Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Núm.2 1 de marzo - 30 de abril, 2012 p. 259-270

Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.)*

Alternatives for the control of powdery mildew (*Oidium* sp.) in cucumbers (*Cucumis sativus* L.)

Moisés Gilberto Yáñez Juárez[1§], Jorge Francisco León de la Rocha[1], Tirzo Paúl Godoy Angulo[1], Roberto Gastélum Luque[1], Miguel López Meza[1], Jacobo Enrique Cruz Ortega[1] y Lourdes Cervantes Díaz[2]

[1]Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Carretera Culiacán-El Dorado km 17.5. A. P. 726, Culiacán, Sinaloa. México. 01 667 8461084. (deuco452@hotmail.com), (tirzopaul@hotmail.com), (gastelum_rgl@hotmail.com), (zepol_mm@hotmail.com), (cobicruz@hotmail.com). [2]Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Blvd. Delta s/n. Ejido nuevo León, Valle de Mexicali. C. P. 21705. Mexicali, Baja California. México. 01 686 5230073 Ext. 118. (lourdescervantes@uabc.edu.mx). [§]Autor para correspondencia: moisesyj@uas.uasnet.mx.

Resumen

Esta investigación se realizó para conocer el efecto de sales de fosforo y potasio en el desarrollo y control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino. Plantas de pepino var. Poinset 76 con signos de la enfermedad fueron asperjadas con soluciones de bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monopotásico, nitrato de potasio, cloruro de potasio y fosfito de potasio. La aplicación de sales no presentó efectos significativos ($p \leq 0.05$) en la altura y número de hojas en las plantas evaluadas. Con fosfito de potasio la incidencia de la enfermedad varió entre el 27.9 y 32.4%, con bicarbonato de potasio entre 19.9 y 29.5% y en el testigo la variación fue entre 44.1 y 47.4%. Veintiséis días después de la primera aplicación (dda) las plantas tratadas con bicarbonato de potasio y fosfito de potasio mostraron 67.7 y 62.0% menor severidad que las testigo. Cuarenta y dos dda con bicarbonato de potasio y fosfito de potasio se logró 49.4 y 44.5% menos severidad que el testigo. Los resultados obtenidos mostraron que fosfito de potasio y bicarbonato de potasio a 5 y 4.7 g L, respectivamente, redujeron de manera significativa ($p \leq 0.05$) la incidencia y severidad de la enfermedad.

Palabras clave: *Oidium*, cucurbitáceas, fitomineraloterapia.

Abstract

This research was conducted to know the effect of phosphorous and potassium salts in the growth and control of powdery mildew (*Oidium* sp.) in cucumbers. Cucumber plants of the variety Poinset 76 with signs of the disease were sprayed with potassium bicarbonate, sodium bicarbonate, monopotassium sulphate, potassium nitrate, potassium chloride and potassium phosphite solutions. The application of salts showed no significant effects ($p \leq 0.05$) on the height and number of leaves of plants evaluated. With potassium phosphite, the incidence of the disease varied between 27.9 and 32.4%; with potassium bicarbonate, it was between 19.9 and 29.5%, and in the control, variation went between 44.1 and 47.4%. Twenty-six days after the first application (dda), plants treated with potassium bicarbonate and potassium phosphite showed 67.7 and 62.0% less severity than the controls. Forty-two dda with potassium bicarbonate and potassium phosphite, there was 49.4 and 44.5% less severity than in the control. Results showed that the potassium phosphite and potassium bicarbonate at 5 and 4.7 g L, respectively, reduced significantly ($p \leq 0.05$) the incidence and severity of the disease.

Key words: *Oidium*, cucurbits, phytomineralotherapy.

* Recibido: enero de 2011
Aceptado: diciembre de 2011

Introducción

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas con mayor demanda en el mundo. En México es un cultivo importante por el consumo y recursos generados por su producción. Los estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán y Morelos destacan como principales productores de esta hortaliza. En el año agrícola 2009 en Sinaloa fueron sembradas 2 791.68 ha de pepino de las cuales se obtuvieron 166 896.71 toneladas que generaron $344 078 740.0 por su comercialización (SIAP, 2009).

El cultivo de pepino está expuesto a diversas enfermedades entre las que destacan las causadas por hongos fitopatógenos que originan las cenicillas (Abbod y Lösel, 2003; González *et al*., 2010). Las cenicillas se sitúan entre los principales patógenos que afectan plantas. Aunque raramente causan la muerte del hospedante, reducen el rendimiento y calidad de plantas de importancia económica (Abbod y Lösel, 2003; Koike, 2007; Jones *et al*., 2009; González *et al*., 2010). Las cenicillas más importantes de las cucurbitáceas son las originadas por *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*, su presencia en el campo usualmente ocurre en la fase asexual (*Oidium* sp.) y rara vez se observa la fase sexual (Stadnik, 2001). En Sinaloa es común observar la presencia de cenicilla infectando plantas de pepino (Félix *et al*., 2005). Esta situación obliga al productor a destinar recursos para su combate. El principal método de manejo de las enfermedades de las plantas ha sido el control químico que impacta negativamente en la biodiversidad de los agroecosistemas, lo que ha generado la búsqueda y desarrollo de alternativas ecológicas como la fitomineraloterapia (Zavaleta-Mejía, 1999).

La fitomineraloterapia es la aplicación de sales, denominadas compuestos biocompatibles, para la protección contra algunas enfermedades (Horst *et al*., 1992; Zavaleta-Mejía, 1999). Las sales minerales funcionan debido a que modifican las estructuras de crecimiento y reproducción del patógeno (Sivakumar *et al*., 2002, Bombelli y Wright, 2006) o bien, al promover el fenómeno de resistencia sistémica contra enfermedades en las plantas (MacDonald *et al*., 2001). Entre las sales que se han utilizado para el control de fitopatógenos que originan las cenicillas se encuentran los bicarbonatos, carbonatos, fosfitos y fosfatos. Los bicarbonatos de potasio, sodio y amonio, han sido empleados en el control de *Sphaerotheca fuliginea*,

Introduction

The cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the world's most sought-after vegetables. In Mexico, it is an important crop due to its consumption and resources generated by its production. The states of Sinaloa, Baja California, Michoacán and Morelos stand out as the main producers in the country. In the agricultural year 2009, in Sinaloa, 2 791.68 ha of cucumber were planted, which gave 166 896.71 tons that brought a revenue of $344 078 740.0 in sales (SIAP, 2009).

