

CONTROL DE LA CENICILLA DEL MELÓN (*Podosphaera xanthii*) MEDIANTE EL USO DE EXTRACTO DE *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (L.).

EVALUATION OF *Larrea tridentata* (D.C.) Coville EXTRACT IN THE CONTROL POWDERY MILDEW OF MELON (*Podosphaera xanthii*)

Chávez-Solís, Aarón Leobardo¹; Pedroza-Sandoval, Aurelio²; Nava-Díaz, Cristian¹;
Cano-Rios, Pedro³; Castro-Franco, Rafael².

¹Colegio de Posgraduados, Instituto de Fitosanidad km. 36.5 carr. México-Texcoco, Montecillos Edo. de México CP 56230.

²Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Dgo. CP 35230.
Correo-e: apedroza@chapingo.uruz.edu.mx (*Autor para correspondencia)

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna, Carretera a Santa Fe y Periferico, Torreón Coahuila.
México. C.P. 27000.

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en Ceballos del municipio de Mapimí, Durango con el objetivo de evaluar la efectividad del extracto de gobernadora (*Larrea tridentata* (D.C.) coville (L.)), para el control de cenicilla en el cultivo de melón. Se estableció un experimento en una parcela de 2,500 m² bajo un diseño de bloques con arreglo de parcelas sub sub-divididas, donde las parcelas grandes fueron las variedades de melón (Crusier y Navigator), las parcelas medianas fueron las formulaciones del extracto de gobernadora (agua, hidroalcohólico 50 % agua y 50 % alcohol y, etanolico 96 %) y las parcelas chicas correspondieron a las dosis (0, 1,000, 5,000 y 10,000 mg) de planta por litro de agua. Se evaluó la severidad de infección de cenicilla *Podosphaera xanthii* a los 37, 45, 53 y 61 días después de la siembra. Los factores analizados fueron independientes entre sí. Las dosis 1,000 y 5,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua, disminuyen el área bajo la curva del progreso de la enfermedad, con valores de: 7.9 y 8.7 %-días respectivamente. De acuerdo al análisis espacial, se identificó que el avance de la severidad de infección de la cenicilla es en la misma dirección de crecimiento todo el tiempo, de donde se originó el foco de infección lado noroeste, hacia el lado sureste. No hubo efecto de tratamiento en cosecha de fruto de primera; en tanto que, para fruto de rezaga la variedad Navigator mostró el mejor comportamiento al tener menor producción de este tipo de fruto de desecho (20.7 kg). También en contenido de azúcares, no hubo efecto entre tratamientos, excepto en la interacción Crusier y dosis de 10,000 mg de planta por litro de agua, donde el contenido de grados Brix, fue significativamente menor (6.8).

PALABRAS CLAVE: cenicilla,
melón, extracto de gobernadora,
Larrea tridentata.

ABSTRACT

The study was carried out in Ceballos, Mapimí, Durango. The aim was to evaluate the effectiveness of creosote bush (*Larrea tridentata* (DC) coville (L.)) extract to control powdery mildew in the production of melon. In a plot of 2,500 m² an experiment was conducted using a split-split plot design; plots were the melon varieties (Crusier and Navigator), subplots were the Creosote bush extract formulations water, hydroalcoholic 50 % water and 50 % alcohol and ethanolic 96 %) and the sub-subplots corresponded to the doses (0, 1,000, 5,000 and 10,000 mg) plant per liter of water. Severity of powdery mildew infection due *Podosphaera xanthii* was evaluated at 37, 45, 53 and 61 days after sowing. The analyzed factors were independent of each other. The doses of 1,000 and 5,000 mg of creosote bush per liter of water decreased the area under disease progress curve with values of 7.9 % and 8.7 %-days, respectively. According to spatial analysis, it was found that the progress of the severity of powdery mildew infection is in the same direction of growth all the time, from the northwest, where the focus of infection is started, toward the southeast side. No effect of treatment was observed on first-fruit harvest. In the case of fruit lagged, the variety Navigator showed the best behavior for having lower production of this type of fruit waste (20.7 kg). Also, sugar content showed no effect of treatments, except for the interaction Crusier and dose of 10,000 mg plant per liter of water; where the Brix content was significantly lower (6.8).

KEYWORDS: powdery
mildew, melon, creosote bush
extract, *Larrea tridentata*.



Recibido: 20 de agosto, 2012

Aceptado: 30 de agosto, 2013

doi: 10.5154/r.chsza.2012.08.038

<http://www.chapingo.mx/revistas>

INTRODUCCION

El melón cantaloupe es un cultivo de importancia en México, tan solo en el año 2010 la superficie sembrada fue de 18,826.4 ha (SIAP, 2011) de la cual la Comarca Lagunera contaba con 6,935 ha sembradas, equivalente a 36.84 % de la superficie nacional sembrada.

El sistema de producción en la Comarca Lagunera es en condiciones intensivas con uso de agua de riego y como todos los cultivos, presenta una serie de situaciones que limitan su producción, desde los factores físicos hasta los biológicos. Dentro de estos últimos, se encuentra el daño por plagas y enfermedades, las cuales pueden llegar a afectar negativamente la producción, con el impacto negativo en la economía del productor y la región en general. Uno de los problemas comunes es el daño por la cenicilla, debido a las condiciones cálido-secas que la favorecen y que es el clima propio de la región (Cano y Espinosa, 2003).

Esta enfermedad puede presentarse tanto en campo como en invernadero y provoca severos daños al cultivo, dependiendo de las condiciones climáticas y el manejo agronómico dado al cultivo. Las principales especies de cenicillas conocidas para cucurbitáceas, son: *Leveillula taurica*, *Erysiphe communis*, *Erysiphe polygoni*, *Erysiphe polyphaga*, *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fulginea* (Ballantyne, 1975), aunque solo las últimas dos mencionadas son las que causan mayor daño al cultivo.

Actualmente, a las dos principales especies de cenicillas que atacan a las cucurbitáceas se les ha modificado el nombre binomial, denominándolas como *Golovinomyces cichoracearum* y *Podosphaera xanthii* (Braun et al., 2002). Las dos especies inducen síntomas muy similares pero se pueden distinguir entre ellas por sus estructuras observadas en el microscopio. Pérez et al. (2010) y Elenkov (1978), señalan que los conidios de *Sphaerotheca fulginea* (sin. *Podosphaera xanthii*) tienen dimensiones de 24-40 × 15-22 µm. Estos presentan cuerpos de fibrosina bien desarrollados y visibles en preparaciones con tratamiento de KOH al 3 %. En *Erysiphe cichoracearum* (sin. *Golovinomyces cichoracearum*) estos cuerpos están ausentes (Delgado, 2004).

