso llegar a cubrir ambas superficies, y además provocar una defoliación prematura en las plantas. La infección puede alcanzar tejidos más profundos y llegar a tal grado que las hojas tomen una coloración amarilla, luego carmelita y finalmente secarse (Gonzales et al, 2010).

Estos hongos son biotróficos. El micelio es normalmente ectofítico. Las hifas presentan paredes finas, son flexuosas, en ocasiones rectas o geniculadas, de 3-4 µm de ancho. Forman apresorios de forma alterna. En su estado sexual, los cleistotecios se desarrollan en la superficie de las hojas del hospedante. Los poco frecuentes

cleistotecios que forma *E. cichoracearum* miden entre 80 y 140  $\mu\text{m}$ , con apéndices sin ramificaciones y contienen de 10 a 15 ascas (Sitterly, 1978).

#### **2.5.1.4 Ciclo reproductivo**

El ciclo de vida puede iniciarse a partir de conidios o de ascosporas. Estas estructuras al entrar en contacto con el hospedante bajo condiciones propicias, inician la germinación puede comenzar en dos horas. El primer tubo germinativo es usualmente corto y forma un apresorio. Cuando el primer haustorio se establece puede emerger, tubos germinativos adicionales desde otros puntos de la misma espora. Luego de cuatro días de establecida la infección los conidióforos se forman y comienza la esporulación. En un período de cinco a seis días se completa el ciclo de vida de estos patógenos. Los cleistotecios se forman sólo después de haber transcurrido varias semanas, específicamente hacia el final del ciclo vegetativo del cultivo y bajo condiciones ambientales adversas (Sitterly, 1978).

#### **2.5.1.5 Bioecología**

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas es favorecido generalmente por condiciones secas de la atmósfera y del suelo, ya que esto influye positivamente en la colonización, esporulación y dispersión del patógeno. La diseminación de los conidios es fundamentalmente a través del viento. Con el menor movimiento del aire las esporas son removidas y dispersadas. Al caer sobre las hojas pueden germinar, penetrar la epidermis y causar nuevas infecciones (Sitterly, 1978).

La germinación ocurre a valores inferiores al 20 % de humedad relativa, inclusive en ausencia de agua. Sin embargo, altos valores de este factor climatológico favorecen la infección. Las temperaturas moderadas son propicias para el desarrollo de la enfermedad, su desarrollo óptimo se manifiesta entre los 26 y 28°C, aunque oscila entre los 22 y 31°C. No obstante, la infección es posible a partir de los 10°C. En Estados

Unidos, *E. cichoracearum* notificado fundamentalmente en la primavera y a principios del verano (Tuttle, 1997).

## 2.5.2 *Sphaerotheca fuliginea* Fr, Pollaci

### 2.5.2.1 Distribución

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas constituye una enfermedad de amplia distribución mundial. Se ha informado su presencia en países de América, África, Europa y Asia, así como en Australia (Cohen et al, 2004).

### 2.5.2.2 Taxonomía

<b>Dominio</b>	Eucariota
<b>Reino</b>	Fungí
<b>División</b>	Ascomycota
<b>Clase</b>	Leotiomycetes
<b>Orden</b>	Erysiphales
<b>Familia</b>	Erysiphaceae
<b>Género</b>	<i>Sphaerotheca</i> <i>fuliginea</i> Fr, Pollaci

**Figura 2.3** Taxonomía *S. fuliginea* Fr, Pollaci (Gonzales et al, 2010)

### 2.5.2.3 Morfología y Sintomatología

El mildiu polvoriento aparece en hojas, peciolas y yemas jóvenes de las cucurbitáceas, como una masa blanca con aspecto de ceniza, compuesta de micelio denso e incontable número de esporas. Bajo condiciones medioambientales favorables, la superficie de la hoja puede ser abarcada completamente, incluso llegar a cubrir ambas superficies, y además provocar una defoliación prematura en las plantas. La infección puede alcanzar

tejidos más profundos y llegar a tal grado que las hojas tomen una coloración amarilla, luego carmelita y finalmente secarse (Gonzales et al, 2010).

La morfología de la línea de los bordes producida por conidias en cadenas inmaduras en una característica mejor para la diferenciación, porque los cuerpos fibrocitos desaparecen en los especímenes de herbario, y su presencia está influenciada por las condiciones ambientales. Los bordes son sinuosos en *Erysiphe* y crenados en *Sphaerotheca*. Normalmente, los cleistotecios de *S.fuliginea* tienen apéndices ramificados y un asca. Los cleistotecios de *E. cichoracearum* tienen apéndices no ramificados y más de un asca. *S. fuliginea* es heterotálico (Zittler et al, 2004; Hernández, 2011).

#### **2.5.2.4 Ciclo reproductivo**

Las fuentes primarias de inóculo son conidias dispersadas a largas distancias, desde cucurbitáceas cultivadas en invernadero y desde huéspedes alternativos. Las conidias permanecen viables durante 7 – 8 días. Aunque *S. fuliginea* y *E. cichoracearum* tienen un amplio tipo de huéspedes., probablemente los huéspedes no cucurbitáceas no sirvan como una fuente principal de inóculo, debido a la especialización patológica (Zittler et al, 2004; Hernández, 2011).

#### **2.5.2.5 Bioecología**

El mildiu polvoriento de las cucurbitáceas es favorecido generalmente por condiciones secas de la atmósfera y del suelo, ya que esto influye positivamente en la colonización, esporulación y dispersión del patógeno La diseminación de los conidios es fundamentalmente a través del viento. Con el menor movimiento del aire las esporas son removidas y dispersadas. Al caer sobre las hojas pueden germinar, penetrar la epidermis y causar nuevas infecciones (Sitterly, 1978).

La germinación ocurre a valores inferiores al 20 % de humedad relativa, inclusive en ausencia de agua. Sin embargo, altos valores de este factor climatológico favorecen la infección. Las temperaturas moderadas son propicias para el desarrollo de la enfermedad, su desarrollo óptimo se manifiesta entre los 26 y 28°C, aunque oscila entre los 22 y 31°C. No obstante, la infección es posible a partir de los 10°C. La *S. fuliginea* aparece con mayor frecuencia en los meses más calurosos (Tuttle, 1997).

## CAPÍTULO 3 – METODOLOGÍA

### 3.1 Sitio experimental

La presente investigación se desarrolló en un lote de 307.2m<sup>2</sup> ubicado en las coordenadas geográficas 20°34'41.3" LN 100°49'15.1" LW perteneciente al programa de hortalizas en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Celaya, Gto.



**Figura 3.1** Localización del lote experimental dentro del CEBAJ- INIFAP. Verano, 2018.

### 3.2 Material vegetal

Se utilizó un genotipo de calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) variedad Sultán. Que tiene como características ser una planta de hábito semi-abierto y vigor medio, amplia adaptabilidad y muy productiva. Con una madurez relativa media-temprana. Fruto con

ligero bulbo y forma recta, tamaños promedio 15.2cm y color gris, larga vida de anaquel y una tolerancia a cenicilla polvorienta.

### 3.3 Diseño experimental

Se estableció el cultivo de calabacita bajo un diseño factorial (F3): Factor 1) Uso de equisetum para el manejo de la cenicilla (fermento y destilado); 2) Frecuencia de aplicación (0, 1, 2 y 3 aplicaciones por semana); y dosis de aplicación (0, 5, 10, 15 y 20 mL) en un arreglo en bloques completos al azar, con 30 tratamientos y cuatro repeticiones (Tabla 3.1). El testigo fue el control químico con el uso de Azoxystrobin a dosis de 2.0 g L<sup>-1</sup>.

**Tabla 3.1** Combinación de tres factores de evaluación para el control cenicilla en el cultivo de calabacita con el uso de *Equisetum arvense*. Verano, 2018.

Forma de aplicación de <i>Equisetum arvense</i>	Frecuencia de aplicación (veces x semana)	Dosis de aplicación (mL)
Fermento de <i>equisetum</i>		
	0	0
	1	5.0
	2	10.0
	3	15.0
		20.0
Destilado de <i>equisetum</i>		
	0	0
	1	5.0
	2	10.0
	3	15.0
		20.0

0=Testigo

### 3.4 Establecimiento y manejo del experimento

#### 3.4.1 Siembra

La semilla de calabaza fue colocada de manera directa en el suelo en cavidades de  $2.0 \pm 0.5$  cm de profundidad. Se establecieron en camas de 1.2 m de ancho, a un hilo con separación entre plantas de 40 cm, para una densidad de plantación de 40 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$ . La unidad experimental fue de  $307.2 \text{ m}^2$ . Posterior a la siembra se aplicó un riego de 2.0 h, para el sellado de la cavidad.

#### 3.4.2 Fertilización de la calabacita

Para nutrir a las plantas se consideró la implementación de un programa de fertilización semanal con fuentes orgánicas. La dosis considerada de aplicación por ciclo de cultivo fue de  $232.4 \text{ kg ha}^{-1}$  de Sulfato de Magnesio ( $\text{MgSO}_4$ ),  $14\ 648.43 \text{ Kg ha}^{-1}$  de Composta,  $236.7 \text{ Kg ha}^{-1}$  de roca-fosfórica,  $439.4 \text{ Kg ha}^{-1}$  de yeso y  $1289 \text{ Kg ha}^{-1}$  de Sulfato de potasio (Tabla 3.2).

**Tabla 3.2** Programa de aplicación semanal de fertilizante en  $307.2 \text{ m}^2$ , en el cultivo de calabacita. Verano, 2018.