The cucumber crop is exposed to several diseased, including those caused by phytopathogenic fungi that cause powdery mildews (Abbod and Lösel, 2003; González *et al*., 2010). The powdery mildews are one of the pathogens that most affect plants. Although they rarely lead to the death of their host, they reduce their yields and quality of plants with an economic importance (Abbod and Lösel, 2003; Koike, 2007; Jones *et al*., 2009; González *et al*., 2010). The most important powdery mildews of cucurbits are those caused by *Erysiphe cichoracearum* and *Sphaerotheca fuliginea*; their presence in the field usually takes place in the asexual phase (*Oidium* sp.) and is rarely is the sexual phace observed (Stadnik, 2001). In Sinaloa it is common to notice the presence of powdery mildew infecting cucumber plants (Félix *et al*., 2005). This situation forces the farmer to allocate resources to fight it. The main method for handling plant diseases has been through chemical control, which has a negative impact on the biodiversity of the agro-ecosystems, which has led to the search and development of ecologic alternatives, such as phytomineralotherapy (Zavaleta-Mejía, 1999).

Phytomineralotherapy is the addition of salts, known as biocompatible compounds, for the protection against some diseases (Horst *et al*., 1992; Zavaleta-Mejía, 1999). Mineral salts work because they modify the structures of growth and reproduction of the pathogen (Sivakumar *et al*., 2002, Bombelli and Wright, 2006) or otherwise, by promoting the phenomenon of systemic resistance against diseases in plants (MacDonald *et al*., 2001). Amongst the salts that have been used in the control of plant pathogens caused by powdery mildews are bicarbonates, carbonates, phosphites and phosphates. The potassium, sodium and ammonium bicarbonates have been used to control *Sphaerotheca fuliginea*, *Oidium lycopersicum*, *Leveillula taurica*, S. *pannosa* and *Bremia lactucae* in cucumber,

Oidium lycopersicum, *Leveillula taurica*, S. *pannosa* y *Bremia lactucae* en plantas de pepino, tomate, chile, rosal y lechuga, respectivamente (Dik *et al*., 2003); el fosfato monopotásico en el control de S. *fuliginea* en pepino y calabacita y L. *taurica* en chile (Reuveni *et al*., 1995; Reuveni *et al*., 1999; Reuveni *et al*., 2000); también fosfito de potasio para el control de *Phytophthora cinnamomi* en lupin (*Lupinus angustifolius* L.); P. *nicotianae* en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.); P. *palmivora* en papaya (*Carica papaya* Tourn); P. *infestans*, *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* en papa (*Solanum tuberosum* L.); *Heterodera avenae* y *Meloidogyne marylandi* en trigo (*Triticum sativum* L.) y avena (*Avena sativa* L.) (Smillie *et al*., 1989; Oka *et al*., 2007; Lobato *et al*., 2008).

El objetivo del trabajo fue estudiar la efectividad de sales para el control de la cenicilla en plantas de pepino; y al interés de buscar alternativas en el control de enfermedades.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio y material vegetal

El presente trabajo se realizó en el invernadero experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa ubicado en la carretera Culiacán-El dorado km 17.5, Valle de Culiacán, Sinaloa.

Se utilizó semilla de pepino variedad Poinset 76 germinada en peat moss (Sogemix-VTM, Québec, Canadá). Siete días después de germinadas las semillas fueron trasplantadas en macetas con capacidad de 4.5 kg con suelo tipo Vertisol crómico (Parra, 1995). Se trasplantaron dos plántulas por maceta, las plántulas se mantuvieron en condiciones de invernadero y se fertilizaron cada tercer día con una solución compuesta de 101 g de nitrato de potasio (KNO_3), 200 g de nitrato de calcio ($CaNO_3$), 136 g de fosfato monopotásico (KH_2PO) y 246 g de sulfato de magnesio ($MgSO_4.7H\ O$) por cada 100 L de agua. La fertilización se aplicó de forma directa en el riego.

Tratamientos. Se evaluó el efecto de seis sales (bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monopotásico, nitrato de potasio, cloruro de potasio y fosfito de potasio) y un testigo sin sal (Cuadro 1). Las sales fueron diluidas en agua destilada.

tomato, and chili pepper plants, rosebushes and lettuce, respectively (Dik *et al*., 2003); monopotassium phosphate in the control of S. *fuliginea* in cucumber and zucchini, and L. *taurica* in chili peppers (Reuveni *et al*., 1995; Reuveni *et al*., 1999; Reuveni *et al*., 2000); as well as potassium phosphate for the control of *Phytophthora cinnamomi* lupines (*Lupinus angustifolius* L.); P. *nicotianae* in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.); P. *palmivora* in papaya (*Carica papaya* Tourn); P. *infestans*, *Fusarium solani* and *Rhizoctonia solani* in potato plants (*Solanum tuberosum* L.); *Heterodera avenae* and *Meloidogyne marylandi* in wheat (*Triticum sativum* L.) and oats (*Avena sativa* L.) (Smillie *et al*., 1989; Oka *et al*., 2007; Lobato *et al*., 2008).

The aim of this work was to study the effectiveness of salts to control powdery mildew in cucumber plants, in an interest to look for alternatives for the control of diseases.

Materials and Methods

Location of the study and plant material

This study was carried out in the experimental greenhouse located in the School of Agronomy of the Universidad Autónoma de Sinaloa, located in the address: Carretera Culiacán-El dorado km 17.5, Valle de Culiacán, Sinaloa.

We used cucumber seed of the variety Poinset 76 germinated in peat moss (Sogemix-VTM, Québec, Canadá). Seven days after germinating the seeds, they were transplanted in pots with a capacity of 4.5 kg with a Chromic Vertisol soil (Parra, 1995). Two plantlets were transplanted into each pot; they were kept in greenhouse conditions, and were fertilized every third day with a solution of 101 g potassium nitrate (KNO_3), 200 g calcium nitrate ($CaNO_3$), 136 g monopotassium phosphate (KH_2PO) and 246 g magnesium sulphate ($MgSO_4.7H\ O$) foe every 100 L water. Fertilization was carried out directly during irrigation.

Treatments. We evaluated the effect of six salts (potassium bicarbonate, sodium bicarbonate, monopotassium phosphate, potassium nitrate, potassium chloride and potassium phosphite) and a control without any salt (Table 1). The salts were diluted in distilled water.

Cuadro 1. Sales minerales aplicadas a plantas de pepino *Cucumis sativus* variedad Poinset 76 para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.).

Table 1. Mineral salts applied to cucumber *Cucumis sativus* plants of the variety Poinset 76 for the control of powdery mildew (*Oidium* sp.).