Se reportan pérdidas asociadas a esta enfermedad hasta en un 50 % en el rendimiento. Causa grandes daños en climas cálidos y secos. Una vez iniciada la infección, el micelio del hongo se propaga sobre la hoja sin importar las condiciones de humedad atmosférica. La cenicilla puede ocasionar infección severa en el cultivo en solo una semana (Chew y Cano, 2005). A pesar de ser un importante grupo de patógenos de impacto económico negativo, no se tiene mucho conocimiento sobre su biología, epidemiología y manejo.

El hongo no inverna en estado de cleistotecio, sino que sobrevive en la o las plantas voluntarias de la familia Cucurbitácea. Desde donde los conidios son llevados por el viento

INTRODUCTION

Cantaloupe melon is an important crop in Mexico. Only in 2010, the sown area was 18,826.4 ha (SIAP, 2011) from which the Comarca Lagunera had 6,935 ha sown, equivalent to 36.84 % of the national sown area.

The production system in the Comarca Lagunera is under intensive conditions with use of irrigation water and like all crops, it has a series of situations that limit their production, from physical to biological factors (damage by pests and diseases), which can negatively affect the production, with a negative impact on the economy of the producer and the region in general. One common problem is the damage due to powdery mildew under warm-dry conditions of this region that favor it (Cano and Espinosa, 2003).

This disease can appear in both field and greenhouse and causes severe damage to the crop, depending on climate conditions and agronomic management given to the crop. The main powdery mildew species known for cucurbitaceae are: *Leveillula taurica*, *Erysiphe communis*, *Erysiphe polygoni*, *Erysiphe polyphaga*, *Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fulginea* (Ballantyne, 1975), although only the last two species mentioned cause more damage to the crop.

The binominal name of the two main species of powdery mildew attacking the cucurbitaceae has been modified, currently they are known as *Golovinomyces cichoracearum* and *Podosphaera xanthii* (Braun et al., 2002). The two species induce similar symptoms but they can be distinguished from each other by their structures observed in the microscope. Pérez et al. (2010) and Elenkov (1978), indicate the conidia of *Sphaerotheca fulginea* (sin. *Podosphaera xanthii*) have dimensions of 24-40 × 15-22 µm. These species have well developed and visible fibrosin bodies with treatment of KOH at 3 %. *Erysiphe cichoracearum* (sin. *Golovinomyces cichoracearum*) does not have these bodies (Delgado, 2004).

Loss associated with this disease up to 50 % yield is reported, which produces great damage in warm and dry climates. Once the infection has started, the mycelium of the fungus spreads over the leaf regardless of the conditions of atmospheric moisture. Powdery mildew can cause severe infection in the crop in just one week (Chew and Cano, 2005). Despite being an important group of pathogens of negative economic impact, we do not have much knowledge on their biology, epidemiology and management.

This fungus does not overwinter as cleistothecia state but it survives in the volunteer plant(s) from the Cucurbitaceae family. From here conidia are carried by the wind to susceptible crops; here is where they germinate, developing a germ tube whose tip becomes an appressorium penetrating the cuticle of the leaf, forming a papilla on the cell wall, which is eventually penetrated by the fungus. Once the fungus is inside the cell it forms haustoria and invaginate the cytoplasm

hacia los cultivos susceptibles; ahí germinan, desarrolla un tubo germinativo cuya punta se convierte en un apresorio que penetra la cutícula de la hoja, forma una papila en la pared celular la cual finalmente es penetrada por el hongo. Una vez dentro de la célula el hongo forma haustorios e invaginan el citoplasma y así obtienen su alimento. Las células parasitadas no mueren, continúan alimentando al hongo por varios días. Aunque el hongo solo invade las células epidérmicas también afecta adversamente las células del mesófilo, volviéndose amarillas hasta que se tornan cafés. Y de cuatro a seis días de iniciada la enfermedad se observan los primeros signos del hongo (Pérez *et al.*, 2006).

Actualmente el control fitosanitario de enfermedades requiere del uso de técnicas alternativas. Lo anterior, debido a que el uso intensivo e irracional de agroquímicos incrementa los costos de producción, deteriora el medio ambiente y atenta contra la salud humana. Cabe también mencionar que la mayoría de los microorganismos fitopatógenos han generado resistencia a los ingredientes activos de los fungicidas químicos.

Una alternativa eficiente y económica para el control de enfermedades es el uso de derivados de plantas que tengan propiedades fungicidas (Guerrero *et al.*, 2007), entre dichas plantas se encuentra la gobernadora (*Larrea tridentata* (Moç. & Seseé ex DC.) Coville.), la cual puede ser una opción a usar en la fitosanidad de los cultivos. La gobernadora es una planta de la cual se le conocen muy pocas plagas o enfermedades (Lira *et al.*, 2003), por lo que sus compuestos secundarios (polifenoles) podrían utilizarse contra el ataque de plagas y enfermedades en los cultivos de interés económico. En el mercado ya se encuentran productos comerciales de uso agrícola como Bela Plus (Extracto de gobernadora) y Fungibac Plus (Extractos de candelilla, limón y gobernadora 87 %).

Su recomendación es principalmente en concentraciones acuosas, alcohólicas, y en polvo y se ha utilizado para control de patógenos del suelo, gorgojos, mosquitos y cucaracha americana; asimismo para patógenos de hortalizas y algunas plagas. Los principales ingredientes activos son: Lignanos polifenólicos (Ácido Dihidroguaiaretico, Heminorisoguaiacina, Ácido Nordihidroguaiaretico y Norisoguaiacina), Aglicona Flavonoides (Apigenina y Kaempferol), Flavonoides Glicosidos (Chrysoeriol y Quercetina), Saponinas triterpenoides (Larreagenina A y Ácido Larreico), de los cuales el más importante es el Ácido Nordihidroguaiaretico por su conocido efecto antioxidante, del cual se ha determinado que tiene ciertas propiedades, antioxidantes, antiinflamatorios, citotóxicas y antimicrobial. Para su uso se utilizan hojas, flores y frutos, y se prefieren las hojas por ser una planta perenne y se puede disponer de ellas todo el año (Mabry *et al.*, 1977).

