

Control del clavo de la guayaba con extractos de plantas

Ernesto González-Gaona¹
Héctor Silos-Espino¹
Catarino Perales-Segovia^{1§}
José Saúl Padilla-Ramírez²
Irma Guadalupe López-Muraira³
Efraín Acosta-Díaz⁴

¹TecNM/I. T.-EL Llano Aguascalientes. Carretera Aguascalientes-San Luis Potosí km 18, El Llano, Aguascalientes, México. CP. 20230. (eggaona@yahoo.com.mx; silospino@hotmail.com). ²Campo Experimental Pabellón-INIFAP. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. CP. 20660. (jsaulprmez@yahoo.com). ³TecNM/I. T. de Tlajomulco. Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán km 10, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México. CP. 45640. (lopezmuraira@hotmail.com). ⁴Campo Experimental General Terán-INIFAP. Carretera Montemorelos-China km 31, Ex Hacienda Las Anacuas, General Terán, Nuevo León, México. CP. 67400. (acostaefrain@yahoo.com.mx).

§Autor para correspondencia: cperales55@hotmail.com.

Resumen

Los extractos elaborados por maceración alcohólica presentaron la mayor inhibición del crecimiento del hongo *P. clavispora* con respecto de la maceración en agua o de la infusión. En bioensayos con extractos alcohólicos concentrados con rotovapor y filtrados, los extractos de jaral (*Cistus* sp.), aceitilla (*Bidens odorata* Cav.), mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.), paraíso (*Melia azedarach* L.), olivo (*Olea europaea* L.), trompillo (*Solanum eleagnifolium* Cav.), lantana (*Lantana* sp.), romero (*Rosmarinus* sp.), ruda (*Ruta graveolens* L.), venadilla (*Bursera simaruba* (L.) SARG.), lengua de vaca (*Rumex crispus* L.) y eucalipto australiano (*Corymbia* (= *Eucalyptus*) *gummifera* (Gaertn.) Hill & Johnson) mostraron reducciones del crecimiento del hongo, superiores al 90%. En campo, los extractos de plantas de eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) y eucalipto australiano (*Corymbia gummifera*) mostraron menores daños que los fungicidas de síntesis química evaluados. Lo anterior, indica que es factible el uso de estos extractos en el control del hongo *P. clavispora*, disminuyendo el impacto ambiental.

Palabras clave: *Eucalyptus*, *Psidium guajava*, bioensayos, evaluación en campo.

Recibido: diciembre de 2019

Aceptado: marzo de 2020

Introducción

El clavo de la guayaba es una enfermedad que afecta tanto a frutos como a hojas del árbol del guayabo (*Psidium guajava* L.), en los primeros se observan lesiones circulares café oscuro (como una costra sobresaltada de la epidermis) con la apariencia de un ‘clavo oxidado’, mientras que en las hojas se observan manchas asimétricas café rojizo en la porción media alrededor de la nervadura central, los brotes tiernos se enroscan sobre su haz y las yemas terminales se secan y caen (Nieto, 1996; González, 2002). Las afectaciones pueden llegar a superar 70% en plantas silvestres (Farfán, 2005) y alrededor de 14% en huertos comerciales (Mishra y Prakash, 1986; González *et al.*, 2008).

El agente causal son los hongos *Pestalotiopsis* (= *Pestalotia*) y *Neopestalotiopsis* (Keith *et al.*, 2006; Solarte *et al.*, 2017), las especies que afectan a la guayaba son: *P. palmarum* (Cooke) Steyaert, *P. psidii* (Pat.) Mordue, *P. versicolor* (Speg.) Steyaert (Montiel, 1997) y *P. olivacea* Guba (Mishra y Prakash, 1986); *P. psidii* es considerado el agente causal del clavo en la zona guayabera de Aguascalientes y Zacatecas (Nieto, 1996), mientras que Serrano *et al.* (2018) encontraron que *P. clavisporea* es el agente causal en la zona de Calvillo, Aguascalientes. Farr *et al.* (2008), mencionan que *P. psidii* afecta guayabas en otras regiones del mundo (Burma, Costa de Marfil, Ecuador, Hawái, India, Malasia, Mozambique, Nigeria, Puerto Rico, Taiwán, Tanzania, India, Venezuela, Zambia y Zimbawe) y reportan afectaciones en *Psidium guineense* en Venezuela, sobre *Psidium pomiferum* en Ecuador, en *Feijoa sellowiana* en Italia, en *Musa paradisiaca* en la India y en *P. pomiferum* en la India y Nepal.