Semana	$\text{MgSO}_4$	Composta	Roca-fosfórica	Yeso	$\text{K}_2\text{SO}_4$
1	1.02 kg	450 kg	2.1 kg	7.5 kg	
2					13.2 kg
3	2.04 kg				
4				3 kg	13.2 kg
5	2.04 kg		2.1 kg		
6				3 kg	13.2 kg
7	2.04 kg				

### **3.4.3 Manejo del riego.**

Para la implementación del riego se consideró un programa de riego de dos eventos por semana con duración de 1 h, a través de un sistema de riego por goteo con cintilla de separación de 20cm entre goteros.

### **3.4.4 Control de malezas**

A partir de la segunda semana se inició con la eliminación de plantas nocivas dentro de las unidades experimentales de forma manual con la utilización de azadones. Esta actividad fue semanal hasta que la planta cubrió en su totalidad el área de suelo con lo que se evitó la proliferación de malezas.

### **3.4.5 Establecimiento de los tratamientos**

Los tratamientos propuestos para determinar la dosis y frecuencia de aplicación del extracto de cola de caballo para el control de cenicilla ver Anexo 1 Iniciando las aplicaciones de estos tratamientos desde la aparición de la primera hoja verdadera hasta la séptima semana.

### **3.4.6 variables fenológicas**

#### **3.4.6.1 Altura**

Cada semana se contabilizó el número de hojas desarrolladas en cada uno de los tratamientos. Para determinación de la altura de la planta (cm) se midió desde la base hasta la punta del ápice más alto. Además se registró los días a la aparición de la flor masculina y femenina.

### **3.4.6.2 Rendimiento**

Para determinar el rendimiento se realizaron dos cortes por semana. El rendimiento obtenido en kg por corte se registró y al final del ciclo de cosecha se determinó el rendimiento total acumulado por ciclo en toneladas por hectárea.

### **3.4.7 Sanidad del cultivo**

La incidencia de cenicienta en plantas de calabacita se determinó mediante muestreos dirigidos a encontrar plantas con síntomas. Se contabilizó en número de plantas con síntomas y se determinó el porcentaje con base en el número total de plantas por tratamiento (Villalobos-Reyes y González-Pérez, 2013). Para determinar la severidad se diseñó una escala con valores de 0 a 4, donde 0= no daño, 1= menos de 5% de la superficie de la hoja dañada, 2 = de 5 a 25%, 3 = de 26 a 50% y 4= más del 50% de la superficie dañada de la hoja (Fujiwara y Fujii, 2002). Los índices de daño de cada hoja se convirtieron a severidad por planta de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$S = 100 (0 n_0 + 1 n_1 + 2 n_2 + 3 n_3 + 4 n_4) / 4N \quad (1)$$

Donde S es la severidad de daño por planta, 0 a 4 son las escalas de daño, n<sub>0</sub> a n<sub>4</sub> son el número de hojas con el correspondiente valor 0 a 4, N es el número total de hojas evaluadas por planta, es decir seis. Las evaluaciones se realizaron cada tres días, a partir de que se observaron los primeros síntomas.

Además se consideraron otras variables como el rendimiento y la altura de la planta en cada uno de los tratamientos establecidos.

### **3.4.8 Variables ambientales**

A la mitad del lote experimental se colocó a una altura de 70 cm un dispositivo portátil de medición de variables ambientales (HOBO Modelo UX100-0xx), en el que se registró la temperatura (°C) y humedad relativa (HR) cada 15 minutos durante 70 días.

### **3.5 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos de cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza y una comparación de medias por Tukey ( $P \geq 0.05$ ), con el programa estadístico SAS (SAS, 2009). Para la elaboración de gráficos se utilizó hojas de cálculo del programa Microsoft Excel (2013).

## CAPÍTULO 4 – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de la aplicación de destilado y/o fermento de cola de caballo sobre la cenicilla

Los resultados de mostraron que si hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en lo referente al tipo de sustancia aplicada para el control de cenicilla. La menor incidencia se presentó en el cultivo de calabacita donde se aplicó el destilado con un 7.46% menos de incidencia que en donde se aplicó el fermento (Cuadro 4.1). Asimismo, la mayor severidad de daño en planta se registró donde se aplicó el fermento.

**Tabla 4.1** Efecto del tipo de aplicación de cola de caballo en la incidencia y severidad de cenicilla en el cultivo de calabacita. Verano, 2018.

Sustancia	Incidencia	Severidad
Destilado	1.34 ± 0.0a*	2.69 ± 0.2a
Fermento	1.44 ± 0.0b	3.30 ± 0.0b
DMS	0.33	0.69

\*Valor máximo registrado durante el ciclo.

### 4.2 Incidencia y severidad de cenicilla

Si hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cuanto a la frecuencia de aplicación y dosis de aplicación de cola de caballo. En el tratamiento donde se aplicó 20 mL L<sup>-1</sup> de destilado tres veces a la semana la incidencia de cenicilla fue 33% menos que cuando se aplicó el fermento (Cuadro 4.2) al mismo intervalo y dosis. En el tratamiento testigo donde no se aplicó nada se presentó un 46.7% más de incidencia que el mejor tratamiento, mientras que en el testigo químico la incidencia fue de 22.2% más que con la aplicación de destilado en dosis de 20 mL L<sup>-1</sup> tres veces por semana. En consecuencia en ambos testigos la severidad de daño fue mayor que en los tratamientos donde más veces se aplicó cola de caballo.

**Tabla 4.2** Respuesta al porcentaje de incidencia y severidad de cenicilla en plantas de calabaza sometidas a cuatro dosis a diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018.

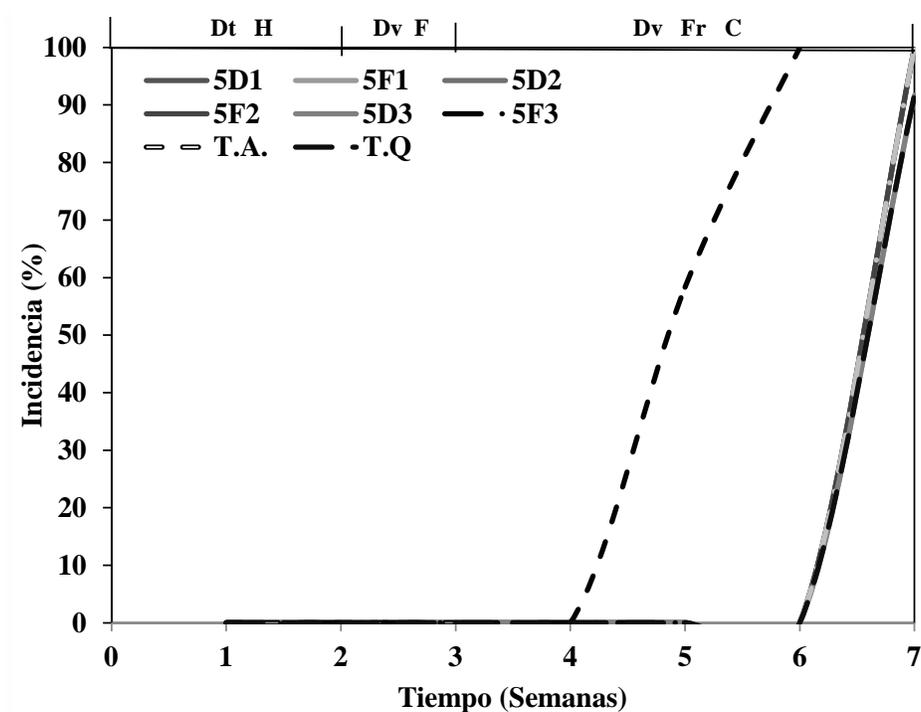
Tratamiento	Destilado		Fermento	
	Incidencia	Severidad	Incidencia	Severidad
10ml/3 aplicaciones	1.3 ± 0.0.ba	*3.2 ± 0.4ed	1.5 ± 0.0a	4.9 ± 0.1 ed
15ml/3 aplicaciones	1.2 ± 0.0ba	1.5 ± 0.0e	1.5 ± 0.0a	4.6 ± 0.1.ed
5 ml/3 aplicaciones	1.4 ± 0.0ba	2.0 ± 0.0e	1.5 ± 0.0a	3.0 ± 0.1e
20ml/3 aplicaciones	0.7 ± 0.0b	0.6 ± 0.0 e	1.5 ± 0.0a	2.0 ± 0.0e
10ml/2 aplicaciones	1.4 ± 0.0ba	2.7 ± 0.2e	1.3 ± 0.0a	4.3 ± 0.3ed
15ml/2 aplicaciones	1.5 ± 0.0a	2.2 ± 0.1e	1.1 ± 0.0a	1.8 ± 0.1e
5 ml/2 aplicaciones	1.5 ± 0.0a	2.7 ± 0.1e	1.4 ± 0.0a	2.5 ± 0.2ed
20ml/2 aplicaciones	1.1 ± 0.0ba	1.3 ± 0.0e	1.5 ± 0.0a	4.4 ± 0.1e
10ml/1 aplicación	1.5 ± 0.0a	4.9 ± 0.1ed	1.5 ± 0.0a	3.8 ± 0.5ed
15ml/1 aplicación	1.5 ± 0.0a	4.8 ± 0.1ed	1.5 ± 0.0ba	3.0 ± 0.0e
5ml/1 aplicación	1.5 ± 0.0a	3.4 ± 0.2ed	1.5 ± 0.0ba	3.2 ± 0.1e
20ml/1 aplicación	1.5 ± 0.0a	3.0 ± 0.0e	1.5 ± 0.0ba	2.1 ± 0.0ed
Testigo absoluto	1.5 ± 0.0 ba	11.6 ± 0.4ed	1.5 ± 0.0a	13.0 ± 0.4ba
Testigo químico	0.9 ± 0.0a	1.1 ± 0.1 e	1.5 ± 0.0a	3.3 ± 0.0ed
DMS	0.693	4.33	0.693	4.33

\*Valores de porcentaje obtenido de cuatro repeticiones.