Tratamiento	Producto	Ingrediente activo	Dosis (g L)
Tes	Agua destilada		
BP	Bicarbonato de potasio	85% de bicarbonato de potasio	4.7
BS	Bicarbonato de sodio	100% de bicarbonato de sodio	4.0
FM	Fosfato monopotásico	86% de fosfato monopotásico (52% de fosforo y 34% de potasio)	12.0
NP	Nitrato de potasio	57% de nitrato de potasio (12% de nitrógeno y 45% de potasio)	9.0
CP	Cloruro de potasio	55% de cloruro de potasio	7.4
FP	Fosfito de potasio	40% fosfito y 20% de potasio	5.0

Aplicación de sales. Se realizó con un atomizar manual y rociando la superficie foliar de las hojas hasta mojarlas a punto de goteo. Se llevaron a cabo 5 aplicaciones a intervalos de 7 días entre ellas. Las aplicaciones foliares se iniciaron una vez que las plantas habían formado dos hojas verdaderas y empezaron a mostrar infestación natural por cenicilla. Para confirmar la presencia de cenicilla se evaluaron características morfológicas de conidios y micelio obtenidos de las plantas con síntomas de la enfermedad y se realizó la identificación de acuerdo a las características morfológicas reportadas por Barnett y Hunter (1988).

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar utilizando 7 macetas por tratamiento (dos plantas por maceta). Las variables evaluadas por planta fueron altura de planta, número de hojas, número de hojas enfermas, incidencia y severidad de la enfermedad. Se practicaron dos evaluaciones mediante muestreos destructivos (una planta por repetición) a los 26 y 42 días después de la primera aplicación de los tratamientos (dda). Cada evaluación se realizó considerando sólo la guía principal de la planta. La altura de planta se midió desde la base de la planta hasta la parte apical de la misma. El número de hojas se determinó contando las hojas verdaderas formadas, además, se cuantificaron las hojas que presentaron síntomas de la enfermedad (número de hojas dañadas) y con estos datos se estimó mediante regla de tres la incidencia de la enfermedad la cual se expresó en porcentaje.

La severidad de la enfermedad se determinó considerando en cada hoja el área total de lámina foliar y el porcentaje que de ésta visiblemente estaba cubierta por el micelio del hongo. En la primera evaluación (26 dda) fueron evaluadas las hojas 2, 4 y 6 y en la segunda evaluación (42 dda) las hojas 6, 7 y 9.

Application of salts. This was carried out by spraying the foliar surface of leaves until they dripped. Five doses were sprayed, with seven-day intervals between them. Foliar applications began after plants had formed real leaves and began showing natural infestation by powdery mildew. To confirm the presence of powdery mildew, we evaluated morphological characteristics of conidia and myceluim taken from plants with symptoms of the disease, and they were identified according to the morphological characteristics reported by Barnett and Hunter (1988).

Treatments were distributed in a complete random block design, using 7 pots per treatment (two plants per pot). The variables evaluated were plant height, number of leaves, number of diseased leaves, incidence and severity of the disease. Two evaluations were carried out using destructive sampling (one plant per repetition) at 26 and 42 days after the first application of treatments (dda). Each evaluation was carried out taking into consideration only the main guide of the plant. Plant height was measured from the base of the plant to its apex. The number of leaves was determined by counting the true leaves formed, and leaves with symptoms of the disease were also counted (number of damaged leaves), and using this information, we cross multiplied to work out the incidence of the disease, which was expressed as a percentage.

The severity of the disease was determined considering the total foliar area in each leaf and the percentage of each leaf that was visibly covered by the fungal mycelia. In the first evaluation (26 dda) leaves 2, 4 and 6 were evaluated, and leaves 6, 7 and 9 were evaluated in the second one.

Análisis de datos. Los datos obtenidos de las variables estudiadas fueron analizados estadísticamente y aquéllos que cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se sometieron a un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). Los datos que no cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad se analizaron con estadística no paramétrica, transformándose a rangos y determinando la diferencia entre tratamientos mediante la prueba de Friedman ($p \leq 0.05$) (Ramírez y López, 1993; Castillo, 2000).

Data analysis. The data taken from the studied variables were analyzed statistically, and those that satisfied the assumptions of normality and variance homogeneity, underwent a variance analysis and average comparison using the Tukey test ($p \leq 0.05$). The data that did not satisfy the assumptions of normality and homogeneity were analyzed with non-parametric statistics, transforming into ranges and determining the difference between treatments using Friedman's test ($p \leq 0.05$) (Ramírez and López, 1993; Castillo, 2000).

Resultados y discusión

La aplicación de sales minerales no presentó efectos significativos que repercutieran en la altura y número de hojas en las plantas evaluadas. Con respecto a la altura de planta (AP) no se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), a los 26 y 42 días después de la primera aplicación de los tratamientos (dda); sin embargo, a los 26 dda la AP fluctuó entre 104 cm y 122 cm, presentándose la mayor altura con el BP (bicarbonato de potasio) y la menor con el FM (fosfato monopotásico). En la segunda evaluación (46 dda) se encontró que la mayor altura se obtuvo en plantas asperjadas con BS (bicarbonato de sodio) y la menor con BP (bicarbonato de potasio) y el testigo (Cuadro 2). Del mismo modo no se presentaron diferencias significativas (Friedman, $p \leq 0.05$) en el número de hojas entre tratamientos, encontrándose que el promedio más alto (23 hojas) se obtuvo en las plantas tratadas con BS y el más bajo (20 hojas) con NP. El promedio de las plantas testigo se ubicó una hoja por debajo del valor más alto y 2 hojas por encima del más bajo (Cuadro 2).

Results and Discussion

Applying mineral salts did not bring significant changes that could have had a repercussion on the height and number of leaves in the plants evaluated. With regard to plant height (AP), there were no significant differences ($p \leq 0.05$), at 26 and 42 days after the first application of the treatments (dda). However, at 26 dda, AP fluctuated between 104 and 122 cm; the greatest height was obtained with BP (potassium bicarbonate) and the lowest, with FM (monopotassium phosphate). In the second evaluation (46 dda), we found that the greatest height was obtained by plants that had been sprayed with BS (sodium bicarbonate), and the lowest, was sprayed with BP (potassium bicarbonate) and the control (Table 2). Likewise, no significant differences were noticed (Friedman, $p \leq 0.05$) in the number of eaves between treatments. We found that the highest average (23 leaves) was found in plants sprayed with BS, and the lowest (20 hojas), in plants with NP. The average of control plants was one leaf below the highest value, and 2 leaves above the lowest value (Table 2).

Cuadro 2. Altura y número de hojas en plantas de pepino variedad Poinset 76, a los 26 y 42 días después de la primera aplicación con diferentes sales. Culiacán, Sinaloa, México, 2008.

Table 2. Height and number of leaves in cucumber plants of the variety 76, at 26 and 42 days after the first application of different salts. Culiacán, Sinaloa Mexico, 2008.

Tratamiento	Altura de planta (cm)		Número de hojas	
	26 dda*	42 dda	26 dda	42 dda
Testigo	108.7[1] a[2]	142.2 a	15.6 a	22.0 a
BP (bicarbonato de potasio)	122.3 a	137.9 a	16.6 a	22.0 a
BS (bicarbonato de sodio)	106.3 a	152.8 a	15.3 a	23.0 a
FM (fosfato monopotásico)	104.4 a	145.8 a	15.0 a	22.0 a
NP (nitrato de potasio)	117.3 a	144.3 a	15.9 a	20.0 a
CP (cloruro de potasio)	111.1 a	146.2 a	15.1 a	22.0 a
FP (fosfito de potasio)	113.7 a	146.8 a	15.4 a	21.0 a

*Días después de la primera aplicación de los tratamientos. [1] Media de tratamientos, sustituyendo a la suma de rangos correspondientes. [2]Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$), según la prueba de Friedman.