Para su control se aplican fungicidas de síntesis química (Kasar *et al.*, 2006; Prakash y Pandey, 2007; Ray *et al.*, 2007). En Calvillo, Aguascalientes, México los fungicidas se aplican en forma calendarizada, de julio a octubre, debido a que las condiciones de temperatura y alta humedad relativa favorecen su presencia y daño (González *et al.*, 2009), se realizan de tres a seis aplicaciones de fungicidas mezcladas o alternadas con insecticidas, debido a la sospecha de un insecto vector (*Monalonion* sp. Hemiptera: Miridae) detectado en la zona (Serrano *et al.*, 2018). Con 7 000 ha de guayaba en la zona, se estarían aplicando más de 10 t de plaguicidas solo para combatir esta enfermedad, lo cual podría ocasionar daños colaterales al ambiente.

En la zona de Calvillo, el Instituto de Salud del Estado de Aguascalientes ha reportado un incremento de enfermedades renales crónicas asociadas a la aplicación de plaguicidas en el cultivo, observándose sobreexposición al Malation y la Cipermetrina en siete comunidades rurales, concluyendo que 9% de la población estudiada se encuentra en riesgo moderado de progresión a daño renal. El incremento en la excreción urinaria de sodio y fosfatos se correlacionó con las concentraciones séricas de Cipermetrina (Mendoza *et al.*, 2015).

Las estrategias alternativas para controlar la enfermedad son el embolsado de frutos (Villamizar *et al.*, 2003; Ramírez, 2005; Morera y Blanco, 2009), el uso de antagonistas (González *et al.*, 2008) y la aplicación de fungicidas botánicos. En relación a estos últimos se han evaluado el neem (*Azadirachta indica*), la albahaca morada (*Ocimum sanctum*), el eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.), la menta (*Mentha piperita*) y la cola de caballo (*Equisetum arvense*), de los cuales *E. globulus* mostró un control del 89% (Mishra, 2004; Parada, 2005; Quijada y Gómez, 2005). El control de organismos plaga como el picudo de la guayaba (*Conotrachelus dimidiatus* Ch.) con extractos

botánicos se ha explorado con buenos resultados en la zona de Calvillo; sin embargo, no se ha adoptado ya que las plantas evaluadas (jícama o pimienta) no se producen en la zona lo cual implica un costo para su obtención, aunado al trabajo de elaboración (González *et al.*, 2008).

En las huertas asociadas a la guayaba, coexisten plantas silvestres que pueden ser empleadas para el manejo de organismos plaga. El objetivo del presente estudio fue evaluar extractos de plantas de uso regional o presentes en las huertas de guayaba de la zona productora de Calvillo, Aguascalientes como una alternativa para el manejo de la enfermedad, considerando su accesibilidad, baja inversión, fácil elaboración y de bajo impacto ambiental.

Materiales y métodos

Recolecta de material biológico

Se recolectó material vegetal de 64 especies de hoja ancha localizadas dentro y alrededor de las huertas de guayabo, como arvenses o plantas ruderales en las cercas perimetrales. El material se trasladó al laboratorio de Sanidad Vegetal del Campo Experimental Pabellón (CEPAB), donde se deshidrató bajo la sombra a temperatura ambiente (Rodríguez *et al.*, 2012) después, las muestras (planta entera) se molieron en un molino de martillos (Hamilton Beach® modelo Custom Grind™ Deluxe), se pesaron y se almacenaron en frascos de plástico de 0.5 kg.

Preparación de los extractos

Infusiones. Se pesaron 10 g de material vegetal que se colocaron en un recipiente de aluminio con 1 L de agua, al cual se le aplicó calor hasta ebullición por 5 min, se colaron y se guardaron en frascos ámbar (Biswas *et al.*, 2013). Las soluciones se filtraron con gasas estériles, después con papel Whatman No. 42 y posteriormente se llevaron a un rotovapor para eliminar el solvente (Dhiman *et al.*, 2011) hasta dejar un tercio del total del extracto (la solución madre). Por último, se esterilizaron con filtros microporo de 0.45 µm. Las soluciones estériles se guardaron en frascos ámbar protegidas de la luz y de la evaporación.

Macerados acuosos y etanólicos. Los extractos se obtuvieron por el método de maceración a temperatura ambiente (27 °C) con agua y/o alcohol al 70%, la maceración consistió en realizar soluciones 1:4 (por cada gramo de material vegetal se adicionaron 4 ml de solvente), que se dejaron en maceración por un periodo de 7 días con agitación manual dos veces diarias por 1 min. En la maceración en agua se empleó agua electropura y hervida (Biswas *et al.*, 2013). Para concentrar y almacenar los macerados se siguió el mismo procedimiento de las infusiones.

Bioensayos de efectividad contra *Pestalotiopsis*

Los dos bioensayos se realizaron en placas de petri de 9.0 cm de diámetro, las cuales se llenaron con 20 ml de medio PDA estéril + 150 µL de cada extracto, una vez que el medio se solidificó se inoculó el patógeno mediante un disco de agar de 0.6 cm de diámetro con crecimiento activo del hongo, se incubó a una temperatura de 27 °C hasta que el micelio del control negativo (PDA sin extracto) cubrió toda la placa (Baños *et al.*, 2004). Se midió el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial radial con respecto al control negativo, mediante la fórmula: % de inhibición de crecimiento radial = [(control-tratado) / control] X 100.