El objetivo de este estudio, fue evaluar una alternativa que ayude a una agricultura amigable con el medio ambiente

and thus it obtains food. Parasitized cells do not die; these cells continue feeding the fungus for several days. Although the fungus only invades epidermal cells, it also adversely affects mesophyll cells, turning yellow until they become brown. The first signs of the fungus are observed four to six days after disease onset (Pérez *et al.*, 2006).

Today, plant disease control requires the use of alternative techniques. This is because the intensive and irrational use of agrochemicals increases production costs, damages the environment and threatens human health. It is also worth mentioning that most of the plant pathogenic microorganisms have generated resistance to active ingredients of chemical fungicides.

An efficient and economical alternative for plant disease control is the use of plant derivatives with fungicidal properties (Guerrero *et al.*, 2007); among those plants we found creosote bush (*Larrea tridentata* (Moç. & Seseé ex DC.) Coville.), which may be an option to be used in plant health. Creosote bush is a plant with very few pests or diseases (Lira *et al.*, 2003), for this reason its secondary compounds (polyphenols) could be used against pests and diseases in crops of economic interest. In the market, we already found commercial products for agricultural use such as Bela Plus (creosote bush extract) and Fungibac Plus (candelilla, lemon and creosote bush 87 % extracts).

It is mainly recommended in aqueous and alcoholic concentrations, and powder and has been used to control soil pathogens, weevils, mosquitoes and american cockroach; and for pathogens of vegetables and some pests. The main active ingredients are: polyphenolic lignans (dihydroguaiaretic acid, hemi-norisoguaiacine, nordihydroguaiaretic acid and norisoguaiacine) aglycone flavonoids (apigenin and kaempferol), flavonoids, glycosides (chrysoeriol and quercetin), triterpenoid saponins (larreagenine A and acid larreic), and the most important is the nordihydroguaiaretic acid known for its antioxidant effect, which has been determined to have antioxidants, anti-inflammatory, cytotoxic and antimicrobial properties. It is used in leaves, flowers and fruits; leaves are preferred for being a perennial plant and it is available all year (Mabry *et al.*, 1977).

The aim of this study was to evaluate an alternative that helps to have a friendly agriculture with the environment and less costs for the farmer, because, even when different commercial agrochemical houses have focused on the production of such extracts by using synthetic adjuvant products such as piperonyl butoxide mixed with vegetable insecticides and fungicides; these products pose a risk of environmental impact and high cost due to these types of ingredients. If these products are used with the same approach as the "green revolution", only the interest of removing the causal agent would be observed without a more holistic approach and to conserving the environment. This reductionist view would generate resistance in pathogens by misuse of agrochemicals.

y menos costosa para el agricultor, dado que, aún cuando diversas casas de agroquímicos se han enfocado en la producción de este tipo de extractos mediante el uso de productos coadyuvantes de tipo sintético como el Butóxido de Piperonilo en mezcla con insecticidas y fungicidas de origen vegetal; dichos productos representan un riesgo de impacto ambiental además del alto costo de aplicación de este tipo de ingredientes. Si se utilizan este tipo de productos con el mismo enfoque que el de la “revolución verde”, se estaría viendo el interés en sólo eliminar el agente causal sin un enfoque más integral y de conservar el ambiente. Esta visión reduccionista volvería a generar resistencia en los patógenos por un mal uso de los agroquímicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la región de Ceballos del municipio de Mapimí, Durango. Específicamente el predio agrícola, se ubica en las coordenadas geográficas 26° 33' 16.83" latitud Norte y 104° 15' 3.42" longitud Oeste, con una altitud promedio sobre el nivel del mar de 1,188 m (García, 1975).

Método experimental

El estudio se estableció en un diseño de Bloques al Azar Generalizado en un arreglo de parcelas sub-subdivididas, donde las parcelas grandes fueron las variedades (Crusier y Navigator), las parcelas medianas las formulaciones del extracto de gobernadora: acuoso, hidroalcohólico (50 % agua y 50 % alcohol) y etanolito al 96 %. Las parcelas chicas las dosis de tejido de gobernadora (0, 1,000, 5,000 y 10,000 mg de planta por litro de agua). La unidad experimental constó de tres surcos con distancias de 2 m entre hileras y 8 m de longitud, con una distancia entre plantas de 30 cm. La par-

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in the region of Ceballos, Mapimí, Durango. The agricultural land is located at the geographical coordinates 26° 33' 16.83" N and 104° 15' 3.42" W with an average height above sea level of 1,188 m (García, 1975).

Experimental method

The study was performed using a generalized randomized block design in an arrangement of sub-divided plots, where plots were varieties (Crusier and Navigator), subplots were the Creosote bush extract formulations: water, hydroalcoholic (50 % water and 50 % alcohol) and ethanolic 96 %. Subplots corresponded to the Creosote tissue doses (0, 1,000, 5,000 and 10,000 mg plant per liter of water). The experimental unit consisted of three rows with distances of two m between rows and eight meters long, with a distance of 30 cm between plants. The useful plot that provided the variables was the median row. The experimental area was 2.500 m².

The preparation of the extracts was performed one day prior to each application in order to ensure a minimum of 12 hours of rest of the extract before being applied. Three liters of aqueous extract were prepared: one liter with 15 g of plant *Larrea*, one liter of 75 g of *Larrea* and another 150 g of *Larrea* plant, another litter with 75 g of *Larrea* and another with 150 g of *Larrea* plant to obtain concentrations of 1,000, 5,000 and 10,000 mg of *Larrea tridentata* in an application solution of 15 liters of water. Hydroalcoholic extract was prepared and gauged at the time of application using 15 liters in the backpack sprayer. The same proceeding was made to elaborate the alcoholic extract.



FIGURA 1. Síntomas de fitotoxicidad por concentraciones altas de gobernadora *Larrea tridentata*.

FIGURE 1. Symptoms of phytotoxicity caused by high concentrations of creosote bush *Larrea tridentata*.

cela útil de donde se obtuvieron las variables fue el surco medio. El área experimental fue de 2,500 m² (Figura 1).

