

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES CON ASPERSIONES DE ACEITE REFINADO EN EL CULTIVO DEL LIMÓN MEXICANO (*Citrus aurantifolia*)

Mario Orozco-Santos, Karina García-Mariscal, José Luis Vázquez-Jiménez y Marciano Manuel Robles-González. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México 28100. Correspondencia: orozco.mario@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

México ocupa el sexto lugar como productor de cítricos en el ámbito mundial con una superficie cultivada de aproximadamente 508,000 hectáreas y un volumen de producción de 6.29 millones de toneladas de fruta. La naranja es la especie cítrica más importante con un 66.8 % de la superficie cultivada a escala nacional y en segundo término los limones (limón mexicano, persa y verdadero) con 29.8%. Las principales regiones cítricas de México se localizan en el noreste y noroeste del país, costas del Golfo de México, península de Yucatán y en la vertiente del Pacífico se encuentra la planicie costera del noroeste (Sonora) y en las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, así como en el Valle de Apatzingán, Mich. (SIAP, 2008). En el caso de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* Christm. (Swingle)], México es el primer productor en el mundo. Para el año 2004 se registró una superficie de 95,511 hectáreas con una producción cercana a las 1.25 millones de toneladas anuales y un valor de la producción de 2,053 millones de pesos (SAGARPA, 2004). Las principales áreas productoras de limón mexicano se localizan en la región costera de los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. La agroindustria del limón mexicano es una fuente valiosa de riqueza para los estados dedicados a su cultivo, ya que alrededor de ella existe una importante infraestructura en empaques, plantas industrializadoras, empresas de servicios e insumos y talleres de armado de cajas para el empaque de fruta (Medina *et al.* 2001).

Los cítricos son afectados por diversas plagas y enfermedades que afectan el desarrollo normal de los árboles y ocasiona daños en el rendimiento y calidad de los frutos. Entre las plagas más importantes se encuentran algunas especies de pulgones y escamas, ácaros, arañas, minador, psílido asiático, entre otras. Una plaga de importancia económica en cítricos y de reciente aparición en Centroamérica, Norteamérica y el Caribe es el psílido Asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama (Halbert y Núñez, 2004; Halbert y Manjunath, 2004). En México, se registró oficialmente por primera vez en Abril del 2004 en la localidad de Arroyo Seco en el estado de Querétaro (DGSV, 2004a). En el estado de Colima se confirmó en el mes de Agosto del 2004 (DGSV, 2004b). Los adultos y ninfas causan daño directo al alimentarse de la savia de hojas y brotes tiernos que se manifiesta como distorsión foliar y reducción del tamaño de los brotes. Asimismo, el insecto propicia la excreción de material ceroso y mielecilla, en donde se desarrolla el hongo causante de la fumagina (Orozco-Santos *et al.* 2006). Otra plagas importante lo constituye la araña roja (*Panonychus citri* McGregor), ya que ocasiona daños en las hojas, provocando un amarillamiento de las áreas infestadas. Este arácnido prefiere el envés de las hojas maduras. En ataques severos puede causar la muerte o caída de las hojas (Cartwright y

Browning, 2007). La presencia de esta plaga está relacionada con la prevalencia de condiciones secas, calientes y con baja humedad relativa (Medina-Urrutia *et al.* 2001). El control químico es la alternativa más utilizada para su manejo en huertos comerciales de cítricos. Este tipo de plaga es controlada con acaricidas sintéticos y aceites agrícolas (y Browning y Cartwright, 2007). Finalmente, la escama de nieve es una plaga que se presenta en huertos de cítricos con deficiencias de manejo. Ataca hojas, frutos, ramas y troncos. En altas poblaciones provoca amarillamiento de las hojas y en troncos y ramas es capaz de provocar rajaduras de la corteza. Su control se basa en aplicaciones de insecticidas (Medina-Urrutia *et al.* 2001).