Para conocer el efecto de la mejor forma de preparación de los extractos, se consideraron tres formas de preparación a) macerado en agua; b) macerado en alcohol al 70%; y c) infusiones. En primera instancia se consideraron 10 plantas de uso doméstico (cocina mexicana), presentes en la vegetación urbana o como arvenses en la zona de Calvillo, Aguastelientes. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 13 tratamientos y tres repeticiones. Se compararon con un extracto comercial (Biogober®) y dos productos comerciales (Fractal® y Cupravit®) (Cuadro 1), la variable estimada fue el porcentaje de inhibición.

Cuadro 1. Efecto en el crecimiento del hongo *Pestalotiopsis* sp. por los extractos vegetales obtenidos en diferentes formas.

Extractos de plantas		Tipo de extracto		
		Maceración		Infusión
Nombre común	Nombre científico (familia)	Agua	Alcohol	
Cola de caballo	<i>Equisetum arvense</i> (Equisetaceae)	68.33 ±1.52*	0 ±0	70.33 ±1.52
Eucalipto rojo	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> (Myrtaceae)	69.67 ±0.57	6 ±0	69 ±4
Eucalipto australiano	<i>Corymbia gummifera</i> (Myrtaceae)	53 ±3	3 ±2.64	63.67 ±3.78
Higuerilla	<i>Ricinus comunis</i> (Euphorbiaceae)	84 ±8.66	17.67 ±4.16	81.33 ±6.8
Olivo	<i>Olea europea</i> (Oleaceae)	71 ±2.64	14.67 ±3.21	63 ±6.55
Orégano	<i>Origanum vulgare</i> (Lamiaceae)	30 ±1	0 ±0	63.33 ±5.13
Paraíso	<i>Melia azedarach</i> (Meliaceae)	72.33 ±0.57	12.33 ±1.52	71.67 ±0.57
Ruda	<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae)	24.33 ±3.51	0 ±0	42 ±4.35
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> (Lamiaceae)	21 ±6	11.33 ±5.03	25.67 ±3.51
Nogal	<i>Carya illionensis</i> (Juglandaceae)	45 ±3	11 ±1	69 ±2
Productos comerciales				
Biogober	<i>Larrea tridentata</i> (Zygophyllaceae) + <i>Ricinus comunis</i> + Ácido cítrico	54.33 ±2.08		
Fractal	<i>Citrus aurantium</i> (Rutaceae)	13.67 ±2.51		
Cupravit	Oxicloruro de Cobre	12.67 ±1.52		
Testigos				
Agua	Electropurificada	63 ±3.6		
Alcohol	Alcohol etílico 70%		53.33 ±2.08	

*= media de crecimiento en mm de tres repeticiones a las 168 h después de la inoculación ± desviación estándar.

Con la finalidad de encontrar plantas de las cuales obtener una solución con efecto inhibitorio en el crecimiento de *Pestalotiopsis* sp., adicionalmente se utilizaron los extractos obtenidos mediante la maceración alcohólica de 23 plantas asociadas a los huertos de guayaba, así como el eucalipto australiano y el oxicloruro de cobre mediante un diseño de bloques al azar con tres repeticiones con la variable de porcentaje de inhibición (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto en el crecimiento de *Pestalotiopsis* sp con concentrados de plantas asociadas a huertos de guayaba.