En los tratamientos con dosis altas e intervalos de aplicación más cortos de fermento de equisetum se tiene una respuesta desfavorable en el control de cenicilla, ya que las dosis medias con dos aplicaciones por semana tuvieron la mejor respuesta estadística.

### 4.3 Desarrollo semanal de la cenicilla

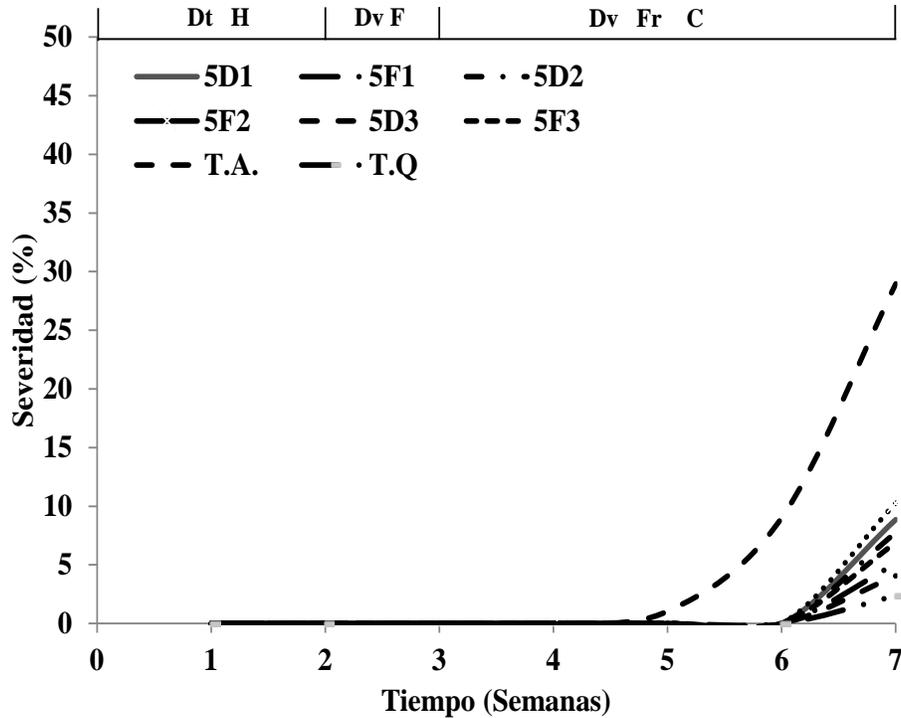
Con la aplicación de 5.0 mL L<sup>-1</sup> de destilado y fermento a partir de la semana 4 la incidencia de cenicilla en el cultivo de calabacita se presentó en el testigo absoluto (T.A.) y su avance fue progresivo hasta la semana seis donde se registró el 100% de incidencia. Mientras que en los demás tratamientos la cenicilla se presentó hasta la sexta semana (Figura 4.1).



**Figura 4.1** Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 5 mL L<sup>-1</sup> con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajío. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

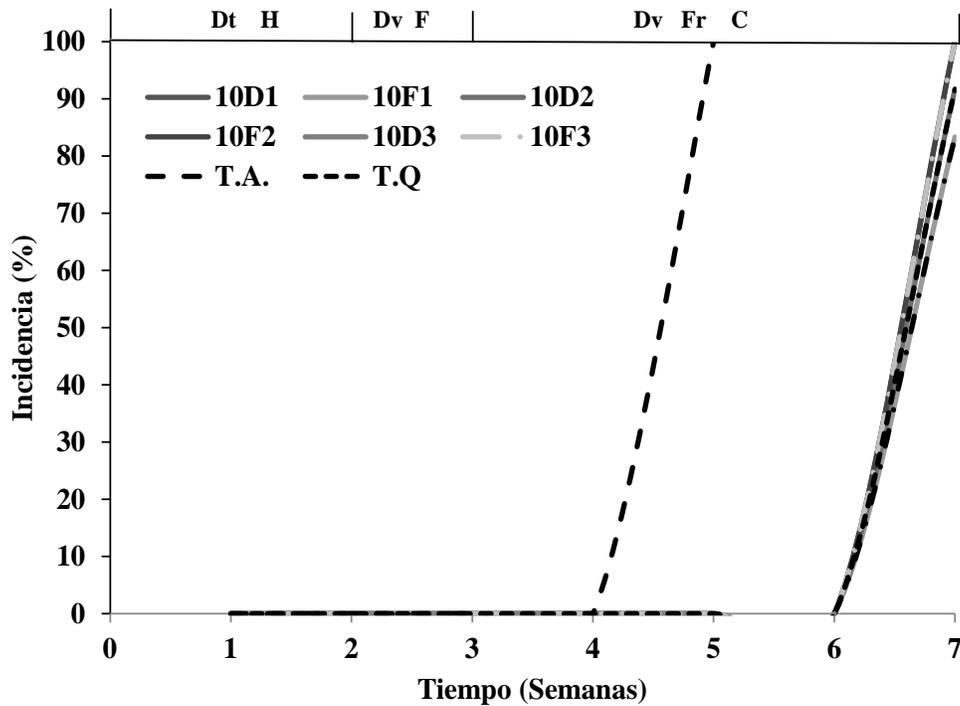
La severidad de la infección en el testigo absoluto (T.A) en los tratamientos de 5 mL L<sup>-1</sup> se presentó en la quinta semana y fue progresivo hasta la séptima semana en la que alcanzó una severidad de 28.95%. En caso contrario, el tratamiento 5D3 registro la

menor severidad con 4.06%, siendo está registrada hasta la séptima semana en la cual se presentó la enfermedad (Figura 4.2).



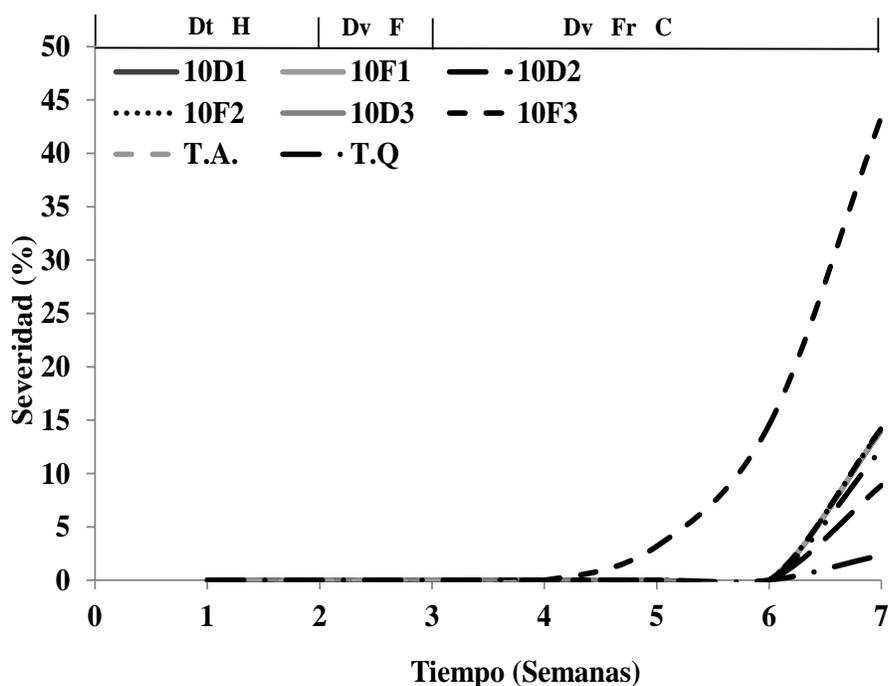
**Figura 4.2** Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 5 mL L<sup>-1</sup> con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

En los tratamientos que se aplicó 10 mL L<sup>-1</sup>, la incidencia de cenicilla comenzó en la cuarta semana en el T.A. y a partir de la sexta semana en los demás tratamientos, en todos los tratamientos después de la aparición de la cenicilla el desarrollo fue exponencial, alcanzado el 100% de incidencia después de la séptima semana (Figura 4.3).



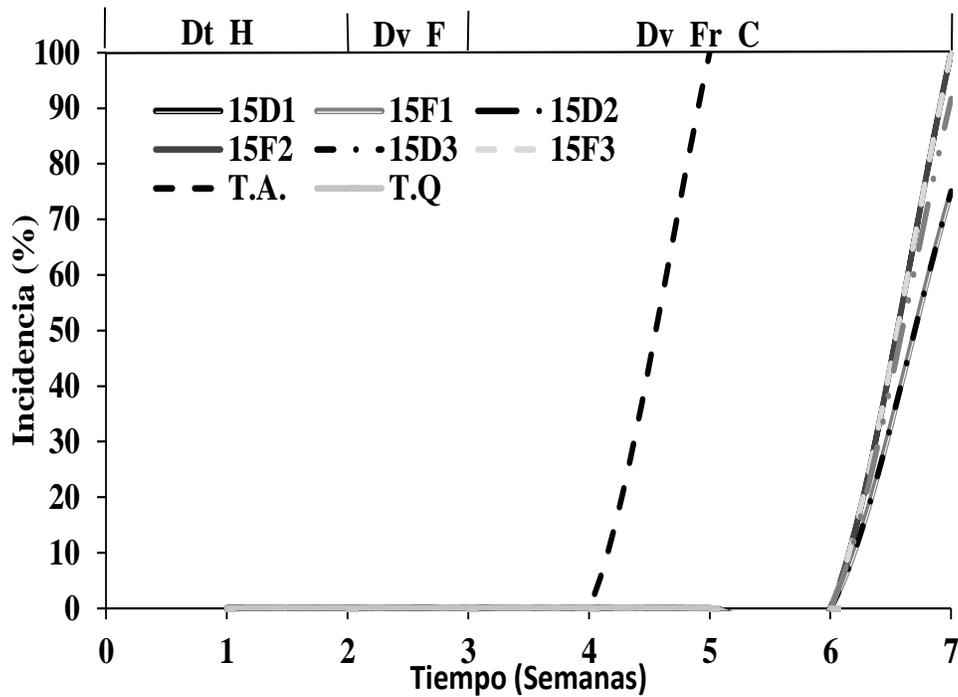
**Figura 4.3** Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 10 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

La severidad de la cenicilla en los tratamientos donde se aplicó 10 mL L<sup>-1</sup> inicio en la cuarta semana en el T.A., alcanzando su máxima severidad en la séptima semana (45.43%). En el resto de los tratamientos la severidad comenzó en la cuarta semana con un porcentaje de severidad entre 3 y 15% (Figura 4.4).