La preparación de los extractos se realizó un día antes de cada aplicación para asegurar un mínimo de 12 horas de reposo del extracto antes de ser aplicado. Se prepararon 3 litros de extracto acuoso: 1 litro con 15 g de planta de *Larrea*, otro litro con 75 g de *Larrea* y otro con 150 g de planta de *Larrea* para obtener las concentraciones de 1,000, 5,000 y 10,000 mg de *Larrea tridentata* en una solución de aplicación de 15 litros de agua. Se preparó el extracto hidroalcohólico y se aforó al momento de la aplicación a 15 litros en la mochila aspersora. El mismo procedimiento se realizó para elaborar el extracto alcohólico.

Se aplicó con mochila de motor de 15 litros de capacidad, en la cual se preparó la mezcla a las concentraciones requeridas para el estudio. La aplicación de los tratamientos se realizó al siguiente día después de la primera lectura. La aplicación se repitió cuatro veces a intervalos de ocho días.

La primer colecta de fruta se dio el día 16 de septiembre del 2010, posteriormente se dieron cada tercer día con la finalidad de que se acumulara más fruta para poder contabilizar una cantidad mayor de frutos dando cinco cortes en total. Los frutos se clasificaron en tres categorías; primera: que es el fruto comercial que normalmente es el fruto que se lleva el comprador. Segunda: que es fruto que compran personas que llegan a la localidad para llevar a vender a otros poblados o ciudades cercanas al área y tercera: fruto de rezaga que es el fruto que normalmente no tiene ningún uso o se desecha porque no es atractivo para ningún comprador.

Las variables que se midieron para evaluar la efectividad de control del extracto de gobernadora en las dos variedades de melón, fueron:

Severidad de la cenicilla, con base en una escala generada mediante DOSLOG v.1.0 con ajuste H-B de 0 a 6, donde 0 es ausencia de signos y 6, 100 % del tejido foliar de la planta con signos de cenicilla donde L.I. límite inferior P.M. punto medio y L.S. límite superior.

Área bajo la curva de progreso de la enfermedad

Los valores de severidad se transformaron a valores de área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), técnica mediante la cual se hizo una integración de los puntos medios de enfermedad alcanzada entre dos tiempos, sumando un área total según ecuación (Pedroza y Samaniego, 2009):

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (t_{i+1} - t_i)$$

Donde:

ABCPE = Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Y_i = severidad en el tiempo i

Y_{i+1} = severidad en el tiempo $i+1$

This extract was applied using a motorised backpack of 15 liters, where the mixture of the concentrations for the study was prepared. The application of treatments was performed the day after the first reading. The application was repeated four times at intervals of eight days.

The first fruit harvesting occurred on September 16, 2010, then, every third day in order to accumulate more fruit to have a larger amount of fruits making five cuts in total.

The fruits were classified into three categories; first category: commercial fruit usually taken by the buyer. Second category: fruit bought by people who come to the town to take to sell to other villages or places near the area, and third category: fruit lagged, this means, fruit that usually has no use or is discarded because it is not attractive to any buyer.

The variables measured to assess the effectiveness of control of the extract of creosote bush in the two varieties of melon were:

Severity of powdery mildew, based on a scale generated by DOSLOG v.1.0 with adjustable H-B from 0 to 6, where 0 is absence of signs and 6, 100 % plant leaf tissue with signs of powdery mildew (L.L. lower limit MP. midpoint and U.L. upper limit).

Area under disease progress curve

The severity values were transformed into values of area under disease progress curve (AUDPC), technique in which an integration of the disease midpoints ever between two times was performed, adding a total area according to equation (Pedroza and Samaniego, 2009):

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{(Y_i + Y_{i+1})}{2} * (t_{i+1} - t_i)$$

Where:

AUDPC = Area under disease progress curve.

Y_i = severity at time i

Y_{i+1} = severity at time $i+1$

t_i = time i

t_{i+1} = time $i+1$

Spatial analysis of disease

The analysis was performed removing the severity in each of the subunits in the middle row, for each of the dates a random point of each of the subunits of the experiment was taken in order to perform maps of the surface by Ordinary Kriging, which is a spatial prediction method that produces surface and contour maps indicating the probability of occurrence in areas not sampled (Isaacks and Srivastava, 1989; Jaime-García *et al.*, 2001). After knowing the model that fits the semivariogram of a given variable, it was possible to make a local estimate of a regionalized variable of a sample (Lecoustre *et al.*, 1989).

t_i = tiempo i
 t_{i+1} = tiempo $i+1$

Análisis espacial de la enfermedad

El análisis se realizó con el levantamiento de la severidad en cada una de las subunidades en el surco medio, para cada una de las fechas se tomó un punto al azar de cada una de las subunidades del experimento, para poder realizar mapas de superficie mediante un Kriging ordinario, el cual es un método de predicción espacial que produce mapas de superficie y contorno indicando la probabilidad de ocurrencia en las zonas no muestreadas (Isaacks y Srivastava, 1989; Jaime-García *et al.*, 2001). Una vez que se conoce el modelo que mejor se adapte al semivariograma de una variable dada, se puede hacer una estimación local de una variable regionalizada de una muestra (Lecoustre *et al.*, 1989).

Grados Brix, determinado con base en el contenido de azúcares, se midió con un refractómetro.

Rendimiento de fruto de melón en kg, cantidad en kg de melón por tratamiento.

Rendimiento de rezaga en kg, cantidad de frutos en kg de fruto de desecho por tratamiento.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el Programa SAS versión 2006. Se realizaron diferentes análisis estadísticos como ANOVA, prueba de rangos múltiples de Tukey para identificar efecto de tratamiento dentro y entre los factores de variación incluidos en este estudio. Análisis del progreso espacial de la enfermedad mediante el programa SURFER 9.0 (Golden Software Inc., Golden, Colorado).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa ($\alpha = 0.01$ y $CV = 29.6$), para los diferentes factores de variación probados en este estudio para el control de la cenicilla del melón, ni por factores separados, ni en interacción, excepto para el factor Dosis, en el cual, sí se identificó una respuesta altamente significativa, que de acuerdo con la prueba de rango múltiple de medias Tukey, las mejores dosis que permitieron reducir la cantidad de cenicilla acumulada en el tiempo (ABCPE), fueron las de 1,000 y 5,000 mg de tejido por litro de agua, las cuales redujeron significativamente la severidad con valores de 7.98 y 8.79 %-días, respectivamente, con referencia a la dosis de 10,000 mg y el propio testigo, los cuales fueron estadísticamente iguales (Cuadro 1). Un estudio similar a éste, identificó una mayor efectividad para reducir la severidad de daño de cenicilla en el follaje de pepino con dosis altas de silicato de potasio, bicarbonato de potasio, aceite de oliva, fosfato de potasio y aceite de neem, con un grado de control similar al azoxystrobin (Pérez *et al.*, 2010). Lo

Brix degrees, based on the sugar content, measured with a refractometer.