Tratamiento		Crecimiento de la colonia Área (mm) \pm desv. estandar	Reducción (%)
<i>Solanum eleagnifolium</i> (Solanaceae)	Trompillo	88.42 \pm 29.18 e	97.58
	Sulfato de Cobre	123.02 \pm 40.42 e	96.65
<i>Corymbia gummifera</i> (Myrtaceae)	Eucalipto australiano	143.3 \pm 57.15 e	96.07
<i>Cistus</i> sp. (Cistaceae)	Jaral	152.31 \pm 32.73 e	95.82
<i>Lantana</i> sp. (Verbenaceae)	Lantana	175.02 \pm 40.42 e	95.2
<i>Rumex crispus</i> (Polygonaceae)	Lengua de vaca	192.76 \pm 88.71 e	94.71
<i>Olea europea</i> (Oleaceae)	Olivo	202.51 \pm 30 e	94.45
<i>Rosmarinus officinalis</i> (Lamiaceae)	Romero	202.79 \pm 55.83 e	94.44
<i>Ruta graveolens</i> Rutaceae)	Ruda	203.19 \pm 11.65 e	94.43
<i>Bursera simaruba</i> (Burseraceae)	Venadilla	282.01 \pm 109.69 e	92.27
<i>Melia azedarach</i> (Meliaceae)	Paraiso	297.93 \pm 93.88 e	91.83
<i>Prosopis laevigata</i> (Fabaceae)	Mezquite	349.08 \pm 266.96 e	90.43
<i>Bidens odorata</i> (Asteraceae)	Aceitilla	356.96 \pm 230.25 de	90.21
<i>Lepidium virginicum</i> (Brassicaceae)	Chile de pájaro	374.37 \pm 119.58 de	89.73
<i>Acacia farnesiana</i> (Fabaceae)	Huizache	404.38 \pm 120.08 de	88.91
<i>Erodium cicutarium</i> (Geraniaceae)	Limoncillo	456.89 \pm 303.13 de	87.64
<i>Apium leptophyllum</i> (Apiaceae)	Cilantrillo	464.32 \pm 246.62 de	87.27
<i>Ricinus comunis</i> (Euphorbiaceae)	Higuerilla	577.28 \pm 354.16 de	84.17
<i>Mimosa monancistra</i> (Mimosoideae)	Garruño	891.66 \pm 162.24 de	75.55
<i>Dysphania ambrosioides</i> (Amaranthaceae)	Epazote	945.99 \pm 903 de	74.06
<i>Carya illionensis</i> (Junglandaceae)	Nogal	974.38 \pm 718.48 de	73.28
<i>Nicotiana glauca</i> (Solanaceae)	Gigante	1270.32 \pm 270.48 bde	65.16
<i>Malva</i> sp. (Malvaceae)	Malva	2071.76 \pm 1485.44 abcde	43.19
<i>Leucaena leucocephala</i> (Fabaceae)	Guache	2711.92 \pm 833.24 abcde	25.63
<i>Equ Equisetum arvense</i> (Equisetaceae)	Cola de caballo	2943.73 \pm 957.07* abcde	19.28
Testigo sin extracto		3846.66 \pm 1440.9 abcd	0

*= medias de crecimiento de colonia del hongo *Pestalotiopsis* sp, seguidas por la misma letra no son diferentes estadísticamente mediante Tukey al 0.05%

Experimento en campo

El experimento se realizó en la localidad ‘Las Moras’ (Mesa Grande, Calvillo, Aguascalientes; 21° 47’ 09.4’’ y 102° 43’ 17.7’’ con una altitud de 1 827 msnm), donde se detectó una infestación de la enfermedad en frutos inmaduros (< 2 cm de diámetro) y un árbol con la presencia de ninfas y adultos de la chinche *Monalonion* sp. (Hemiptera: Miridae), considerado este como el vector de la enfermedad.

Una vez seleccionados los árboles, se eliminaron todos los frutos afectados y se aleatorizaron los tratamientos considerando un diseño de bloques al azar con nueve tratamientos y tres repeticiones, con los siguientes tratamientos: 1) Biogober® (BG) un producto comercial con base en extractos de gobernadora a dosis de 10 cc L⁻¹ de agua; 2) Extractos de eucalipto rojo *Eucalyptus camaldulensis* (EER) a dosis de 50 ml de infusión (40 g de follaje en 1.5 L de agua) por 1 L de agua; 3) Extracto de gobernadora *Larrea tridentata* (EG) en infusión preparado y mismas dosis como el EER; 4) extracto de eucalipto australiano *Eucalyptus gummifera* (EEA), elaborado y mismas dosis que tratamiento 2.5) oxiclورو de cobre Cupravit® (CU) a dosis de 5 g L⁻¹ de agua; 6) Metalaxyl + Clorotalonil con nombre comercial Ridomil Gold® (RG) a dosis de 5 g L⁻¹ de agua; 7) Mancozeb (MZ) a 5 g L⁻¹ de agua; 8) solo agua; y 9) insecticida Malation (M) a dosis de 3 cc L⁻¹ de agua.

Para mejorar la emulsión y la adherencia a la planta, a las preparaciones se les adicionaron 5 cc de Tamis® y 3 gotas de Tween 20® por litro de agua. La aplicación de los tratamientos se inició cuando la mayoría de los frutos tenían aproximadamente 2 cm de diámetro y se realizaron tres aplicaciones de los productos químicos y seis de los botánicos. Al final de las aplicaciones se contabilizó toda la fruta presente en cada árbol y se cosecharon todos los frutos afectados. Se determinó la incidencia (frutos sanos -frutos dañados) y la severidad determinada con la siguiente escala 0= no daño, 1= ligera 1-3 clavos <10% de daño, 2= moderada 5-7 clavos alrededor de 15 a 20% de daño, 3= fuerte >10 clavos y 40-60% de daño y 4= muy fuerte >70% (González *et al.*, 2009).