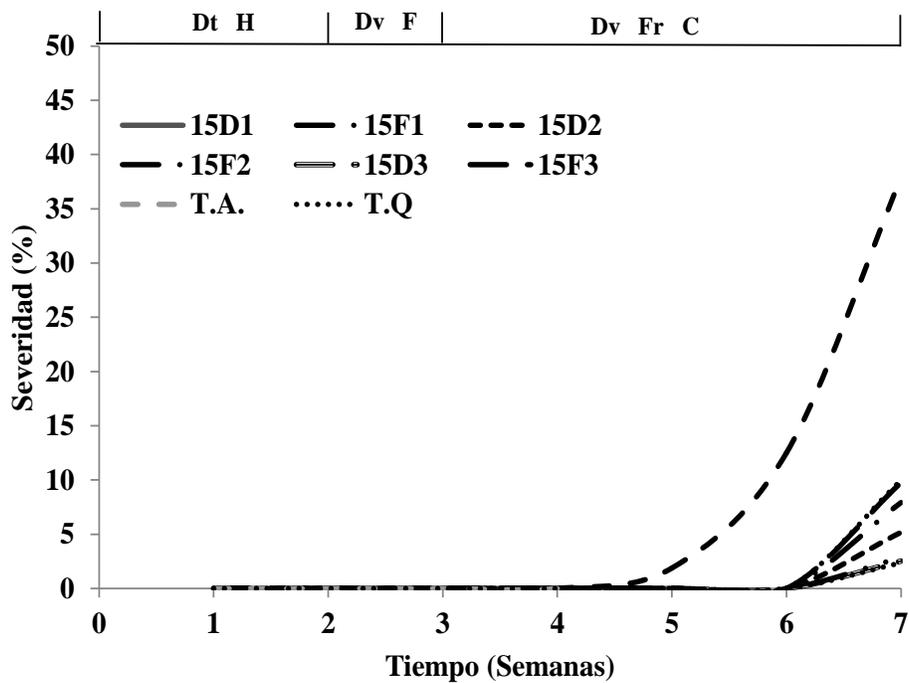
**Figura 4.4** Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 10 mL L<sup>-1</sup> con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

Cuando se aplicó 15 mL L<sup>-1</sup>, los tratamientos registraron un 25% menos de incidencia de cenicilla en los tratamientos 15D1 y 15D3 apareciendo en estos hasta la sexta semana, a diferencia del T.A. donde inicio en la cuarta semana y en la quinta alcanzo el 100% de incidencia (Figura 4.5).



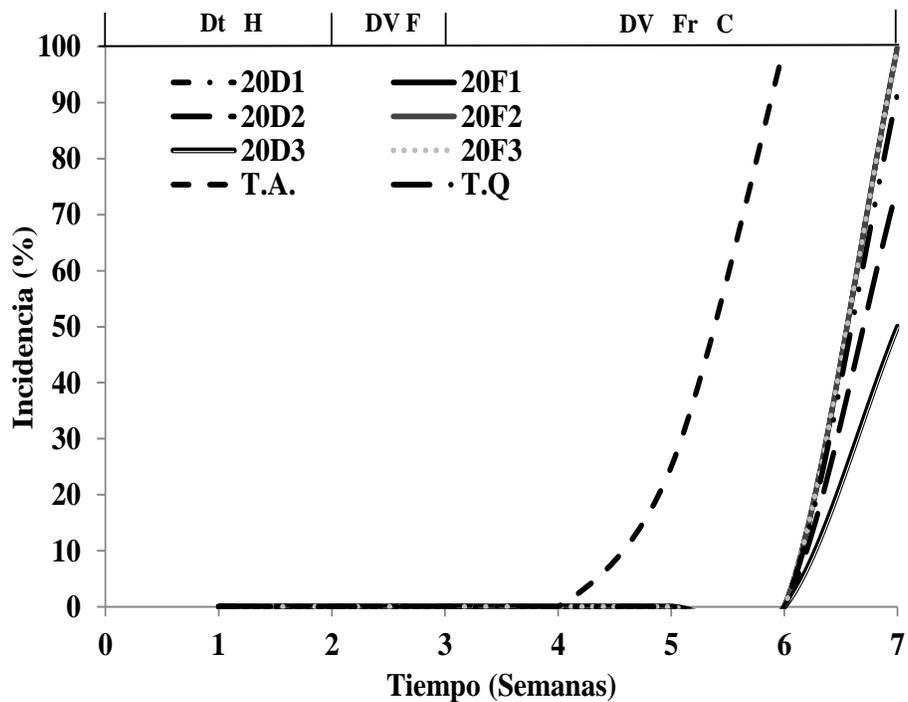
**Figura 4.5** Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 mL L-1 con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

La severidad de cenicilla en la calabacita se presentó hasta la sexta semana en los tratamientos donde se aplicó con 15 mL L<sup>-1</sup> a diferente intervalo de aplicación. La menor incidencia se registró en el tratamiento 15F1 con 3% de severidad, mientras que en el T.A. la severidad fue mayor (37.8 %) en la quinta semana (Figura 4.6).



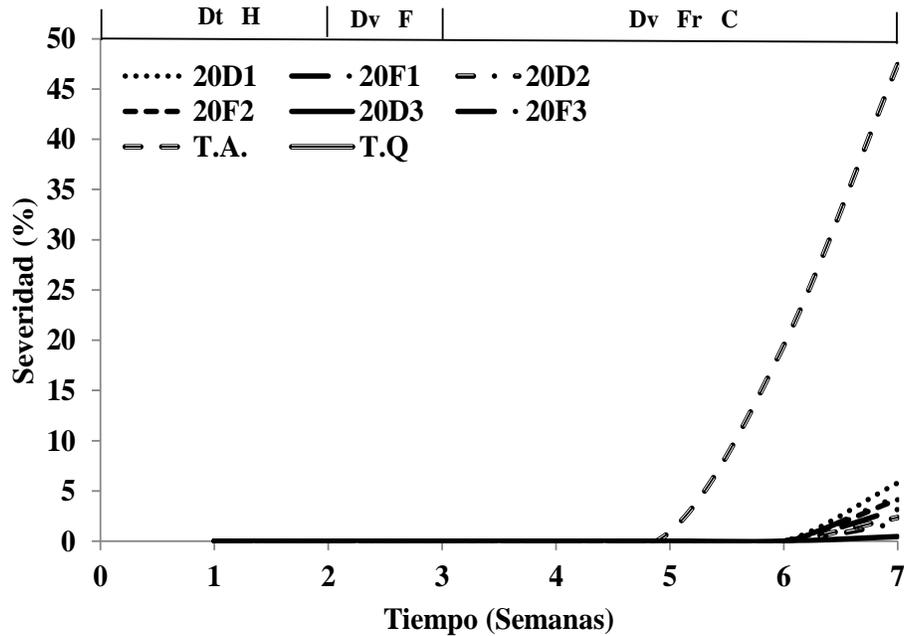
**Figura 4.6** Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 mL L<sup>-1</sup> con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

Cuando 20 mL L<sup>-1</sup> de cola de caballo se aplicó en el tratamiento 20D3 se observó 50% menos de incidencia en comparación al T.A. (Figura 4.7), siendo este el tratamiento con mejor manejo en la incidencia de cenicilla dentro del cultivo de calabacita.



**Figura 4.7** Incidencia de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 20 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

Con respecto a la severidad, en general todos los tratamientos registraron menor severidad que el T.A., pero es de resaltar que los tratamientos donde se aplicó 20 mL L<sup>-1</sup> de cola de caballo la presencia de cenicilla fue menor con 0.4% de severidad (Figura 4.8), mientras que el T.A. registro un índice de severidad de 37.8%.