Resultados similares reportan Abbasi y colaboradores (2002) al realizar aplicaciones foliares de lignosulfanato de amonio y fosfato de potasio en plantas de chile y tomate para el control de la mancha bacteriana originada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, no encontrando diferencias significativas en el crecimiento de las plantas tratadas con respecto a las testigo.

La fertilización foliar se emplea en la corrección de deficiencias nutrimentales que en un momento dado se presenten en el desarrollo de la planta o bien cuando no se logran cubrir los requerimientos nutrimentales con la fertilización común al suelo (Trinidad y Aguilar, 1999), teniendo efecto significativo en el estado nutrimental que incide directamente sobre la tasa de absorción foliar y que repercute en el crecimiento de la planta (Kannan 1986; Marschner, 1995). Lo anterior sugiere que los tratamientos evaluados no modificaron las condiciones nutrimentales de las plantas, por lo que no se modificó significativamente la altura de planta ni el número de hojas.

En el Cuadro 3 se muestran los resultados del número de hojas con incidencia de cenicilla. Se encontró que las plantas tratadas con BP y FP presentaron reducción significativa (Friedman, $p \leq 0.05$) en el número de hojas enfermas (NHE), con promedios de 3.3.a 6.5 y 4.3 a 6.8 de hojas enfermas, respectivamente; encontrándose que a los 26 dda el BP disminuyó 55.4%; el NHE y con fosfito de potasio se redujo 41.9%; ambos casos con respecto al testigo. A los 42 dda el NHE se contrajo 33% con BP y 29.9% con FP.

Similar results were reported by Abbasi *et al*., (2002) when they carried out foliar applications of ammonium lignosulphanate and potassium phosphate in chili pepper and tomato plants to control the bacterial stain caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, and found no significant differences between the growth of plants treated and the control.

Foliar fertilization is used to correct nutritional deficiencies that may arise in the plant's growth, or when the nutritional requirements are not covered using regular fertilization on the ground (Trinidad and Aguilar, 1999), and it has a significant effect on the nutritional state that affects the rate of foliar absorption directly, as well as a repercussion on the plants growth (Kannan 1986; Marschner, 1995). This suggests that the treatments evaluated did not modify the nutritional conditions of the plants, therefore plant height and the number of leaves were not significantly modified.

Table 3 sows the results of the number of leaves with an incidence of powdery mildew. Plants treated with BP and FP presented a significant reduction (Friedman, $p \leq 0.05$) in the number of diseased leaves (NHE), with averages of 3.3.to 6.5 and 4.3 to 6.8 diseased leaves, respectively. After 26 dda, BP was found to have reduced 55.4%; the NHE and with potassium phosphite dropped 41.9%; both cases, in comparison to the control. At 42 dda, NHE fell by 33% with BP, and 29.9% with FP.

Cuadro 3. Número de hojas enfermas e incidencia de la enfermedad en plantas de pepino variedad Poinset 76, a los 26 y 42 días después de la primera aplicación con diferentes sales. Culiacán, Sinaloa México.

Table 3. Number of diseased leaves and incidence of the disease in cucumber plants of the variety Poinset 76, at 26 and 42 days after the first application with different salts. Culiacán, Sinaloa Mexico.

Tratamiento	Numero de hojas enfermas dda*		Incidencia (%) dda	
	26	42	26	42
Testigo	7.4[1] a[2]	9.7 a[3]	47.4[1] a[2]	44.1 a b c[2]
BP (bicarbonato de potasio)	3.3 c	6.5 c	19.9 c	29.5 c
BS (bicarbonato de sodio)	7.0 a	10.2 a	45.8 a	44.3 a b
FM (fosfato monopotásico)	6.9 a b	9.8 a	46.0 a b	44.5 a b
NP (nitrato de potasio)	7.7 a	9.3 a b	48.4 a	46.5 a
CP (cloruro de potasio)	6.9 a b	11.2 a	45.7 a b	50.9 a
FP (fosfito de potasio)	4.3 b c	6.8 b c	27.9 b c	32.4 b c

*Días después de la primera aplicación de los tratamientos. [1]Media de tratamientos, sustituyendo a la suma de rangos correspondientes. [2]Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$) según la prueba de Friedman. [3]Medias con diferente literal en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$) según la prueba de Tukey.

El promedio más alto de hojas enfermas se presentó en plantas tratadas con NP (7.7) y CP (11.2) a los 26 y 42 dda, respectivamente. Transcurridos 42 dda, el promedio más alto (11.2) correspondió a las plantas tratadas con cloruro de potasio el cual fue estadísticamente igual (Tukey, $p \leq 0.01$) al testigo (9.7).

En relación a la incidencia de la enfermedad (IE) se encontró que a los 26 dda las plantas tratadas con BP (19.9%) y FP (27.9%) presentaron porcentajes significativamente menores (Friedman, $p \leq 0.05$) con respecto al testigo (47.4%) (Cuadro 3); sin embargo, la evaluación realizada a los 42 dda indicó que la IE no fue modificada por los tratamientos debido a que los porcentajes obtenidos con BP (33.3%) y FP (33.7%) fueron estadísticamente similares al testigo (44.1%), y al resto de los tratamientos (Cuadro 3); se localizó que a los 26 dda la IE se redujo 27.9% y 42 dda en sólo 14.6%.

Estos resultados se explican considerando que a través del tiempo, la cantidad de inoculo producido por el patógeno se incrementa, originando que las plantas tratadas enfrenten mayor presión de la enfermedad. Resultados similares encontraron Reuveni y Rauveni (1995) en plantas de pepino asperjadas con fertilizantes a base de fosforo y potasio, para el control de *S. fuliginea* donde reportan aumentos significativos en la concentración del inoculo a través del tiempo.

Los resultados obtenidos de la severidad de la enfermedad se ilustran en la Figura 1 y 2. De manera general, se descubrió efecto significativo contra la enfermedad con los diferentes tratamientos (Friedman, $p \leq 0.05$). Con BP y FP se presentó la menor SE, mientras que con BS la severidad fue similar al tratamiento testigo. Asimismo, se observó que la severidad disminuyó a medida que la hoja evaluada se situaba a mayor altura en la planta, encontrándose que en la hoja 2, 4 y 6 los promedios de severidad fluctuaron 12.1 a 79.8%; de 8.1 a 57.7% y de 8.1 a 45.5%, respectivamente; registrándose la menor SE con BP (de 37.4 a 67.7%) y con FP (de 37.4 a 62%) con relación al testigo (Figura 1).