Los datos obtenidos se transformaron a media ponderada de la infección (Townsend y Heuberger, 1943) mediante la siguiente fórmula: $PI = [\sum(n \cdot v) / CM \cdot N] \cdot 100$. Donde: PI= media ponderada de infección, n= número de frutos por cada clase en la escala, v= valor numérico de cada clase, CM= categoría mayor, N= número total de frutos en la muestra. Para su análisis, los datos se transformaron a raíz cuadrada de X+0.5 para disminuir la varianza y se analizaron mediante el programa JMP de SAS y las diferencias entre medias se compararon mediante Tukey al 0.05%. Para determinar la efectividad biológica de los tratamientos, se aplicó la fórmula de Abbott (1987):

$\%E = [IT - It / IT] \cdot 100$, donde: %E= porcentaje de efectividad, IT= infección en el testigo, It= infección en el tratamiento.

Resultados y discusión

Efecto *in vitro* de la forma de elaboración de los extractos de plantas sobre *Pestalotiopsis* sp.

La maceración alcohólica (Cuadro 1) fue la que mostró la mayor inhibición del crecimiento del hongo, comparada con la maceración en agua o la infusión (7.6 mm), incluso inferior a los

tratamientos químicos (Fractal y Oxiclورو de cobre) con un crecimiento de 13.67 y 12.67 mm. Los extractos de higuera y olivo no mostraron efecto sobresaliente. El extracto comercial Biogober no mostró efectos significativos en la reducción del crecimiento del hongo que fueron similares al testigo con alcohol.

Respecto al bioensayo de los extractos alcohólicos concentrados con rotovapor (Cuadro 2) algunos extractos mostraron efectos de reducción del crecimiento del hongo superiores a 90% (jaral, aceitilla, mezquite, paraíso, olivo, trompillo, lantana, romero, ruda, venadilla, lengua de vaca y eucalipto australiano), similar al tratamiento con cobre que mostró un promedio de reducción de 96.65%. Los extractos de menor efecto sobre el crecimiento del hongo fueron: cola de caballo, huache y malva.

Evaluación de extractos en huertos comerciales

Los árboles bajo tratamiento tuvieron un promedio de 1 502 frutos árbol⁻¹ (rango de 585 a 3 729), en el establecimiento del experimento se encontró un promedio de 47 frutos con incidencia de clavo, con un rango de 0 a 361 frutos dañados por árbol (incidencia promedio de 3%).

En el Cuadro 3 se muestra el promedio de frutos dañados por árbol, donde se observó que sólo el tratamiento con el insecticida Malatión fue estadísticamente diferente del resto de los tratamientos. Los tratamientos con el menor número de frutos afectados fueron el Malatión y los eucaliptos australiano y rojo (5, 10 y 11 frutos dañados por árbol representando 0.5, 0.4 y 1% de daño respectivamente), mientras que los de mayor número de frutos afectados fueron: la gobernadora y el testigo con agua con 91 y 65 frutos dañados que representa 5.3 y 4.6% de daño respectivamente.

Cuadro 3. Efectividad de extractos de plantas para el control de *Pestalotiopsis clavispora* en campo.

Tratamientos	Frutos afectados por clavo		PI**	Efectividad***
	Número	(%)		
Biogober® (BG)	28 a*	2.2	0.886	51.38
Eucalipto rojo (EER)	11.3 a	1.0	0.376	79.35
Gobernadora (EG)	91.3 a	5.3	2.031	-11.49
Eucalipto australiano (EEA)	10.7 a	0.4	0.071	99.05
Fungicida preventivo (CU)	23.7 a	1.6	0.283	84.47
Fungicida curativo (RG)	23.3 a	3.2	1.327	27.14
Fungicida preventivo (MZ)	22.3 a	1.9	0.653	64.15
Insecticida (M)	5.3 b	0.5	0.154	91.55
Testigo absoluto	65.7 a	4.6	1.822	

* = media de frutos dañados por árbol, medias seguidas por la misma letra no son diferentes estadísticamente mediante Tukey al 0.05%; ** = porcentaje de infección de acuerdo a Townsend y Heuberger, 1943; *** = efectividad de tratamientos acorde a la fórmula de Abbot, 1987.

Los fungicidas de síntesis química como grupo presentaron daños similares entre ellos con 22 frutos dañados lo cual es un inferior al de Biogober con 28 frutos dañados (23, 23 y 22 frutos

respectivamente para CU, RG, MZ y BG). Cuando se observan los datos de porcentaje de daño con respecto del total de frutos presentes por árbol, los frutos dañados en los tratamientos con gobernadora y el testigo con agua representaron 5.3 y 4.6%, mientras que en el eucalipto australiano, rojo y el Malation representan el 0.4, 0.5 y 1%.