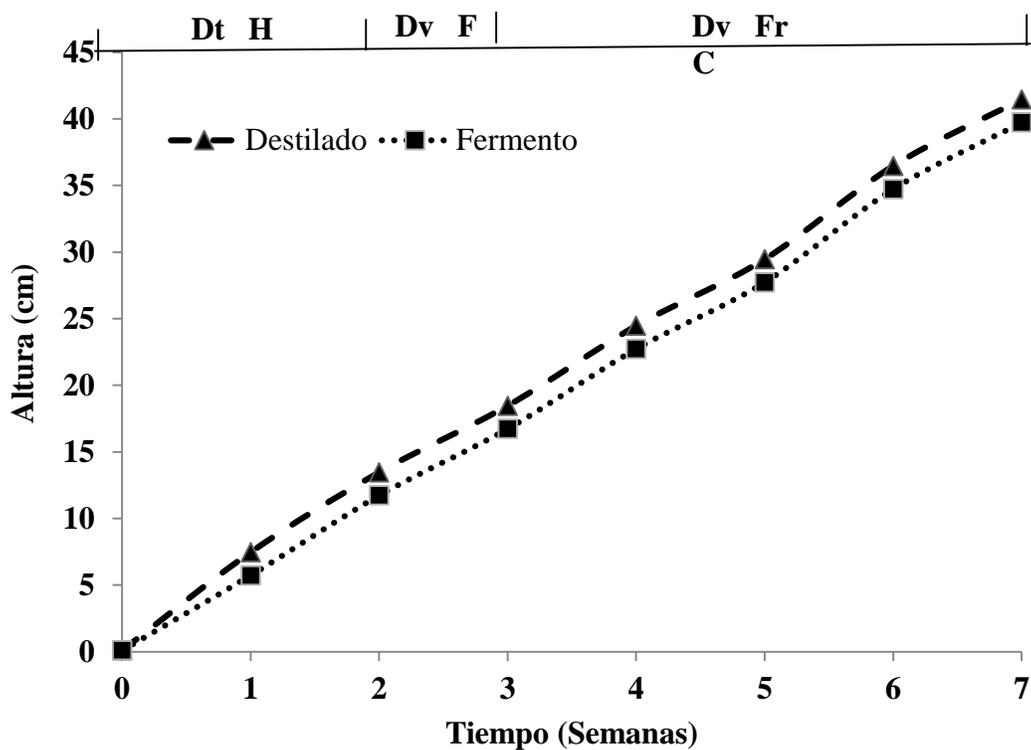


**Figura 4.8** Severidad de cenicilla en plantas de calabacita con tratamientos de 15 ml/L con diferentes intervalos de aplicaciones semanales, cultivadas a cielo abierto en campo experimental bajo. **Dt:** Desarrollo de tallos, **H:** Desarrollo de hojas, **Dv:** Desarrollo vegetativo, **F:** Floración, **Fr:** Fructificación, **C:** Cosecha.

## 4.4 Análisis vegetal

### 4.4.1 Altura de planta

El desarrollo del cultivo de calabacita con la aplicación de destilado y fermento presento un desarrollo similar en la variable altura de la planta (Figura 4.9). Sin embargo, el crecimiento de la planta donde se aplicó el fermento fue 1.45 cm menos que donde se aplicó el destilado. Esta diferencia no fue significativa



**Figura 4.9** Comportamiento semanal de la altura de calabacita por bloque. Verano, 2018. **Dt**: Desarrollo de tallos, **H**: Desarrollo de hojas, **Dv**: Desarrollo vegetativo, **F**: Floración, **Fr**: Fructificación, **C**: Cosecha.

#### 4.4.2 Rendimiento

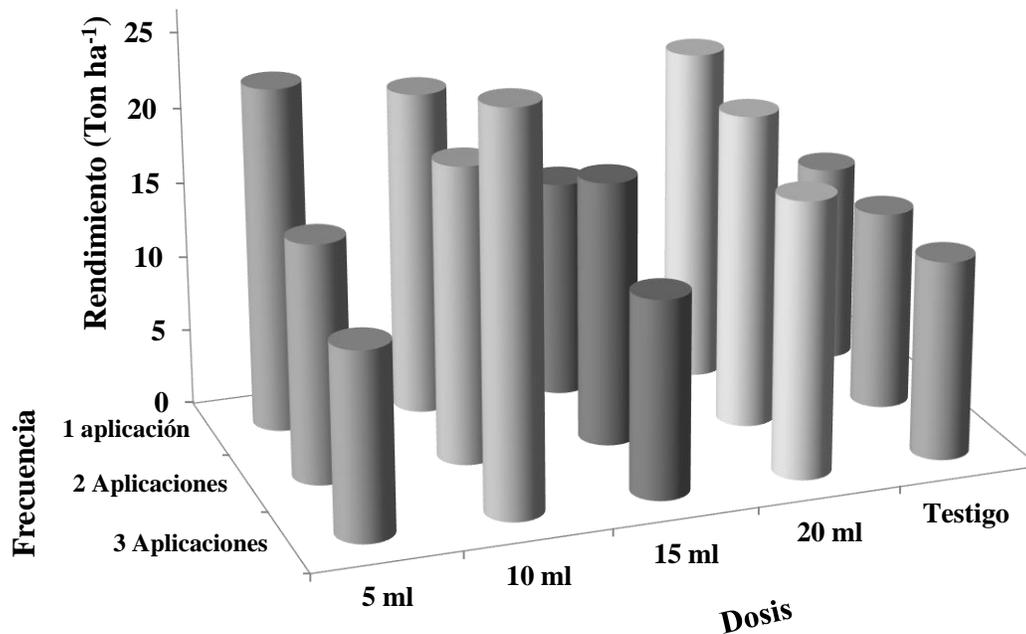
El análisis de comparación de medias por Tukey ( $P < 0.05$ ) mostro diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 4.3). El tratamiento donde se registró el mayor rendimiento fue donde se aplicó  $10 \text{ mL L}^{-1}$  con tres aplicaciones por semana de destilado de cola de caballo con  $26.1 \text{ t ha}^{-1}$  (Tabla 4.3), seguido del tratamiento de  $5 \text{ mL L}^{-1}$  con dos aplicaciones por semana de fermento de cola de caballo que registro 14% más de rendimiento que el T.A (Figura 4.10 y 4.11). Mientras que el T.A. registro el 50% menos de rendimiento que el mejor tratamiento.

En general, el rendimiento fue mayor cuando se aplicó el extracto de cola de caballo independientemente de si fuese destilado o fermento.

**Tabla 4.3** Rendimiento en t ha<sup>-1</sup> de calabacita sometida a cuatro dosis a diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018.

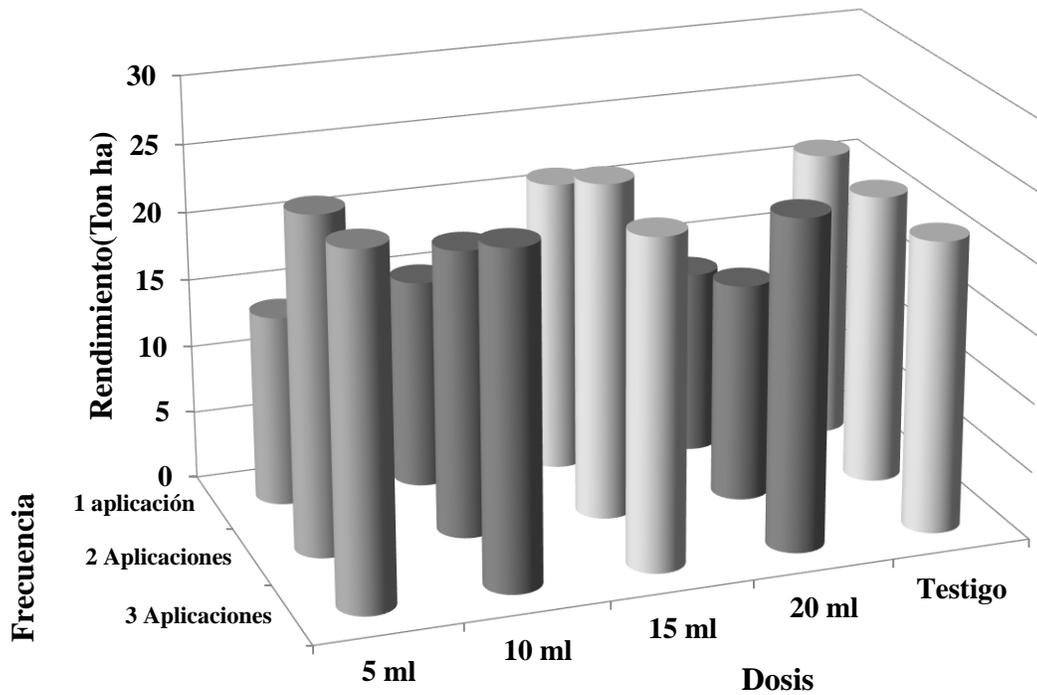
Tratamiento	Rendimiento	
	Destilado	Fermento
10ml/3 aplicaciones	26.16 ± 0.1a	24.48 ± 0.1 bdac
15ml/3 aplicaciones	13.12 ± 0.0 k	24.05 ± 0.1 bdac
5 ml/3 aplicaciones	12.41 ± 0.0 k	25.61 ± 0.1 ba
20ml/3 aplicaciones	18.22 ± 0.1 gifh	24.18 ± 0.1 bdac
10ml/2 aplicaciones	19.60 ± 0.1 egfh	20.99 ± 0.1 egdfc
15ml/2 aplicaciones	17.45 ± 0.1 gijh	24.58 ± 0.1 bac
5 ml/2 aplicaciones	15.76 ± 0.1 kij	24.72 ± 0.1 bac
20ml/2 aplicaciones	20.70 ± 0.1 egdf	15.98 ± 0.1 kijh
10ml/1 aplicación	21.38 ± 0.1 edfc	15.32 ± 0.1 kij
15ml/1 aplicación	14.32 ± 0.0 kj	21.42 ± 0.1 edfc
5ml/1 aplicación	22.74 ± 0.1 ebdac	13.97 ± 0.0 kj
20ml/1 aplicación	22.08 ± 0.1 ebdac	13.48 ± 0.0 k
Testigo	*13.15 ± 0.0 k	**21.35 ± 0.1edfc
DMS	3.83	3.83

La mayoría de los tratamientos con destilado de cola de caballo presento el mayor rendimiento cuando se aplicó 10 y 20 mL L<sup>-1</sup> en las diferentes frecuencias de aplicación, sobresaliendo el tratamiento de 10 mL L<sup>-1</sup> con tres aplicaciones (Tabla 4.10) al registrar 49.79% más de producción que el T.Q. Contrariamente donde se aplicó 5 y 15 mL L<sup>-1</sup> tres veces por semana el rendimiento fue menor al del T.Q. Lo que indica que la dosis baja y media con menor frecuencia de aplicación repercute negativamente en el rendimiento (Figura 4.10).