La expresión de la severidad a los 42 dda registradas en la hoja 7 indicó que con BP (13.5%) y FP (18.4%) se obtuvieron porcentajes significativamente menores al testigo (62.9%). En la hoja 9, los promedios de SE obtenidos fluctuaron entre 9.0 y 42.7%. El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($p \leq 0.01$) y las plantas tratadas con FP y BP redujeron significativamente la SE ($p \leq 0.01$) con promedios de 9.0 y 15.4%, respectivamente (Figura 2).

The highest average of diseased leaves appeared in plants treated with NP (7.7) and CP (11.2) at 26 and 42 dda, respectively. Forty-two dda, the highest average (11.2) was noticed in plants treated with potassium chloride, which was statistically equal (Tukey, $p \leq 0.01$) to the control (9.7).

In terms of the incidence of the disease (IE) it was found that 26 dda, plants treated with BP (19.9%) and FP (27.9%) presented significantly lower percentages (Friedman, $p \leq 0.05$) than the control (47.4%) (Table 3), although the evaluarion carried out at 42 dda indicated that the IE was not modified by the treatments, since the percentages obtained with BP (33.3%) and FP (33.7%) were statistically similar to the control (44.1%) and the rest of the treatments (Table 3). We found that 26 dda, IE fell 27.9% and 42 dda in only14.6%.

These results can be explained when we consider that with time, the amount of inoculant produced by the pathogen increases, causing the treated plants to face more pressure from the disease. Similar results were obtained by Reuveni and Rauveni (1995) in cucumber plants sprayed with phosphorous- and potassium-based fertilizers to contro *S. fuliginea*, in which significant increases of the concentration of the inoculant are reported with time.

The results of the severity of the disease are illustrated in Figures 1 and 2. Generally, this significant effect against the disease was discovered with the different treatments (Friedman, $p \leq 0.05$). With BP and FP, the lowest SE were observed, whereas with BS, the severity was similar to the control treatment. Likewise, we observed that the severity dropped as the evaluated leaf was higher on the plant, and found that in leaves 2, 4 and 6, the severity averages fluctuated from 12.1 to 79.8%; from 8.1 to 57.7%, and from 8.1 to 45.5%, respectively; the lowest SE with BP (from 37.4 to 67.7%) and with FP (from 37.4 to 62%) in relation to the control (Figure 1).

The expression of the severity 42 dda recorded for leaf 7 pointed out that with BP (13.5%) and FP (18.4%), there were significantly lower percentages than the control (62.9%). In leaf 9, the averages of SE obtained fluctuated between 9.0 and 42.7%. The statistical analysis showed significant differences ($p \leq 0.01$) and the plants treated with FP and BP significantly reduced SE ($p \leq 0.01$) with averages of 9.0 and 15.4%, respectively (Figure 2).

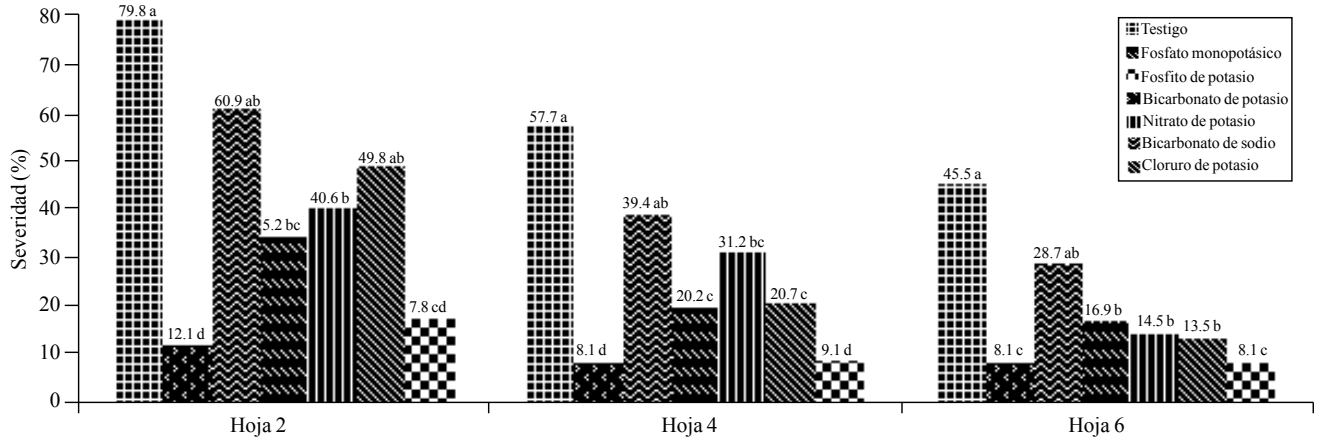

Figura 1. Efecto de diferentes sales en las hojas 2, 4 y 6 de plantas de pepino Poinset 76 a los 26 días después de la primera aplicación (dda) sobre la severidad de cenicilla (*Oidium* sp.). Culiacán, Sinaloa, México, 2008.

Figure 1. Effect of different salts on leaves 2, 4 and 6 of cucumber plants Poinset 76 at 26 days after the first application (dda) on the severity of powdery mildew (*Oidium* sp.). Culiacán, Sinaloa, Mexico, 2008.

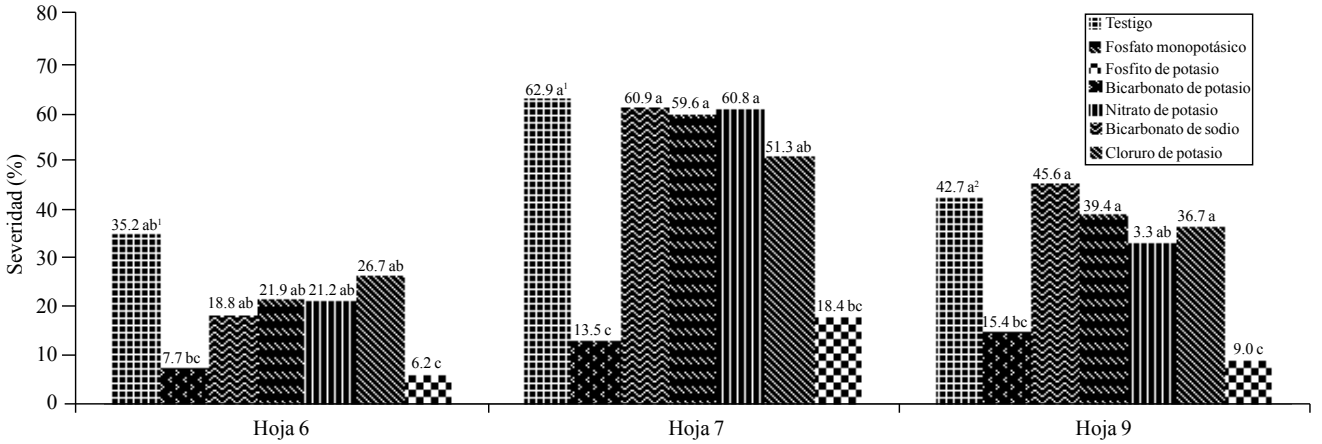

Figura 2. Efecto de diferentes sales en las hojas 6, 7 y 9 de plantas de pepino Poinset 76 a los 42 días después de la primera aplicación (dda) sobre la severidad de cenicilla (*Oidium* sp). Culiacán, Sinaloa, México, 2008.