Respecto de la severidad (Figura 1), sólo los tratamientos de Malatión y eucalipto australiano no mostraron frutos con daños muy fuertes. En el testigo y en el extracto de Gobernadora se presentaron más de 10 frutos con daños fuertes y más de 25 frutos con daños medios. El eucalipto rojo, eucalipto australiano y el Malatión presentaron menos de 5 frutos con daños ligeros. En general, predominaron los daños ligeros en todos los tratamientos a excepción de los fungicidas Mancozeb y Ridomil donde predominó el daño ligero o no existió una tendencia.

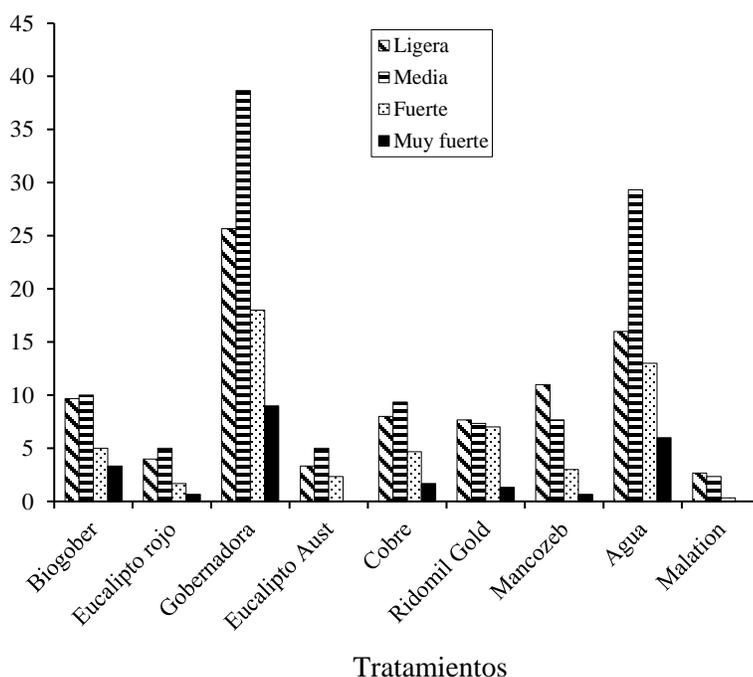


Figura 1. Grado de severidad en los daños ocasionados por *Pestalotiopsis* sp a frutos de guayaba bajo condiciones de campo, Aguascalientes en 2016

El porcentaje de infección (PI) (Cuadro 3) en general fue bajo. Se ubicó del 0.071 en el Eucalipto australiano (EEA) seguido por el Malatión y Eucalipto rojo (0.154 y 0.376 respectivamente) y el mayor porcentaje se observó en el extracto de Gobernadora (EG) con 2.031, superior aún al testigo con agua (1.822). De los fungicidas de síntesis química el de menor PI fue el producto con base a Cobre (CU con 0.283). Los mejores tratamientos para el control de la enfermedad fueron el EEA, Malatión, CU y ER con eficiencias del 99, 91, 84 y 79%.

Los resultados están acorde a los señalamientos de Parada (2005); Quijada y Gómez (2005) sobre la efectividad de los extractos de eucalipto en el control del clavo de la guayaba ocasionado por *Pestalotiopsis* spp. y refuerzan el uso de los extractos etanólicos de esta planta en el combate de enfermedades de plantas (Baños *et al.*, 2004; Alzate *et al.*, 2009; Cazar *et al.*, 2014), así como también se observó que al aplicar insecticidas contra el vector se reducen los daños ocasionados

por la enfermedad, reforzando el señalamiento de la presencia de un vector de la enfermedad en la región (Serrano *et al.*, 2018).

Conclusiones

En los bioensayos se encontraron plantas asociadas a los huertos de guayaba que pueden ser empleadas para el control de la enfermedad del clavo de la guayaba, de las cuales se pueden citar los extractos de jaral, aceitilla, mezquite, paraíso, olivo, trompillo, romero, ruda, venadilla, lengua de vaca y eucalipto. A nivel de campo los extractos de plantas de eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) y eucalipto australiano (*Corymbia (=Eucalyptus) gummifera*) mostraron porcentajes de daños similares al insecticida Malatión y menores que los observados con la aplicación de los fungicidas de síntesis química evaluados.

Se considera que los extractos de eucalipto rojo a dosis de 50 ml de infusión (40 g de follaje en 1.5 L de agua) por 1 L de agua aplicados en seis ocasiones son una opción para el control de la enfermedad sin el uso de productos de síntesis química. Los extractos artesanales de gobernadora (*Larrea tridentata*) no mostraron control eficiente de la enfermedad mientras que la formulación comercial con base en gobernadora solo fue ligeramente superior el daño que el de los fungicidas sintéticos. El insecticida Malatión fue uno de los mejores tratamientos en el control de esta enfermedad, lo cual muestra lo relevante del control del vector (*Monalonion* sp.). El uso de extractos de plantas representa una alternativa en el control *Pestalotiopsis clavispora* con un menor impacto ambiental.