**Figura 4.10** Comportamiento del rendimiento de calabacita sometida a cuatro dosis de destilado de cola de caballo con diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018.

En la mayoría de los tratamientos con fermento de cola de caballo se tuvo mayor rendimiento que el T.Q. Los tratamientos con aplicación de 5 y 10 mL L<sup>-1</sup> con dos y tres aplicaciones por semana presentaron mejor rendimiento (Tabla 4.11). Con la aplicación de 5 mL L<sup>-1</sup> tres veces por semana se registró un 16.61% más rendimiento que el T.A. Sin embargo, en los tratamientos de 5 mL L<sup>-1</sup> 10mL L<sup>-1</sup> y 20 mL L<sup>-1</sup> con una aplicación el rendimiento estuvo por debajo del testigo, por lo que los resultados indican que a ciertas dosis e intervalos de aplicación se afecta la producción de calabacita (Figura 4.11).

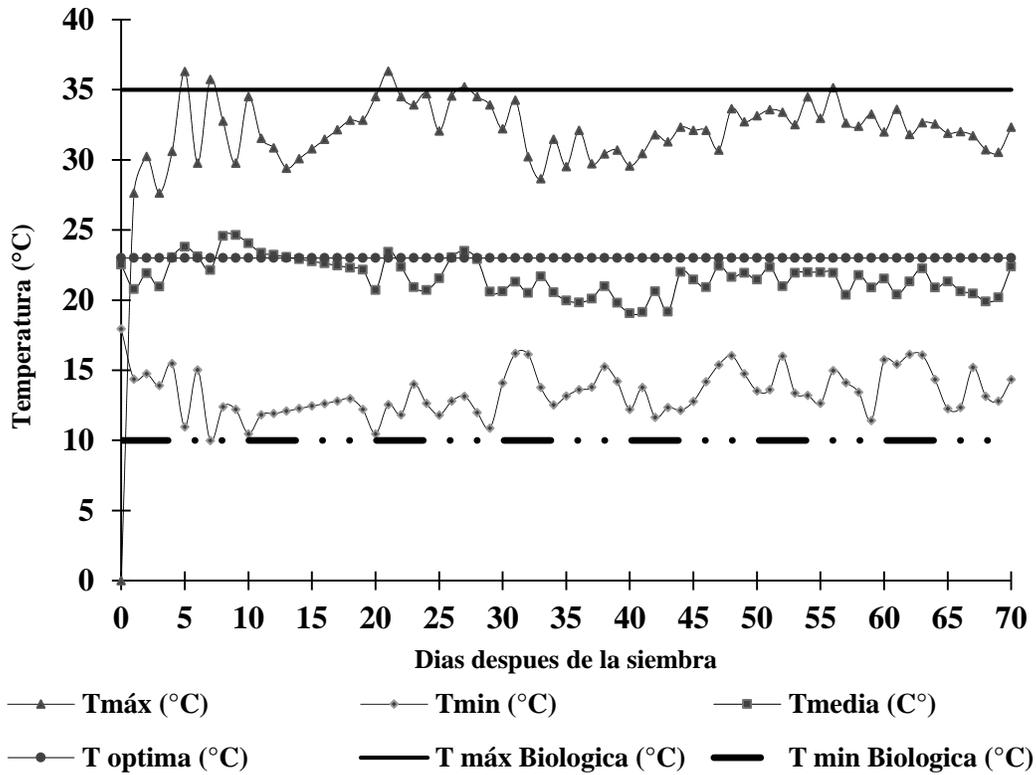


**Figura 4.11** Comportamiento del rendimiento de calabacita sometida a cuatro dosis de fermento de cola de caballo con diferentes intervalos de aplicación semanal de cola de caballo. Verano, 2018

#### 4.5 Variables ambientales.

La evolución diaria de la temperatura y de la humedad relativa durante el ciclo presento un total de 70 días con temperaturas por debajo de la temperatura mínima recomendada para este cultivo. A los 5, 7, 10, 20 y 29 DDS se registraron temperaturas mínimas. En los cuales no se presentaron daños visuales.

Respecto a las temperaturas máximas se registraron cinco días con temperatura máxima para este cultivo, teniendo como temperatura más alta de 36.32°C. La influencia de la temperatura en el desarrollo fenológico del cultivo es referente a la velocidad de crecimiento de la planta así mismo como la rapidez de la maduración de los frutos (Figura 4.12).

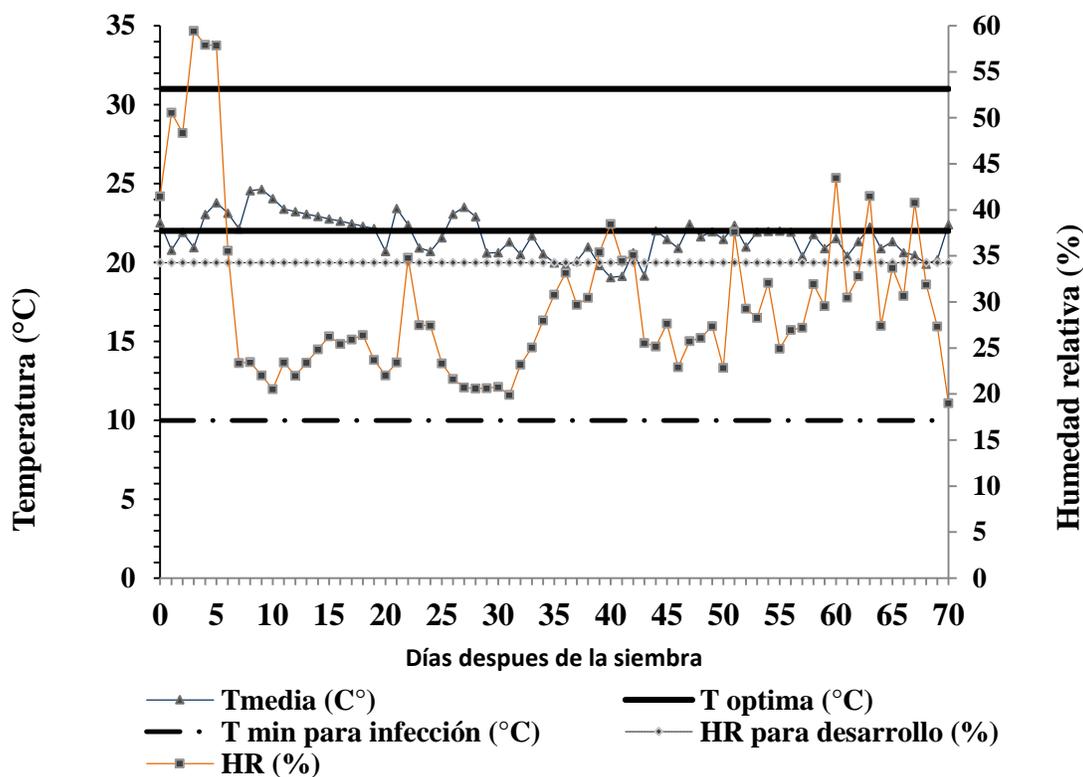


**Figura 4.12** Comportamiento de la temperatura a cielo abierto con cultivo de calabacita. Verano, 2018.

El registro de la temperatura y la humedad relativa ambiental a través del ciclo del cultivo indicó que existieron las condiciones óptimas para la infección y desarrollo de la enfermedad, siendo la aparición de los primeros síntomas a los 35 días después de la siembra (DDS) en el 25% de los tratamientos en la etapa de desarrollo vegetativo en la que se registró un día con temperatura máxima de 29.52°C, mínima de 13.16 °C y una media de 19.98°C, con 30.80% de HR, condiciones similares a las mencionadas por Tuttle (1997) que menciona que la temperatura para el desarrollo óptimo de la cenicilla esta entre los 26 y 28 °C, aunque también puede oscilar entre los 22 y 31 °C. No obstante, la infección es posible a partir de los 10°C. La germinación también ocurre a valores inferiores al 20% de humedad relativa, inclusive en ausencia de agua. Sin embargo, altos valores de este factor climatológico favorecen la infección (Figura 4.13). Siendo los 35 DDS el punto de inicio de la infección de cenicilla en los tratamientos con cero aplicaciones contra enfermedades fúngicas, siendo estos

tratamientos los que presentaron un desarrollo progresivo hasta los 70 DDS donde de presento el mayor índice de severidad e incidencia de *Oídio spp.*,

Lo observado en los tratamientos con equisetum su infección se presentó hasta los 65 DDS en el cual se registró una temperatura máxima 31.9°C, una media de 21.33°C y una mínima de 12.25°C esto con una humedad relativa de 33.69% siendo estando estas temperaturas dentro del rango expuesto por Tuttle(1997).



**Figura 4.13** Comportamiento de la temperatura y humedad relativa a cielo abierto con cultivo de calabacita. Verano, 2018.

## 4.7 Discusión

### **Efecto de la aplicación de destilado y/o fermento de cola de caballo sobre la cenicilla**

Los resultados obtenidos indican que la aplicación del destilado tuvo mejor control sobre la incidencia y severidad de cenicilla. El uso del extracto de cola de caballo puede ser equiparable con el extracto de marigold que de acuerdo con Morán (2014) la incidencia y severidad de cenicilla puede ser de 12.95% y 3.16%, respectivamente. Asimismo con el uso de albaca (18.51%, 3.83%) y manzanilla (22.21%, 4.33%) la incidencia y severidad se reduce. En este mismo sentido, Chávez (2014) menciona que con la aplicación de extracto de *Larrea tridentata* D.C. Coville (Gobernadora) se puede tener efecto significativo en la severidad (7.98 y 8.79%). Los porcentajes de incidencia y severidad en los estudios mencionados son mayores a los encontrados en nuestra investigación, por lo que se el uso del extracto de cola de caballo como destilado o fermento pueden ser una opción viable para el manejo de la cenicilla en calabacita y otros cultivos.