Figure 2. Effect of different salts on leaves 6, 7 and 9 of cucumber plants Poinset 76 at 42 days the first application (dda) on the severity of powdery mildew (*Oidium* sp.). Culiacán, Sinaloa, Mexico, 2008.

Con base a los resultados obtenidos en el presente experimento, fue evidente que la aplicación foliar con BP a 4.7 o FP a 5 g L, reducen significativamente la incidencia y severidad de *Oidium* sp., en plantas de pepino.

El efecto de sales de potasio contra patógenos del follaje y la raíz en plantas cultivadas ha sido documentado en años anteriores y se explica por el mecanismo de resistencia sistémica adquirida por las plantas que son tratadas con estas sales, aunada a la acción nociva que ejercen las sales en los fitopatógenos involucrados (Descalzo *et al*., 1990; Reuveni *et al*., 1994; Reuveni y Reuveni, 1995; Davis y Gran, 1996; Reuveni *et al*., 2000; Tuset *et al*., 2003; Yandoc-Ables

Based on results from this experiment, it became clear that foliar application with BP at 4.7 or FP at 5 g L, reduce significantly the incidence and severity of *Oidium* sp. in cucumber plants.

The effect of potassium salts against pathogens of the leaves and the root in sown plants has been documented before, and can be explained by the systemic resistance mechanism acquired by plants that are treated with these salts, along with the harmful action exerted by salts on the pathogens involved (Descalzo *et al*., 1990; Reuveni *et al*., 1994; Reuveni and Reuveni, 1995; Davis and Gran, 1996; Reuveni *et al*., 2000; Tuset *et al*., 2003; Yandoc-Ables *et al*.,

et al., 2007; Deliopoulos *et al.*, 2010). Se conoce que los fosfitos son compuestos derivados del ácido fosforoso que combinados con diferentes cationes y aplicados a las plantas, tienen un efecto inductor de los mecanismos de defensa contra enfermedades (Lovatt y Mikkelsen, 2006; Lobato *et al*., 2008). Al respecto, Smillie *et al*. (1989), señalan que aplicaciones de fosfitos a las raíces de plantas de lupin (*Lupinus angustifolius* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y papaya (*Carica papaya* Tourn), presentaron protección contra *Phytophthora cinnamomi*, P. *nicotianae*, and P. *palmivora*, respectivamente; asimismo, señalan que los fosfitos inhibieron el crecimiento de los hongos cuando fueron evaluados *in vitro.* Por su parte, Lobato *et al.* (2008) reportan que la protección resultante de la aplicación de fosfito a tubérculos de papa fue alta contra P. *infestans*, intermedia contra *Fusarium solani* y baja contra *Rizocthonia solani*.

Los resultados obtenidos en las dos evaluaciones de IE y SE (26 y 42 dda), indicaron que el FP a 5 g litro aplicado al follaje fue eficaz en el control de la cenicilla del pepino originada por *Oidium* sp., este efecto positivo probablemente se debió a la producción de fitoalexinas, las cuales son metabolitos generados por las plantas, presentes en niveles no detectables en plantas sanas y que se producen en altas cantidades como respuesta a estímulos patogénicos, físicos y ambientales (Misaghi, 1982). La producción de fitoalexinas, probablemente fue favorecida por los fosfitos lo cual es sugerido por Lovatt y Mikkelsen (2006). Además, el efecto negativo directo de los fosfitos sobre el desarrollo y esporulación del hongo que origina la cenicilla es un factor adicional que pudo contribuir en el control. En este sentido, Davis y Grant (1996) probaron que una concentración de fosfanato de potasio a 0.3 mM inhibió la producción de microconidias de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*. Smillie *et al*. (1989) encontraron que los fosfitos tuvieron una acción negativa directa sobre el crecimiento de tres especies de *Phytophthora*.

Por otro lado, la dosis de fosfito probada en este trabajo, no generó efecto negativo en el desarrollo de las plantas tratadas. Al respecto, existe evidencia que demuestran que altas concentraciones de fosfitos pueden i nducir fitotoxicidad en las plantas (Lovatt y Mikkelsen, 2006).

También, fue evidente que las plantas que recibieron BP a 4.7 g L presentaron los niveles más bajos de la enfermedad (IE y SE). Se ha indicado que el efecto benéfico obtenido

2007; Deliopoulos *et al.*, 2010). It is known that phosphites are compounds derived from phosphorous acid, and when combined with different cations and applied to plants, they have an inducting effect on the defense mechanisms against diseases (Lovatt and Mikkelsen, 2006; Lobato *et al*., 2008). Regarding this, Smillie *et al*. (1989), point out that applying phosphites on the roots of lupine (*Lupinus angustifolius* L.), tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and papaya plants (*Carica papaya* Tourn), showed a protection against *Phytophthora cinnamomi*, P. *nicotianae*, and P. *palmivora*, respectively. They also claim that the phosphites inhibited the growth of fungi when they were evaluated *in vitro*. Meanwhile, reports by Lobato *et al.* (2008) indicate that the protection obtained from applying phosphite to potato tubers was high against P. *infestans*, intermediate against *Fusarium solani* and low against *Rizocthonia solani*.

The results obtained in both evaluations of IE and SE (26 and 42 dda), indicated that FP at 5 g liter applied to the foliage was efficient in the control of cucumber powdery mildew caused by *Oidium* sp. This positive effect may have been due to the production of phytoalexins, which are metabolites created by plants, present in undetectable levels in healthy plants, and produced in high amounts as a response to pathogenic, physical and environmental stimuli (Misaghi, 1982). The phytoalexin production was probably favored by the phosphites, as suggested by Lovatt and Mikkelsen (2006). Moreover, the direct negative effect of the phosphites on the development and sporulation of the fungus that causes powdery mildew is an additional factor that may have contributed in the control. In this sense, Davis and Grant (1996) proved that a 0.3 mM potassium phosphanate concentration inhibited the production of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* microconidia. Smillie *et al*. (1989) found that phosphites had direct negative action on the growth of three species of *Phytophthora*.

On the other hand, the dose of phosphite tested in this work did not have a negative effect on the development of plants treated. In this regard, there is evidence that shows that high concentrations of phosphite can induce phytotoxicity in plants (Lovatt and Mikkelsen, 2006).