Yield of melon fruit in kg, mass in kg of melon per treatment.

Yield of lagged fruit in kg, mass of fruits in kg of waste fruit per treatment.

Statistical analysis

The statistical analysis was performed with the SAS program version 2006. Different statistical analyzes such as ANOVA, multiple range test of Tukey were performed to identify the treatment effect within and among variation factors included in this study. Analysis of spatial progression of the disease was made using the program SURFER 9.0. (Golden Software Inc., Golden, Colorado).

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of variance showed no significant difference ($\alpha = 0.01$ and $CV = 29.6$), for the different variation factors included this study for the control of powdery mildew of melon, neither by separate factors, interaction, except for the factor dose, which was highly significant response, that according to the multiple range test of Tukey, the best dose that reduced the amount of accumulated powdery mildew over time (AUDPC) were those of 1,000 and 5,000 mg of tissue per liter of water, which significantly reduced the severity with values of 7.98 and 8.79 %-days, respectively, compared to the dose of 10,000 mg and the control, which were statistically similar (Table 1). A similar study showed greater effectiveness in reducing the damage severity of powdery mildew on the foliage of cucumber with high dose of potassium silicate, potassium bicarbonate, olive oil, potassium phosphate and neem oil, with a degree similar to azoxystrobin (Pérez *et al.*, 2010). This is an indication that moderate and mean doses of leaf tissue of creosote bush, have an effect of controlling powdery mildew, unlike, when nothing is applied or an excessive dose such as 10,000 mg of leaf per liter of water is used. Larger doses generate toxicity since in some cases in treatments tested, since was observed burns caused by phytotoxicity at doses 10,000 mg of plant per liter of water, which can lead to a drop in natural plant defenses causing susceptibility to damage the plant (Figure 1).

Graphical analysis of area under the curve of progress of the disease

Figure 2 shows that regardless of the factor variety Crusier or Navigator and the formulation water, alcohol-water 50 and 50 % or 96 % methanol, the best doses were 1,000 and 5,000 mg of creosote bush per liter of water, obtaining means per treatment lower than those with doses of 0 mg and 10,000 mg of creosote bush per liter of water. Except for treatment Navigator aqueous formulation and dose of 10,000 mg of

CUADRO 1. Escala de severidad con ajuste H-B.

TABLE 1. Severity scale with adjustable H-B.

Clases / Classes	L. I.	P. M. / M.P.	L. S. / U.L.
0	0	0	0
1	0.01	3.86	7.95
2	7.96	16.34	30.65
3	30.66	50.00	69.35
4	69.36	83.66	92.05
5	92.06	96.32	98.34
6	98.35	100	

CUADRO 2. Efecto de la dosis de tejido vegetal de gobernadora en el control de la cenicilla del melón (*Podosphaera xanthii*). Ceballos, Mapimí, Dgo.

TABLE 2. Dose effect of plant tissue extract of *Larrea tridentata* to control melon powdery mildew (*Podosphaera xanthii*). Ceballos, Maipimí, Durango.

Dosis (mg de planta·litro de agua ⁻¹) / Dose(mg plant-per liter of water ⁻¹)	ABCPE / AUDPC
0 (Testigo / Control)	14.41 a
10000	13.90 a
5000	8.79 b
1000	7.98 b

Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son iguales, de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P < 0.01$. ABCPE = Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.

Tukey test ($P < 0.01$). Numbers with the same letters within the same column are statistically equal. AUDPC = Area under disease progress curve.

anterior es un indicativo de que a dosis moderadas y medias de tejido de hoja de gobernadora, existe un efecto de control de la cenicilla, a diferencia de cuando no se aplica nada o se aplican dosis excesivas como la de 10,000 mg de hoja por litro de agua. Lo que puede estar referido a que en dosis mayores generan una especie de toxicidad dado que en algunos casos en los tratamientos ensayados se observó quemadura por fitotoxicidad a dosis 10,000 mg de planta por litro de agua lo cual puede generar una baja en las defensas naturales de la planta provocando susceptibilidad al ataque de la planta (Figura 1).

Análisis de gráficas de área bajo la curva del progreso de la enfermedad

En la Figura 2 se observa que independientemente del factor variedad Crusier o Navigator y la formulación agua, alcohol-agua 50 y 50 % o metanol al 96 % las mejores dosis fueron la de 1,000 y 5,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua, donde se obtuvieron medias por tratamiento menores que las que presentan las dosis de 0 mg y 10,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua. A excepción del tratamiento Navigator formulación acuosa y dosis de 10,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua el cual obtuvo un valor de 7.76 unidades de área bajo la curva del progreso de la enfermedad de cenicilla. El área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), es la técnica de análisis más adecuada para identificar las relaciones

creosote bush per liter of water with a value of 7.76 units of area under the curve of progress of powdery mildew disease. AUDPC is the most appropriate analysis technique to identify the relationship of disease progression and duration of leaf area, regarding the effect that may present on yield (Waggoner, 1986). However, this technique is considered to have greater efficacy on the comparative analysis of growth rates (Pedroza and Samaniego, 2009).

Spatial analysis

According to Figures 3, 4, 5 and 7, over time, the severity of powdery mildew on the plot showed greater severity with the doses 10,000 mg of creosote bush per liter of water and the control with severity percentages starting with 20 % in the middle of the field up to 32 % on the east side of the experimental unit at 37 days after sowing (das) and showing spots of infection in these same locations reached finally values of 95 % severity in the third measurement at 53 das, eventually coming to have a severity of 100 % at 61 das. This could be an indication that doses had an effect on the control of powdery mildew and not effect for the factors formulation and variety. Interpolative Geostatistical maps and contour plots show prediction, size distribution and number of hot spots based on an interpolation using the method of ordinary (Lacoustre, 1989). Related to this, Romero *et al.* (2011) identified that the size and number of hot spots and