### **Incidencia y severidad de cenicilla**

El porcentaje de incidencia registrado en los tratamientos donde se aplicó más de 10 mL L<sup>-1</sup> tres veces por semana del extracto de caballo es similar a los reportados cuando se asperjo aceite de girasol a una concentración al 2% teniendo efecto significativo en el control de la cenicilla (Ma et al., 2017). Asimismo, Sang-Tae et al. (2006) indica que el aceite de ajo reduce significativamente la presencia de mildiú polvoriento en pepino y tomate (70.0-74.6% y 71.2%, respectivamente). Aplabaza (2002) indica que el uso de los extractos de Quillay tiene un efecto significativo en el control de la cenicilla polvorienta cuando se aplica con saponinas y el resto de los sólidos del producto, lo que le confiere mayor efecto biosida que el de los extractos con menor purificación.

Santana (2014) al evaluar la incidencia de roya en el cultivo de cebolla encontró que con la aplicación de un destilado de cola de caballo al 5% registro un porcentaje de incidencia de 55.2%, seguido por el tratamiento de destilación al 15% (51.47%). De igual manera, Carbajal (2016) con el extracto de gobernadora obtuvo una incidencia de 53% y una severidad de 53% de follaje dañado. Neira y Valistegui (2011) reportan que con el uso del extracto macerado de penco se puede reducir hasta en un 76% la incidencia de cenicilla según pruebas de laboratorio en condiciones *in vitro*, y que con el uso del macerado de menta la incidencia se reduce hasta en 60%.

### **Desarrollo semanal de la cenicilla**

La presencia de cenicilla en los tratamientos donde se aplicó el extracto de cola de caballo inicio a partir de la sexta semana, lo que indico el efecto benéfico sobre la cenicilla y que contraste con la presencia temprana en el testigo. El uso de otras sustancias orgánicas como los aceites vegetales de olivo y/o girasol han sido propuestos como agentes de control de la cenicilla en pepino, debido a que retrasa la aparición de la cenicilla (Pérez et al., 2010).

Asimismo Carbajal (2016) al utilizar extracto de gobernadora reporta que la aparición de la cenicilla en el cultivo de melón inicio a los 63 DDT y la incidencia fue del 53% y de severidad de 4.3% después de 120 DDT. Calvillo (2018) reporta que la cenicilla en el cultivo de melón a los se presenta a los 63 DDT con una incidencia del 53% y severidad de 1.7 cuando se usa del extracto de gobernadora.

### **Análisis vegetal**

El uso del fermento y destilado de cola de caballo no tuvo efecto negativo en el desarrollo de la planta, ni ocasiono daños visibles sobre el dosel vegetal. Esto nos indica que aun cuando se aplican dosis mayores a 20 mL L<sup>-1</sup> el efecto solo se muestra en la aparición de la cenicilla y no así en la planta. Al respecto Chávez (2014), al aplicar extracto de gobernadora para el control de cenicilla en sandía índico que si se aplican

dosis mayores a  $10,000 \text{ mg L}^{-1}$  la planta puede sufrir daños irreparables en su constitución por el efecto de la acumulación de iones tóxicos en el sistema vascular.

## **Rendimiento**

Con el uso de destilado de cola de caballo se registró el mayor rendimiento donde se aplicó  $10 \text{ mL L}^{-1}$  con tres aplicaciones por semana con  $26.1 \text{ t ha}^{-1}$ , seguida del tratamiento de  $5 \text{ mL L}^{-1}$  con dos aplicaciones por semana de fermento de cola de caballo que registró 14% más de rendimiento. En general, el rendimiento fue mayor cuando se aplicó el extracto de cola de caballo independientemente de si fue destilado o fermento. Al respecto Carbajal (2016) reporta que el uso de extracto de gobernadora no tiene un efecto en el rendimiento del cultivo de melón. De igual manera Calvillo (2018) menciona que con el uso de extracto de gobernadora no se presenta una significancia negativa en el rendimiento del cultivo de melón. Sin embargo, Moran (2014) indica que el uso de extracto de marigold tiene un efecto en el rendimiento del cultivo de sandía con un 17% más de producción en relación al testigo y no así para el extracto de albahaca que registró un 4% menos de producción que el testigo.

## **Variables ambientales.**

Las condiciones de temperatura y humedad relativa registradas durante el experimento fueron las óptimas para el desarrollo del cultivo, aunque la temperatura solo superó la máxima de crecimiento ( $35^{\circ}\text{C}$ ) en cinco días y la mínima ( $9^{\circ}\text{C}$ ) tres días. El cultivo de calabaza en general requiere de días con temperaturas mayores a  $22^{\circ}\text{C}$  para poder alcanzar su máximo desarrollo. Al respecto, Fernández y Johnston (2006) mencionan que a medida que la temperatura aumenta también lo hace la velocidad del crecimiento vegetal hasta alcanzar un valor óptimo, por encima del cual un aumento de temperatura provoca una disminución de ella. Si la temperatura aumenta mucho se alteran los procesos fisiológicos al producirse una desnaturalización de las enzimas y desorganización de algunas estructuras celulares. En cambio, las bajas temperaturas

afectan los procesos fisiológicos disminuyendo la velocidad de las reacciones enzimáticas. Una disminución de pocos grados produce un cambio significativo en la tasa de crecimiento. Los efectos de la temperatura sobre cada uno de los procesos determinan su efecto global sobre el crecimiento de la planta; en general, las bajas temperaturas reducen todas las etapas del ciclo de vida de las plantas. Sin embargo, hay determinadas etapas que necesitan temperaturas bajas para que ocurran como: inducción e incremento de la floración, germinación, inducción y termino de la dormancia en semillas y yemas, formación de tubérculos de papa, bulbos y cormos.

Elenkov et al. (1988) citado por Arévalo y Sevilla (2012), menciona que el mildiu polvoriento de las cucurbitáceas es favorecido generalmente por condiciones secas de la atmósfera y del suelo, ya que esto influye positivamente en la colonización, esporulación y dispersión del patógeno. La diseminación de los conidios principalmente ocurre a través del viento. Con el menor movimiento del aire las esporas son removidas y dispersadas. Al caer sobre las hojas pueden germinar, penetrar la epidermis y causar nuevas infecciones.

Tuttle (1997), nos indica que en Estados Unidos, *E. cichoracearum* es notificado fundamentalmente en la primavera y a principios del verano, en tanto *S. fuliginea* aparece con mayor frecuencia en los meses más calurosos. Este hecho sugiere la idea que la temperatura óptima para el desarrollo de *E. cichoracearum* es menor que la de *S. fuliginea*. Otro elemento que influye positivamente en la infección es la alta densidad de plantas cultivadas, pues se crean condiciones de humedad, temperatura y de cercanía entre plantas.

## **CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Los mejores resultados para la variable de severidad a los 70 días después de la siembra se obtuvieron con el tratamiento de 20 mL L<sup>-1</sup> de destilado con 3 aplicaciones, obteniendo una media de 0.4% de severidad, el resto de tratamientos incluido el testigo tuvieron mayor porcentaje de severidad de cenicilla. Así mismo la aplicación de cola de caballo en el cultivo de calabacita obtuvo una mejor respuesta en la incidencia a los 70 DDS, En el cual se obtiene un menor porcentaje de incidencia siendo de un 50% esto por debajo de los demás tratamientos incluyendo al testigo.

La mayoría de los tratamientos que se asperjaron con extracto de cola de caballo sin importar el método de extracción tuvieron un rendimiento estadísticamente muy similar con valores que van desde los 13.128 Ton ha<sup>-1</sup> hasta las 26.168 Ton ha<sup>-1</sup> no así en los testigos que tuvieron un menor rendimiento con un valor de 13.154 Ton ha<sup>-1</sup> para los destilados y de 21.358 Ton ha<sup>-1</sup> para los tratamientos con fermento, por lo cual eso de este extracto tiene un efecto en el rendimiento.

### **5.2 Recomendaciones**

Los resultados obtenidos en el presente estudio son el producto de un solo ciclo de cultivo de calabacita, aunque se cumplieron los estándares estadísticos que validan la veracidad de los resultados, es conveniente considerar una mayor investigación sobre el efecto del extracto de cola de caballo por medio de destilación y fermentación en el manejo de severidad en incidencia de la cenicilla polvorienta esto para corroborar los resultados obtenidos y mejorar la información obtenida. Aunque el uso de los extractos de cola de caballo son una alternativa viable para el manejo de la cenicilla además de tener un efecto positivo en el rendimiento de la calabacita.

## BIBLIOGRAFIAS

Almodovar, W. 2005. Enfermedades de las Cucurbitáceas. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Departamento de Protección de Cultivos. Puerto Rico.

Aplabaza, G. et al 2002. Control de oídio de las cucurbitáceas con saponinas presentes en extractos de Quillay (*Quillaja saponaria*). Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal Facultad de Ingeniería Civil Industrial. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

Arévalo V, R. Sevilla M, S,X. 2012. Tesis para la obtención de grado. Evaluación de cuatro extractos botánicos para el control del Oidium sp., en el cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo* L) en la parroquia de San Antonio, provincia del Imbabura. Universidad Técnica de Babahoyo. Repositorio Digital: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/976>

Cabrera O, J. 2005. Boletín técnico. Diagnóstico de plantas ornamentales en el estado de Morelos. Fundación produce Morelos A. C.

Calvillo R, J.A. 2018. Tesis para la obtención de grado. Control de cenicilla con extracto de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) en el cultivo de melón cultivados con abonos orgánicos. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Departamento de Fitomejoramiento. Torreón, Coahuila.