It was also evident that plants that received BP at 4.7 g L presented the lowest levels of the disease (IE and SE). It has been pointed out that the beneficial effect obtained with the use of bicarbonates is due to the toxic effect it has on the structures of pathogens, the reduction in the host's susceptibility, and the modification in the pH of the foliar

con el uso de bicarbonatos es debido al efecto tóxico que tiene sobre las estructuras de los patógenos, la reducción de la susceptibilidad del hospedante y la modificación del pH en la superficie del follaje en las plantas (Punja y Grogan, 1982; Depasquale y Montville, 1990; Ziv y Zitter, 1992; Fallik *et al*., 1997; Zavaleta-Mejía, 1999; Bombelli y Wright, 2006). Al respecto, diferentes estudios realizados por Dik y colaboradores (2003) confirmaron que los bicarbonatos, sulfatos y fosfatos contrarrestan la cenicilla del pepino S. *fuliginea*, en tomate, *Oidium lycopersicum*, en chile dulce *Leveillula taurica*, en rosas S. *pannosa* y en lechuga *Bremia lactucae*, controlando la incidencia entre 50 y 90%, siendo los bicarbonatos los compuestos más eficaces. Los mismos autores refieren que los bicarbonatos pueden ser otra alternativa para el control de enfermedades foliares. De igual forma, McGrath y Shishkoff (1999), evaluaron sales que denominaron productos biocompatibles, para el manejo de la cenicilla en diferentes cucurbitáceas y encontraron que el empleo de bicarbonato de potasio disminuyó el daño por cenicilla, mejoró la producción y el contenido de sucrosa en los frutos.

Los resultados obtenidos en las plantas tratadas con bicarbonato de sodio a una concentración de 4 g L, mostraron que esta sal no es una alternativa para el manejo de la cenicilla, debido a que la incidencia y severidad obtenida fue semejante al tratamiento testigo; sin embargo, se tiene evidencia documental que demuestra los beneficios que se puede obtener empleando esta sal de manera preventiva contra diferentes agentes fitopatógenos, incluyéndose las cenicillas (Horst *et al*., 1992; Ziv y Zitter, 1992; Fallik *et al*., 1997; Sivakumar *et al*., 2002 ; Tatagiba *et al*., 2002).

El tratamiento con fosfato monopotásico, nitrato de potasio o cloruro de potasio una vez que aparecieron los primeros síntomas de la enfermedad, no mostró control significativo de la cenicilla del pepino, lo cual difiere con lo reportado por Reuveni y colaboradores (1994) quienes indican que la aplicación al follaje de una solución a 0.1M con sales de fosforo (K_2HPO_4, KH_2PO_4 $NH_4H_2PO_4$) o potasio (KCL, KNO_3, KSO_4) sobre la superficie de la primera hoja verdadera de pepino, previo a la inoculación, protegió en más de 94% contra S. *fuliginea*. La posible explicación a la diferencia de resultados, se puede dar considerando que el efecto de estas sales de potasio contra el desarrollo de la enfermedad, es principalmente por la inducción de la resistencia sistémica de las plantas y que aplicarlas de manera preventiva es más eficiente.

surface in plants (Punja and Grogan, 1982; Depasquale and Montville, 1990; Ziv and Zitter, 1992; Fallik *et al*., 1997; Zavaleta-Mejía, 1999; Bombelli y Wright, 2006). Many studies carried out by Dik et al. (2003) on this topic confirmed that bicarbonates, sulfates and phosphates counteract the powdery mildew in cucumber S. *fuliginea*, in tomato, *Oidium lycopersicum*, in sweet chili pepper *Leveillula taurica*, in roses S. *pannosa*, and in lettuce *Bremia lactucae*, controlling the incidence 50 to 90%, with bicarbonates being the most effective compounds. The same authors claim that bicarbonates can be another alternative for the control of foliar diseases. Likewise, McGrath and Shishkoff (1999), evaluated salts that they called biocompatible products, to handle powdery mildew in different cucurbits, and they found that the use of potassium bicarbonate reduced damages caused by powdery mildew, it improved production and the content of sucrose in the fruit.

Results from plants treated with sodium bicarbonate at a concentration of 4 g L, showed that this salt is not an alternative for treating powdery mildew, since the incidence and severity obtained was similar to the control. However, there is documented evidence that shows the benefits one can get by using this salt in this preventive way against different phytopathogenic agents, including powdery mildews (Horst *et al*., 1992; Ziv and Zitter, 1992; Fallik *et al*., 1997; Sivakumar *et al*., 2002; Tatagiba *et al*., 2002).

The treatment with monopotassium phosphate, potassium nitrate or potassium chloride, after the first symptoms of the disease appeared, did not show a significant control of the cucumber powdery mildew, which disagrees with reports by Reuveni *et al*. (1994), who point out that applying a 0.1M solution with phosphorous salts (K_2HPO_4, KH_2PO_4 $NH_4H_2PO_4$) or potassium (KCL, KNO_3, KSO_4) on the surface of the first true cucumber leaf, before inoculation, protected in over 94% against S. *fuliginea*. The possible explanation to this difference in results may be that the effect of these potassium salts against the development of the disease is due mainly to the induction of the systemic difference of the plants and that using them preventively is more effective.

Conclusions

Neither potassium bicarbonate, sodium bicarbonate, monopotassium phosphate, potassium nitrate, potassium chloride, nor potassium phosphite salts modified the height or number of leaves in cucumber plants.

Conclusiones

Las sales de bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monopotásico, nitrato de potasio, cloruro de potasio y fosfito de potasio no modificación la altura ni el número de hojas de plantas de pepino.

La incidencia y severidad de cenicilla (*Oidium* sp.) fue controlada de manera significativa en plantas de pepino tratadas con bicarbonato de potasio a 4 g L y fosfito de potasio a 5 g L.

Literatura citada

Abbasi, P. A.; Soltani, N.; Cuppels, D. A. and Lazarovits, G. 2002. Reduction of bacterial spot disease severity on tomato and pepper plants with foliar applications of ammonium lignosulonate and potassium phosphate. Plant Dis. 86:1232-1236.

Abbod, J. K. and Lösel, D. M. 2003. Changes in carbohydrate composition of cucumber leaves during the development of powdery mildew infection. Plant Pathol. 52:256-265.

Barnett, H. L. and Hunter, B. B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. APS Press. Saint Paul, Minnesota. 124 p.

Bombelli, E. C. y Wright, E. R. 2006. Efecto del bicarbonato de potasio sobre la calidad del tomate y acción sobre *Botrytis cinerea* en poscosecha. Ciencia e Investigación Agraria 33:197-203.

Castillo, M. L. E. 2000. Introducción a la estadística experimental. Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Chapingo, Estado de México. 85 p.