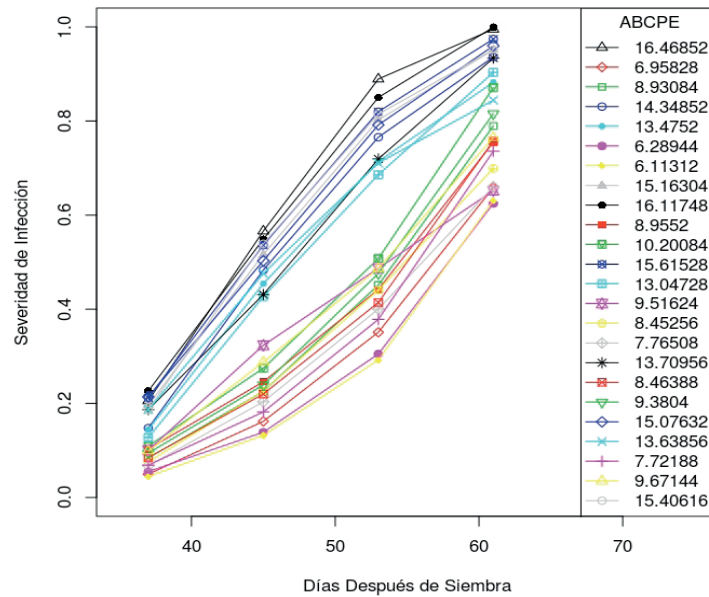
Progreso de la Enfermedad de Cenicilla (*Podosphaera xanthii*)

FIGURA 2. Curvas de progreso de desarrollo de la enfermedad de cenicilla (*Podosphaera xanthii*).
 FIGURE 2. Development progress curves of powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) disease.

del progreso de la enfermedad y el tiempo de duración del área foliar, respecto al efecto que pueda presentar sobre el rendimiento (Waggoner, 1986). No obstante, esta técnica se considera que tiene mayor eficacia sobre el análisis comparativo de tasas de crecimiento (Pedroza y Samaniego, 2009).

Análisis espacial

De acuerdo con las Figuras 3, 4, 5 y 7 se observa que, a través del tiempo, la severidad de cenicilla en la parcela mostró focos de mayor severidad en donde se encuentran localizadas las dosis de 10,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua y el testigo con porcentajes de severidad que empieza con un 20 % en la parte media del terreno hasta 32 % en el lado este de la unidad experimental a los 37 días después de la siembra y mostrando focos de infección en esas mismas localizaciones que llegaron finalmente a valores de hasta 95 % de severidad en la tercera medición a los 53 días después de la siembra, llegando finalmente a tener una severidad del 100 % a los 61 días después de la siembra. Lo anterior, pudiera ser un indicativo de que solo las dosis mostraron un efecto en el control de cenicilla y no fue así para el factor formulación, como tampoco el factor variedad. Los mapas geoestadísticos interpolativos y las gráficas de contorno muestran la predicción, tamaño, distribución y número de focos basados en una interpolación llevada a cabo mediante el método de Kriging ordinario (Lacoustre, 1989). Un tanto en relación a lo anterior, fue mostrado por Romero *et al.* (2011) quien identificó que el tamaño y número de focos previstos así como el número de oosporas por gramo de suelo son mayores en la parcela sin aplicación de fungicida.

the number of oospores per gram of soil are greater in the plot without fungicide.

Treatment effect on the production of melon

First quality fruit

The analysis of variance for first quality fruit, did not show significant difference among variety, doses and formulation; nor interaction differences Var*Form, Var*Dosis, Form*Dosis y Var*Form*Dosis (with $P=0.01$ and $CV=26.8$), which means that regardless of the doses and formulations of creosote bush extract and variety used, the first quality production of melon was equal.

Fruit brix degrees

The analysis of variance of fruit brix degrees showed that only the interaction of range per dose had a significant difference ($CV=12.92$ and $\alpha=0.01$).

The interaction of the factors variety and doses showed that the treatment Crusier with dose of 10,000 mg creosote bus per liter was statistically lower than other interactions with a mean value of 6.877 °Brix (Table 3). Therefore, there was no significant difference for this feature, although we observed a trend of better effect on the genotype Escape 9.11 °Brix, while the lowest value was for RML0401 con 7.97 °Brix, ($CV=8.03$). In this regard, Silva (2005) compared different melon genotypes, finding that the maximum value of Brix degrees was 8.68; Cano and Espinoza (2003) mention that

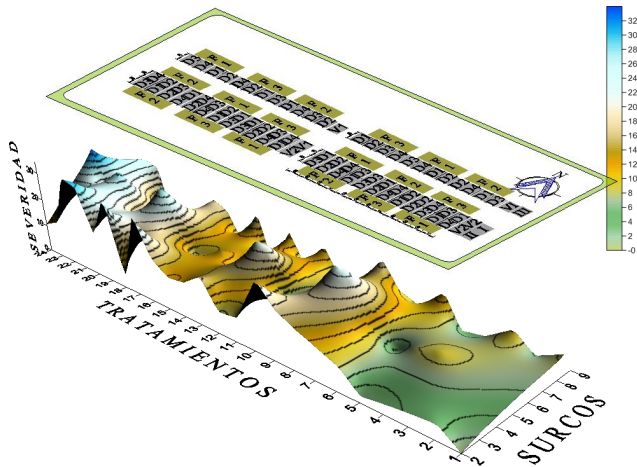


FIGURA 3. Distribución espacial de la cenicilla del melón 37 días después de siembra.

FIGURE 3. Spatial distribution of melon powdery mildew 37 days after sowing.

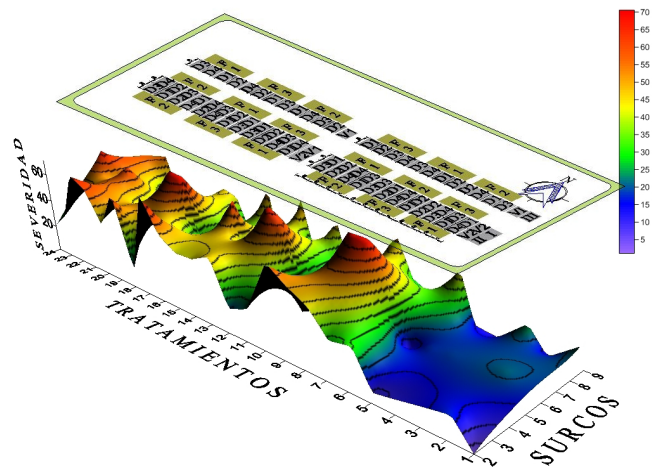


FIGURA 4. Distribución espacial de la cenicilla del melón 45 días después de siembra.