Campos, A,J. et al. 1994. Efecto de los extractos vegetales sobre el crecimiento de *Rhizobium solani* en laboratorio. Memorias del XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Cuernavaca, Morelos. México.

Carbajal R, I.C. 2016. Tesis para la obtención de grado. Control de cenicilla con extracto de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) en el cultivo de melón en Ceballos, Dgo. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna. Torreón, Coahuila.

Casaca, A,D. et al. 2005. El cultivo del pepino. SAG. Costa Rica.

Chávez S, A,L. et al. 2014. Control de la cenicilla del melón (*Podosphaera xanthii*) mediante el uso de extracto de *Larrea tridentata*(D.C.) Coville (L.). Colegio de Posgraduados, Instituto de Fitosanidad. México- Texcoco, Montecillos Edo.de México CP 56230 Revista Chapingo Serie Zonas Aridas·January

Chua, M. et al. 2008. Antioxidant activities of athanolic extracts from the twigs of *Cinnamomun osmophloeum*. Bioresource Technology.

Cody, W.J y Wagner. 1980. La biología de malezas canadiense. *Equisetum arvense* L. Canada. Revista de ciencias vegetales.

Cohen R. et al. 2004. Monitoring physiological races of *Podosphaera xanthii* (*syn. Sphaerotheca fuliginea*), the causal agent of powdery mildew in cucurbits: factors affecting race identification and the importance for research and commerce. Phytoparasitica.

Cordero Ceballos M. 2013. Cuadernillo No. 5 Control alternativo control alternativo de hongos. Asociación el bálsamo. 23p.

Ecoterrazas. 2013. Insecticidas y Funguicidas Naturales. Recuperado el 29 de Octubre de 2017 de: <http://www.ecoterrazas.com/blog/insecticidas-naturales/>

Fabre, B,T. 1993. Activity in *Equisetum arvense* and its extracts. Planta Med Phytother.

FAO. 2013. Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. 37p.

Fernández, G. y Johnston, M. 2006. Fisiología Vegetal; Capítulo XX Crecimiento y Temperatura. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile

Font, Q. 1978. Plantas medicinales. El Dioscórides Renovado. Ed. Labor. Barcelona, España.

Gabela, P. 1999. Control de Mildiú (*Peronospora reductor*) en cebolla “BOSUP” evaluando distancias de siembra y extractos vegetales. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Agrónomo. Quito-Ecuador.

Gonzales, N. (2010). Scielo. Mildew polvoriento en las cucurbitáceas. version online. Resvista de Proteccion Vegetal.

Hernández Rodríguez T. 2016. Fungicida a base de cola de caballo (*Equisetum arvense*). Universidad del Valle de México, Campus Hispano. 18p.

Japón Q, J. 1981. Cultivos de calabazas. Hojas divulgadoras Num 11-12/81. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.

Lampkin, N. 1998. Agricultura Ecológica. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Lopez Z, C,M. 2003. Guia tecnica. Cultivo del pepino. CENTA. 45p

Ma Y, Ke Y, Zhu H, et al. 2017. Oleozon: A novel control strategy against powdery mildew in cucumber. *J Phytopathol*;165:841–847.

Martinez, A. 2003. Aceites esenciales. Universidad de Antioquia. Medellin, Colombia.

Morán A, F,A. 2014. Tesis para la obtención de grado. Uso de extractos vegetales y *Trichoderma asperellum* para el manejo de patógenos foliares en el cultivo de sandía. Universidad De Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

Neira M. y Valastegui R. 2011. Estudio fitofarmacológico del manejo del “Oídio” (*Oidium sp.*), “Trips” (*Frankliniella occidentalis*) y “Pulgones”( *Myzus sp.*), en rosas de exportación con la utilización de extractos vegetales. Nevado Ecuador S.A.

Paredo-Luna, H,A. 2009. Aceites esenciales: métodos de extracción. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas Puebla. San Andrés Cholula. Puebla. México.

Pérez A, R. et al. 2010. Control de Cenicienta (*Sphaerotheca fuliginea Schlechtend.:Fr, Pollaci*) con Aceites Vegetales y Sales Minerales en Pepino de Invernadero en Sinaloa, México. Universidad Autónoma de Sinaloa, Unidad Técnica de Apoyo a la Investigación, Ciudad Universitaria, Culiacán, Sinaloa, México.

Ramírez T. M R et al. 2001. Los equisetos, plantas del pasado en el presente. Área de botánica estructural y sistemática vegetal, Depto. De Biología. UAM. 4p.

Rojas, M. 2001. Tlahui-Medic. No. 11. Cola de Caballo. Consulta en línea el día 6 de noviembre de 2017: <http://www.tlahui.com/medic/medic11/equisetum.htm>

SAGARPA (2010) Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Tomo II.

Santana Mayorga R. 2014. Tesis para la obtención de grado. Evaluación de métodos de extracción y dosis de aplicación de cola de caballo (*Equisetum arvense*) para el control ecológico de roya (*Puccinia spp.*) en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum*). Universidad Técnica De Ambato. 94p.

Seo, Sang-Tae & Jung-Sup, Lee & Jong-Han, Park & Kyoung-Suk, Han & Han-Ik, Jang. (2006). Control of Powdery Mildew by Garlic Oil in Cucumber and Tomato. *Research in Plant Disease*. 12. 10.5423/RPD.2006.12.1.051.

Sitterly W.R. 1978. Powdery mildews of cucurbits. In: Spencer DM, ed. *The powdery mildews*. NY: Academic Press,

Smith, A.R. et al. 2006. A classification for extant ferns. University of California, Berkeley, California.

Stoliar C. 2009. Parámetros botánicos y cromatográficos para la monografía farmacopeica de cola de caballo, *Equisetum Giganteum L.* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Belgrano, Buenos Aires, Argentina.

Tuttle-Mc, M. 1997. Powdery Mildew of Cucurbits. Department of Plant Pathology. IPM.

Velkov N y Masheva S. 2002. Species and races composition of powdery mildew on cucurbits in Bulgaria. Cucurbit Genetics Cooperative Report.

Villalobos-Reyes, S. González-Pérez, E. et al. 2013. Prevención de cenicilla con azufre sublimado en pimiento y tomate en invernadero. INIFAP; Folleto Técnico Núm. 24, 978-607-37-0197-6.

Villar F. A. et al 2006. Equiseto Farmacología y farmacoterapia. Departamento de Farmacología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. 4p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Relación de los tratamientos en el bloque 1 y bloque 2.

Destilado		Fermento	
B1	<b>T1</b> - 10ml/L con 3 aplicaciones	B2	<b>T21</b> - Sin aplicación
B1	<b>T2</b> - Testigo químico	B2	<b>T22</b> - Sin aplicación
B1	<b>T3</b> - 15ml/L con 3 aplicaciones	B2	<b>T23</b> - Sin aplicación
B1	<b>T4</b> - 5 ml/L con 3 aplicaciones	B2	<b>T24</b> - Sin aplicación
B1	<b>T5</b> - 20 ml/L con 3 aplicaciones	B2	<b>T25</b> - Sin aplicación
B1	<b>T6</b> - 10 ml/L con 2 aplicaciones	B2	<b>T26</b> - 10 ml/L con 1 aplicación
B1	<b>T7</b> - Testigo químico	B2	<b>T27</b> - Testigo químico
B1	<b>T8</b> - 15 ml/L con 2 aplicaciones	B2	<b>T28</b> - 15 ml/L con 1 aplicación
B1	<b>T9</b> - 5 ml/L con 2 aplicaciones	B2	<b>T29</b> - 5 ml/L con 1 aplicación
B1	<b>T10</b> - 20 ml/ 2 aplicaciones	B2	<b>T30</b> - 20 ml/L con 1 aplicación
B1	<b>T11</b> -10 ml/L con 1 aplicación	B2	<b>T31</b> - 10 ml/L con 2 aplicaciones
B1	<b>T12</b> - Testigo químico	B2	<b>T32</b> - Testigo químico
B1	<b>T13</b> - 15 ml/L con 1 aplicación	B2	<b>T33</b> - 15 ml/L con 2 aplicaciones
B1	<b>T14</b> - 5 ml/L con 1 aplicación	B2	<b>T34</b> - 5 ml/L con 2 aplicaciones
B1	<b>T15</b> - 20ml/L con 1 aplicación	B2	<b>T35</b> - 20ml/L con 2 aplicaciones
B1	<b>T16</b> - Sin aplicación	B2	<b>T36</b> - 10ml/L con 3 aplicaciones
B1	<b>T17</b> - Sin aplicación	B2	<b>T37</b> - Testigo químico
B1	<b>T18</b> - Sin aplicación	B2	<b>T38</b> - 15 ml/L con 3 aplicaciones
B1	<b>T19</b> - Sin aplicación	B2	<b>T39</b> - 5 ml/L con 3 aplicaciones
B1	<b>T20</b> - Sin aplicación	B2	<b>T40</b> - 20 ml/L con 3 aplicaciones



**Ilustración 1 Preparación y siembra del terreno.**



**Ilustración 2 Momento de la nacencia.**



**Ilustración 3 Aparición de la primera hoja verdadera**



**Ilustración 4 Desarrollo vegetativo**



**Ilustración 5 Bloque 1 30 días después de la siembra**



**Ilustración 6 Bloque 2, 30 días después de la siembra**



**Ilustración 7 Bloque 1 y 2, 45 días después de la siembra**



**Ilustración 8 Envés de la hoja de calabacita invadida de micelio de cenicilla.**



**Ilustración 9 Flor femenina de la calabacita**



**Ilustración 10 Polinizadores dentro del cultivo.**



**Ilustración 11 Cultivo de calabacita 81 días después del trasplante**