Davis, A. J. and Grant, B. R. 1996. The effect of phosphanate on the sporulation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Australasian Plant Pathol. 25:31-38.

Deliopoulos, T.; Kettlewell, P. S. and Hare, M. C. 2010. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. Crop Protecn. 29(10):1059-1075.

Depasquale, D. A. and Montville, T. J. 1990. Mechanism by which ammonium bicarbonate and ammonium sulfate inhibit mycotoxigenic fungi. App. Environ. Microbiol. 56:3711-3717.

Descalzo, R. C.; Rahe, J. E. and Mauza, B. 1990. Comparative efficacy of resistance for selected diseases of greenhouse cucumber. Canadian J. Pathol. 12:24-35.

The incidence and severity of powdery mildew (*Oidium* sp.) were controlled significantly in cucumber pants treated with potassium bicarbonate at 4 g L and potassium phosphite at 5 g L.

End of the English version

Dik, A. J.; Gaag, D. J. and Slooten, M. A. 2003. Efficacy of salts against fungal diseases in glasshouse crops. Commun. Agric. Appl. Biol. Sci. 68:475-485.

Fallik, E.; Ziv, O.; Grinberg, S.; Alckalai, S. and Klein, J. D. 1997. Bicarbonate solutions control powdery mildew (*Leveillula taurica*) on sweet red pepper and reduce the development of postharvest fruit rotting. Phytoparasitica 25:41-43.

Felix, G. R.; Apodaca, S. M. A.; Martínez, V. M. C. y Espinosa, M. S. 2005. *Podosphaera* (Sect. *Sphaerotheca*) *xanthii* (Castagne). Brawn, U. y Shishkoff, N. en cucurbitáceas en el norte de Sinaloa, México. Rev. Mex. Fitopatol. 23:162-168.

González, M. N.; Martínez, C. B. e Infante, M. D. 2010. Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. Rev. Protec. Veg. 25:44-50.

Horts, R. K.; kawamoto, S. A. and Porte, L. L. 1992. Effect of sodium bicarbonate and oils on the control of powdery mildew and black spot of roses. Plant Dis. 76:247-251.

Jones, R. W.; Stommel, J. R. and Wanner, L. A. 2009. First report of *Leveillula taurica* causing powdery mildew on pepper in Maryland. Plant Dis. 93:1222.

Kannan, H. 1986. Foliar absorption and transport of inorganic nutrients. Critical Reviews Sciences 4:341-375.

Koike, S. T. 2007. Powdery mildew, caused by *Leveillula taurica*, on matilija poppy in California. Plant Dis. 91:329.

Lobato, M. C.; Olivieri, F. P.; Gonzáles, A. E. A.; Wolski, E. A.; Daleo, G. R.; Caldiz, D. O. and Andreu, A. B. 2008. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. European J. Plant Pathol. 122:349-358.

Lovatt, C. J. and Mikkelsen, L. R. 2006. Phosphite fertilizer: what are they? Can you use them? What can they do? Better Crops 4:11-13.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press. London, UK. 175 p.

McGrath, M. T. and Shishkoff, N. 1999. Evaluation of biocompatible products for managing cucurbit powdery mildew.Crop Protec. 18:471-478.

McDonald, A. E.; Grant, B. R. and Plaxton, W. C. 2001. Phosphite (phosphorous acid): its relevance in the environment and agriculture and influence on plant hosphate starvation response. J. Plant Nutr. 24:1505-1519.

Misaghi, I. J. 1982. Physiology and biochemistry of plant-pathogen interactions. Plenum Press. New York.125 p.

Oka, Y.; Tkachi, N. and Mor, M. 2007. Phosphite inhibits development of the nematodes *Heterodera avenae* and *Meloidogyne marylandi* in cereals. Phytopathology 97:396-404.

Parra, T. S. 1995. Efecto de la solarización sobre algunas características químicas y microbiológicas del suelo y el rendimiento del cultivo de tomate. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Edafología, Colegio de Potsgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Estado de México. 131 p.

Punja, Z. K. and Grogan, R. G. 1982. Effects of organic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia and modifying influence of pH on sclerotial germination of *Sclerotium rolfsii*. Phytopathology 72:635-639.

Ramírez, G. M. E. y López, T. Q. 1993. Métodos estadísticos no paramétricos. Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Chapingo, Estado de México. 120 p.

Reuveni, M.; Agapov, V. and Reuveni, R. 1994. Induduced systemic protection to powdery mildew in cucumber by phosphate and potassium fertilizers: effects of inoculums concentration and post-inoculation treatment. Plant Pathol. 17:247-251.

Reuveni, M.; Agapov, V. and Reuveni, R. 1995. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. Plant Pathol. 44:31-39.

Reuveni, M. and Reuveni, R. 1995. Efficacy of foliar sprays of phosphates in controlling powdery mildews in field-grown nectarine, mango trees and grapevines. Crop Protec. 14:311-314.

Reuveni, R.; Dor, G. and Reuveni, M. 1999. Local and systemic control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on pepper plants by foliar spray of mono-potassium phosphate. Crop Protec. 17:703-709.

Reuveni, R.; Dor, G.; Reuveni, M.; Reuveni, M. and Tuzun, S. 2000. Systemic resistance against *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber plants exposed to phosphate in hydroponics system and its control by foliar spray of mono-potassium phosphate. Crop Protec. 19:355-361.

Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2009. Avances de siembras y cosechas, año agrícola 2009. Online: http://www.sagarpa.gob.mx (consulta 20 de noviembre de 2010).

Smillie, R.; Grant, B. R. and Guest, D. 1989. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. Phytopathol. 79:921-926.

Sivakumar, D.; Hewarathgamagae, N. K.; Wilson, W. R. S. and Wijesundera, R. L. C. 2002. Effect of ammonium carbonate and sodium bicarbonate on anthracnose of papaya. Phytoparasitica 28:1-7.

Stadnik, M. 2001. História e taxonomia de oidios. En: Stadnik, M. and Rivera, M. (eds.) Oidios. Brasil: Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 391-418 pp.

Tatagiba, J. S.; Liberato, J. R. y Zambolim, L. 2002. El control químico de papaya oidio. Fitopatol. Bras. 27:219-222.

Trinidad, S. A. y Aguilar, M. D. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Terra 17:247:255.

Tuset, J. J.; Lapena, I. y García-Mina, J. M. 2003. Efecto fungitóxico del ácido fosforoso en naranjo dulce a la infección con zoosporas de *Phytophthora citrophthora.* Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas 29:413-42.

Yandoc-Ables, C. B.; Rosskopf, E. N. and Lamb, E. M. 2007. Management of *Phytophthora* crown rot in pumpkin and zucchini seedlings with phosphonates. Plant Dis. 91(12):1651-1656.

Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. Terra Latinoamericana 17:201-207.

Ziv, O. and Zitter, T. A. 1992. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. Plant Dis. 76:513-517.