FIGURE 4. Spatial distribution of melon powdery mildew 45 days after sowing.

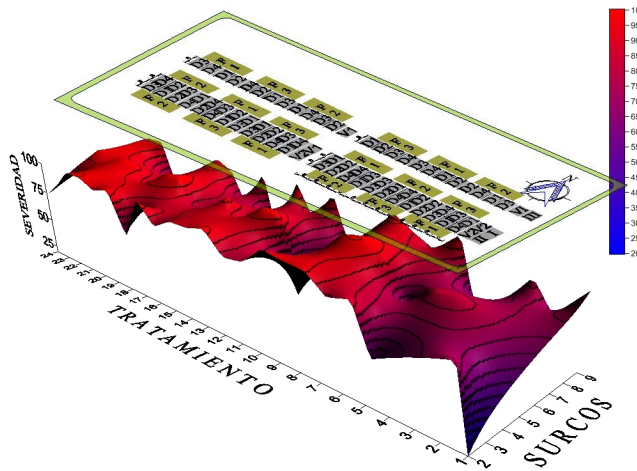


FIGURA 5. Distribución espacial de la cenicilla del melón 53 días después de siembra.

FIGURE 5. Spatial distribution of melon powdery mildew 53 days after sowing.

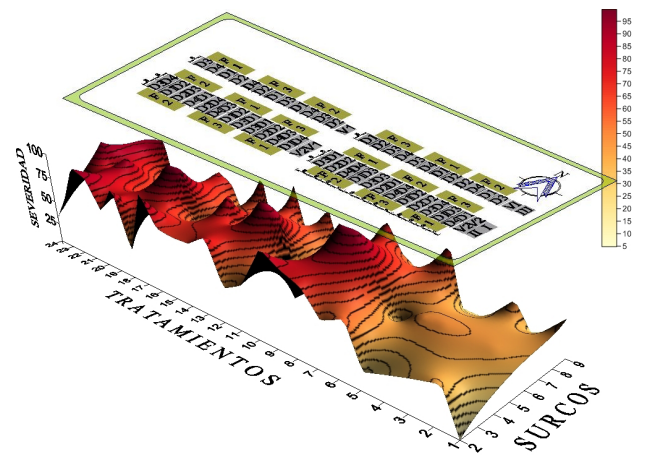


FIGURA 6. Distribución espacial de la cenicilla del melón 61 días después de siembra.

FIGURE 6. Spatial distribution of melon powdery mildew 61 days after sowing.

CUADRO 3. Efecto de variedad de melón y dosis de extracto de gobernadora en el contenido de azúcares del fruto de melón, expresada en grados Brix. Ceballos Mapimí, Dgo.

TABLE 3. Effect of melon and dose of extract of *Larrea tridentata* on sugar content of melon fruits. Mapimí Ceballos, Durango.

Variedad*Dosis / Variety*Dose	°Brix
Navigator*0 (Testigo / Control)	9,000 a
Crusier*0 (Testigo / Control)	8,144 a
Navigator*10,000	7,977 a
Crusier*1,000	7,644 a
Crusier*5,000	7,644 a
Navigator*1,000	7,300 a
Crusier*0 (Testigo / Control)	7,177 a
Crusier*10,000	6,877 b

Prueba de Tukey ($P < 0.01$). Cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Tukey test ($P < 0.01$). Numbers with the same letters within the same column are statistically equal.

Efecto de tratamiento en la producción de melón

Fruto de primera

En el caso del análisis de varianza para fruto de primera, no se encontró diferencia significativa entre variedad, dosis y formulación; como tampoco las diferentes interacciones Var*Form, Var*Dosis, Form*Dosis y Var*Form*Dosis (con $P = 0.01$ y $CV = 26.8$). Lo que significa que independientemente de las dosis y formulaciones de extracto de gobernadora y la variedad utilizada, la producción de melón de primera fue igual.

Grados Brix del fruto

Para el análisis de varianza de grados Brix del fruto, se observó que tan solo la interacción de variedad por dosis mostró diferencia significativa con un $CV = 12.92$ con alfa de 0.01.

Para la interacción de los factores variedad y dosis, se observó claramente que el tratamiento Crusier con dosis de 10,000 mg de planta de gobernadora por litro fue estadísticamente inferior a las demás interacciones con un valor de media de 6.877 °Brix (Cuadro 3). Por lo tanto no hubo diferencia significativa para esta característica, aunque se observó una tendencia de mejor efecto en el genotipo Escape con 9.11 °Brix, mientras que el valor más bajo lo presentó RML0401 con 7.97 °Brix, el coeficiente de variación fue de 8.03 %. Al respecto, Silva (2005) comparó diferentes genotipos de melón, encontrando que el valor máximo de Grados Brix fue de 8.68; Cano y Espinoza (2003) mencionan que una media aceptable se ubica en 9.1 comparando los genotipos evaluados, por lo que Navigator*0 (Testigo) y Crusier*0 (Testigo), están cerca al promedio mencionado por estos autores los que nos indicó que el extracto limitó la acumulación de °Brix o que la cantidad de cenicilla disminuyó la acumulación de sólidos solubles.

an acceptable average is at 9.1 comparing the genotypes assessed, so Navigator*0 (control) and Crusier*0 (control), are close to the average mentioned by these authors which indicates that the extract limits the accumulation of °Brix or that the amount of powdery mildew decreased the accumulation of soluble solids.

CONCLUSIONS

The factors of variation did not showed significant difference, except for the factor dose, where was observed that the dose 1,000 and 5,000 mg of tissue of *Larrea* per liter of water were those that showed lower area under disease progress curve, with values of 7.984 and 8.792 %-days respectively. The graphical analysis of spatial distribution identified that progress on the severity of powdery mildew infection is in the same direction of growth all the time, from which the focus of infection started (northwest side) toward the south-east side.

First quality fruit, and fruit lagged did not show any treatment effect.

Crusier and dose of 10,000 mg of creosote bush leaf showed a negative interaction, where the low amount of Brix degrees (6.877) was obtained, while the rest were significantly higher.

CONCLUSIONES

No se tuvo diferencia significativa para la mayor parte de los factores de variación, excepto para el factor dosis, donde se observó que las dosis 1,000 y 5,000 mg de planta de gobernadora por litro de agua fueron los que mostraron una menor área bajo la curva, con valores de 7.984 y 8.792 %-días respectivamente.