Agradecimientos

Al programa de Doctorado en Ciencias en Biotecnología en Procesos Agropecuarios del Tecnológico Nacional de México (Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes) por permitirme realizar el trabajo de investigación y al CONACYT por el apoyo económico de la beca 2018 01NACF 03186. Al Sr. Joaquín Velasco Luévano por proporcionarnos las facilidades para el desarrollo del experimento en su huerto.

Literatura citada

- Abbot, W. S. 1987. Classic Paper: Abbott's Formula. A Method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Am. Mosquito Control Association. 3(2):302-303. <https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/JAMCA-V03-N2-P302-303.pdf>.
- Alzate, N. A.; López, V. K.; Marín, H. A. y Murillo, A. W. 2009. Evaluación preliminar de la actividad fungicida de los aceites esenciales de eucalipto (*Eucalyptus tereticornis*, Myrtaceae) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*, Rutaceae) sobre algunos hongos filamentosos. Revista Tumbaga. 4:59-71.
- Baños, P. E.; Zavaleta, M. E.; Colinas, M. T.; Luna, R. I.; Gutiérrez, A. J. A. 2004. Control biológico de *Colletotrichum gloeosporioides* [(Penz.) Penz. y Sacc.] en papaya Maradol Roja (*Carica papaya* L.) y fisiología postcosecha de frutos infectados. Rev. Mex. Fitopatol. 22(2):198-205. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61222206>.
- Biswas, B.; Rogers, K.; McLaughlin, F.; Daniels, D. and Yadav, A. 2013. Antimicrobial activities of leaf extracts of *Guava* L.) on two gram-negative and gram-positive bacteria.

- International journal of microbiology. Hindawi Publishing Corporation. Article ID 746165. 7 p. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/746165>.
- Cazar, M. E., Villena, P.; Parra, J.; Espinoza, V.; Larriva, G. y Caldas, A. 2014. Eficacia de extracto etanólico de *Eucalyptus globulus* en el control de *Alternaria* sp. en cultivos de col y patata. *Maskana* 5(1):33-41. <https://www.researchgate.net/publication/305719595>. DOI:10.18537/mskn.0501.03.
- Dhiman, A.; Nanda, A.; Ahmad, S. and Narasimhan, B. 2011. In vitro antimicrobial activity of methanolic leaf extract of *Psidium guajava* L. *J. Pharmacy and Bio. Sci.* 3(2):226-229. <http://dxdoi.org/10.4103/0975-7406.80776>.
- Farfán, F. P. D. 2005. Distribución espacio-temporal y daño causado por *Pestalotia* spp. En el fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en la hoya del río Suárez. Tesis de Licenciatura. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Tunja, Boyacá, Colombia. 57 p.
- Farr, D. F.; Rossman A. Y.; Palm, M. E. and McCray, E. B. 2008. Fungal database. Systematics Mycology and Microbiology laboratory. ARS. USDA. <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/new.allview.cfm?whichone =fungushosts&thisname>.
- González, G. E. 2002. Enfermedades y nematodos. *In: Guayaba, su cultivo en México.* González G., E. J. S.; Padilla, R. L.; Reyes, M. M. A.; Perales de la C. y Esquivel, V. F. (Eds.) Libro técnico núm. 1. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 112-127 pp. [file:///C:/Users/EGG/Descargas/Guayaba%20su%20cultivo%20en%20mexico%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/EGG/Descargas/Guayaba%20su%20cultivo%20en%20mexico%20(1).pdf).
- González, G. E.; Castillo, P. I.; Lozano, G. J.; Perales, de la C. M. A.; Padilla, R. J. S.; España L. M. P. y Pineda, D. C. 2008. Control de clavo en guayaba (*Pestalotia psidii* Pat.) con *Trichoderma lignorum* en Zitácuaro, Michoacán. *In: Memorias del XXXI Congreso Nacional de Control Biológico.* Sociedad Mexicana de Control Biológico. 426-429 p.
- González, G. E.; Padilla, R. J. S. y Perales, de la C. M. A. 2009. Estrategias para el manejo del clavo de la guayaba (*Pestalotiopsis psidii*). Folleto técnico núm. 40. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Ags. México. 29 p. <file:///C:/Users/EGG/Descargas/3809%20Estrategias%20para%20el%20manejo%20del%20Clavo%20de%20la%20Guayaba.pdf>.
- Kasar, P.; Maity, S. S.; Bhattacharya, R.; Chowdhury, A. K. and Khatua, D. C. 2006. Occurrence of guava fruit canker in west Bengal and bioassay of fungicides against pathogen. *J. Hortic.* No. 17. CAB Abstracts. <http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstracts.aspx?AcNo=20053079049>.
- Keith, L. M.; Velásquez, M. E. and Francis, T. 2006. Identification and characterization of *Pestalotiopsis* spp. causing scab disease of guava *Psidium guajava* in Hawaii. *Plant Dis.* 90(1):16-23. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0016>.
- Mendoza, E. C.; González, R. C.; Martínez, S. M. C.; Avelar, G. F. J.; Valdivia, F. A. G.; Aldana, M. M. L.; Rodríguez, O. G. y Jaramillo, J. F. 2015. Estudio de exposición a Malatión y Cipermetrina y su relación con el riesgo de daño renal en habitantes del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México. *Rev. Mex. Cienc. Farmacéuticas.* 46(3):62-72. <https://www.Redalyc.org/articulo.oa?id=57945705007>.
- Mishra, A. K. and Prakash, O. 1986. Studies on diseases of fruit crops. Annual report. Central Institute of Horticulture for Northern Plains. Luknow India. 67-68 pp.
- Mishra, A. K. 2004. Guava disease their symptoms, causes and management. *In: Disease of fruits and vegetables. Diagnosis and Management.* Naqvi, S. A. M. H. (Ed.). Kluwer Academic