El análisis gráfico de distribución espacial, identificó que el avance de la severidad de infección de la cenicilla es en la misma dirección de crecimiento todo el tiempo, de donde se originó el foco de infección lado noroeste, hacia el lado sureste.

No hubo efecto de tratamiento para fruto de primera, así como para el fruto de rezaga.

Se detectó una interacción negativa para Crusier y dosis de 10,000 mg de hoja gobernadora, en donde se obtuvo la menor cantidad de grados Brix (6.877), en tanto que el resto fueron significativamente superiores.

LITERATURA CITADA

- Ballantyne, B. J. (1975). Powdery Mildew, of Cucurbitaceae: Identity, Distribution, host range and source Resistance. *Poc Linn. Soc. New South Wales*, 99, 100-120.
- Braun, U. Cook, R. T. A.; Inman, A. J; Shin, H. D. (2002). The taxonomy of Powdery Mildew Fungi. In Balanger, R. R.; Bushnell, W. R.; Dik, J. A. and Carver, L. T. 2002 The powdery mildew. A comprehensive treatise. Chapter 2. The American Phytopathological Society. U.S.A.
- Cano R. P; Espinoza A. J.J. (2003). Nuevo sistema de producción de melón. In: Técnicas actualizadas para producir melón. 50 día del melonero. SAGARPA-INIFAP-CELALA. Matamoros, Coahuila, México. P. 13-25.
- Chew, M. Y. Ll; Cano, R. P. (2005). Evaluación de híbridos de melón a la cenicilla *Podosphaera xantii* (sin. *Sphaerotheca fuliginea*) en la región lagunera. Memoria de la XVII. Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México pp. 687-690.
- Delgado, G; Lemus, Y. (2004). Taxonomía de *Sphaerotheca fuliginea* (Erysiphales, Ascomycota) sobre melón en Cuba. *Fitosanidad*, 8(2), 27-29.
- E. H. Isaacks; Srivastava, R.M. (1989). An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press. New York. 561p.
- Elenkov, E; Jristova, Ekaterina. (1978). Capítulo: Enfermedades y plagas de las cucurbitáceas. In: Enfermedades y enemigos de las hortalizas (Trad. Búlgaro) Cristo G. Danov, Plovdiv (Ed). Bulgaria. pp. 211-214.
- García, E. 1973. Apuntes de Climatología. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 155 pp.
- García, R. Jaime; T. V. Oru; Gastelum, R; Félix, Correa, H; Trinidad, D. VanEtten; M. R. Nelson. (2001). Spatial analysis of *Phytophthora infestans* genotypes and late blight severity on tomato and potato in the Del Fuerte Valley using geostatistics and geographic information systems. *Phytopathology*, 91,1156-1165.
- Guerrero, R. E; Solis, G. S; flores, O. A; Sandoval, L. V; Jasso, C. D. (2007). Actividad biológica in vitro de extractos de *Flourenzia cernua* d. C. En patógenos de post cosecha: *Alternaria alternata* (fr.:fr.) Keissel., *Coletotrichum gloeosporioides*. *Revista Mexicana de Fitopatología A.C.* pp. 48-53.
- Lecoustre, R.; Fargette, D.; Fauquet, C.; Reffye, P. (1989). Analysis and mapping of the spatial spread of African Cassava Mosaic Virus using geostatistics and the kriging technique. *Phytopathology*, 79, 913-920.
- Lira, S. R. H.; Sánchez, M. R.; Gamboa R.; Jasso, D.; Rodríguez, R. (2003). Fungitoxic effect of *Larrea tridentate* resin extracts from the Chihuahuan and Sonoran Mexican deserts on *Alternaria solani*. *Agrochimica*, 47, 55-60.
- Mabry, T. J.; DiFeo, D. R. Jr.; Sakakibara, M.; Bohnstedt, C. F.; Siegler, D. (1977). Biology and chemistry of *Larrea*. pp. 115-134. In: T.J. Mabry, J.H. Hunziker, D.R.Jr. DiFeo (eds.). *Creosote Bush Bush-Biology and Chemistry of Larrea in New World Deserts*. US/IBP Synthesis Series 6. Dowden, Hutchinson and Ross Inc., Stroudsburg, PA, USA.
- Pérez-Ángel, Raymundo; García-Estrada, Raymundo Saúl; Carrillo-Fasio, José Armando; Angulo-Escalante, Miguel Ángel; Valdez-Torres, José Benigno; Muy-Rangel, María Dolores; García-López, Alejandro Manelick; Villarreal-Romero, Manuel. (2010). Control de Cenicilla (*Sphaerotheca fuliginea* Schlechtend.:Fr, Pollaci) con Aceites Vegetales y Sales Minerales en Pepino de Invernadero en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 28, 17-24.
- Pérez, G.; Aurelio. Posos, P; Pedro, Martínez R. J. L.; Rodríguez R.; Ramón Duran, M. C. M.; Aceves, N. V. A. (2006). Efectividad biológica de azoxistrobin + poly-i-menteno vs cenicilla polvoriento (erysiphe cichoracearum) en calabacita. *Avances en la investigación científica en el cuba*. XVII Semana de la Investigación Científica. pp 139 – 135
- Pedroza-Sandoval, A.; Samaniego-Gaxiola, J. A. (2009). Análisis del área bajo la curva del progreso de las enfermedades (ABCPE) en patosistemas agrícolas. En: Tópicos especiales de estadística aplicados a la fitosanidad (Bautista, M.N., Soto, R.L. y Pérez, P.R., Eds.). Colegio de Posgraduados, Montecillo, Méx. 258 pp.
- Romero Montes, G.; Lozoya Saldaña, H.; Fernández Pavía, S.; J. Grünwald, N. (2011). Distribución de Oosporas de *Phytophthora infestans* en el Suelo del Valle de Toluca, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 29, 25-38.
- SIAP (2011). Servicio de información agroalimentaria y Pesca. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de información y Estadística Agroalimentaria y Pesca. SAGARPA.
- Silva H. N. B. (2005). Evaluación de híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera, Tesis de licenciatura UAAAN-UL.
- Waggoner, E. 1986. Progress curves of foliar diseases. Their interpretation and use. In: *Plant disease epidemiology* (J.K. Leonard and E.W. Fry, Eds.). MacMillan Publishing, USA.