- Publisher Netherlands. 81-119 pp. file:///C:/Users/EGG/Descargas/14GuavaDiseasestheirSymptomsCausesandManagement.pdf.
- Montiel, C. A. 1997. *Pestalotiopsis psidii* (Pat.) Mordue causante de necrosis de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) en plantaciones de los municipios Baralt y Mara del estado de Zulia. Revista de la Facultad de Agronomía. 14(3):341-347.
- Morera, M. R. y Blanco, M. H. 2009. Microorganismos asociados a frutos embolsados de guayaba Taiwanesa variedad Tai Kuo. Agron. Mesom. 20(2):339-349.
- Nieto, A. D. 1996. Fisiología, bioquímica y patógenos en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, México. 111 p.
- Parada, E. R. 2005. Evaluación de sustancias convencionales (fungicidas químicos) y no convencionales (extractos vegetales) para el control del agente causal de la peca del fruto en guayaba *Pestalotia versicolor* Speg. en el municipio de Vélez (Santander). Tesis de Licenciatura. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Tunja, Boyacá. Colombia. 58 p.
- Prakash, O. and Pandey, B. K. 2007. Current scenario of guava diseases in India and their integrated management. In: Proceedings first international guava symposium. Singh, G.; Kishum, R. and Chandra, E. (Eds.). Acta Horticulturae. 735(67):495-505.
- Quijada, R. O. y Gómez, S. R. 2005. Desarrollo tecnológico para el manejo poscosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela. Informe de avances de proyecto. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Zulia-Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Estación Experimental CIMPA (Programa Nacional de Procesos Industriales). Barbosa. <http://www.fontagro.org/projects/01-21-guayaba/III-infotec.01-021.pdf>.
- Ramírez, D. J. 2005. Evaluación de alternativas para el manejo integrado de *P. versicolor* Speg. En condiciones de campo en la provincia de Vélez, Santander. Tesis de licenciatura Ingeniero Agrónomo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agronómica. Tunja, Boyacá, Colombia. 105 p.
- Ray, S. K.; Jana, M.; Maity, S. S.; Bhattacharya, R. and Khatua, D. C. 2007. Fruit diseases of guava in West Bengal. In: Proceedings first international guava symposium. G. Singh, R. Kishum, and E. Chandra (eds.) Acta Hortic. 735(69):525-531. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.735.69>.
- Rodríguez, P. A.; Ramírez, A. M.; Bautista, B. S.; Cruz, T. A. y Rivero, D. 2012. Actividad Antifúngica de extractos de *Acacia farnesiana* sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Revista Científica UDO Agrícola. 12(1):91-96. file:///C:/Users/EGG/Descargas/Dialnet-ActividadAntifungicaDeExtractosDeAcaciaFarnesianaS-4277990.pdf.
- Serrano, G. C.; González, G. E.; Padilla, R. J. S. y De Lira, R.K.V. 2018. Manejo Integrado de *Pestalotiopsis clavispora* agente causal del clavo de la guayaba en Calvillo. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. Desplegable para productores número 65. 6 p.
- Solarte, F. C. German, M. S. S. N. Maharachchikumbura y E. Álvarez. 2017. Diversity of *Neopestalotiopsis* and *Pestalotiopsis* spp., causal agents of guava scab in Colombia. Plant Dis. 102(1):49-59. <https://www.researchgate.net/publication/319147557>.
- Townsend, G. R. and Heuberger, J. W. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicidal treatments. Plant Dis. Reporter. 27(17):340-343.
- Villamizar, Q. C.; Gómez, S. R.; Parra, G. R. y J. Bautista. 2003. Embolsado de frutos de guayaba con diferentes materiales biodegradables. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Centro de Investigación para el mejoramiento de la Agroindustria Panelera.

Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. Barbosa, Santander, Colombia. 32 p. <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4101/1/113.pdf>.