Las enfermedades más importantes se encuentran la mancha grasienta, antracnosis, gomosis, melanosis, roña, fumagina, mohos del fruto y algas (Orozco-Santos, 2001). La mancha grasienta es causada por el hongo *Mycosphaerella citri* Whiteside y se presenta en regiones donde ocurren de manera simultánea períodos prolongados con humedad relativa cercana al 100 % y temperaturas altas. En ataques severos, la mancha grasienta ocasiona defoliaciones importantes, que reducen la capacidad fotosintética y el vigor del árbol. Su incidencia es más fuerte en toronja, limones y naranjas de maduración temprana seguido por naranja 'Valencia' y mandarinas (Timmer y Gottwald, 2000). Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en el envés de la hoja como un ligero ampollamiento, mientras que por el haz se observa un amarillamiento del tejido. El área ampollada se torna a color naranja y después a café o negro. La enfermedad avanza hasta formar una mancha de aspecto grasoso. Las hojas afectadas se tornan de color amarillento y posteriormente caen (Whiteside, 1970; Timmer y Gottwald, 2000). Este patógeno tiene un largo período de incubación; la infección ocurre principalmente en el verano, pero los síntomas no aparecen hasta dos o nueve meses más tarde, dependiendo de la variedad afectada. La defoliación inicia a fines del invierno o principios de primavera. En los árboles severamente defoliados se reduce la producción del año siguiente (Orozco-Santos, 2001). La mancha grasienta se controla eficientemente con fungicidas a base de cobre, benomyl y citrolina (Whiteside, 1971; Timmer y Gottwald, 2000). El alga de los cítricos afecta con severidad los huertos de cítricos mal atendidos. En infecciones severas el daño puede ser tan grave que reduce el crecimiento de los árboles. En las hojas se observan las colonias del alga como un crecimiento afelpado, de forma circular, sin borde definido, coloración verde-café, que posteriormente se tornan de color rojo ladrillo durante la época de lluvias. Estas lesiones, al unirse, cubren la mayor parte de la hoja y ocasionan su caída. En ataques severos, las algas colonizan las ramas y causan el engrosamiento de la corteza alrededor de las colonias. Con el tiempo, la corteza se agrieta, se levanta y produce pequeñas lesiones o "tiras" de forma irregular. Cuando las condiciones les favorecen pueden ocasionar la muerte de ramas pequeñas (Timmer y Gottwald, 2000). El causante de esta enfermedad es el alga *Cephaleuros virescens* Kunze (sinónimo de *C. mycoidea* Karst). Para el control de la enfermedad se recomienda un manejo adecuado del huerto, haciendo énfasis en las podas de saneamiento y aspersión de productos a base de cobre. En aquellos huertos que reciben rutinariamente aspersiones de fungicidas para el control de mancha foliar de los cítricos, antracnosis, mancha grasienta o melanosis, la enfermedad no llega a ser un problema importante (Medina-Urrutia *et al.*, 2001).

El PureSpay Foliar 22E es un aceite mineral parafínico, refinado, derivado del petróleo y formulado como concentrado emulsificable. El producto contiene un 98.3% de ingrediente

activo. Actúa por contacto, produciendo la muerte de las plagas por asfixia. Este aceite posee acción sobre algunas plagas y enfermedades de los cítricos de importancia económica en cítricos (araña roja, escamas, pulgones, psílido Asiático, minador, ácaros, mancha grasienta y algas).

OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio fueron:

1. Evaluar la efectividad biológica de tres dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E para el control del psílido Asiático (*Diaphorina citri*), Araña roja (*Panonychus citri*) y escama de nieve (*Unaspis citri*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.
2. Evaluar la efectividad biológica de cuatro dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E para el control de mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) y alga de los cítricos (*Cephaleuros virescens*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.
3. Evaluar la posible fitotoxicidad de la aplicación foliar de tres dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante los meses de Abril del 2007 a Enero del 2008 en tres huertos comerciales de limón mexicano localizados en el municipio de Tecomán, Colima, México.

Efecto del PureSpray Foliar 22 E sobre plagas

Se evaluó el efecto de tres dosis del aceite PureSpray Foliar 22E (aceite refinado derivado del petróleo) en comparación con Anasef T (aceite parafínico) y un testigo sin aplicación (Cuadro 1). Todos los tratamientos se aplicaron en mezcla con agua. Las aplicaciones se realizaron con una bomba motorizada de pistolas tipo parihuela marca Still. Este tipo de aspersora se utiliza en huertos comerciales para el control de plagas y enfermedades. Las aplicaciones fueron dirigidas a todo el follaje de los árboles. La aspersora se calibró para aplicar un volumen promedio de 1,100 litros de solución por hectárea.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con 5 tratamientos y 5 repeticiones, tomando como parcela experimental 3 árboles de limón mexicano plantados a una distancia de 10 x 5 m. La parcela útil será el árbol central en cada repetición. Se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos a intervalos de 30 días de acuerdo al estado fenológico del cultivo. La primera aplicación se realizó cuando existan poblaciones de las plagas a evaluar en el follaje del limón mexicano. Los tratamientos y las dosis, se presentan en el Cuadro 1. Se realizaron cuatro muestreos para evaluar la incidencia de las plagas en el follaje del limón mexicano: un muestreo previo al establecimiento del estudio

y tres muestreos distribuidos de la siguiente manera: 7 días después de la primera aplicación, 29 días de la primera aplicación (antes de la segunda aplicación) y el último muestreo se realizó a los 7 días después de la segunda aplicación. El tamaño de muestra fue de 3 árboles de limón mexicano, tomando el árbol central como parcela útil.

Cuadro 1. Tratamientos y dosis evaluadas en el estudio de efectividad biológica del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E para el control de para el control del psílido Asiático (*Diaphorina citri*), Araña roja (*Panonychus citri*) y escama de nieve (*Unaspis citri*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.

TRATAMIENTOS	DOSIS (Litros de P.F*./100 l de agua)
1. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	1.0
2. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	2.0
3. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	3.0
4. Anasef T (Aceite parafínico de petróleo)	1.0
5. Testigo (sin aplicación)	-

P.F.*= Producto formulado. Se utilizará un equipo de aspersión de pistolas con un gasto de 1,000 l/ha.

Psílido asiático (*Diaphorina citri*). Se evaluó el número de psílicos en brotes de árboles de limón mexicano. Previo a la primera aplicación de los tratamientos, se marcaron 10 brotes por árbol con presencia de la plaga. En cada brote se cuantificó antes (0 días) y después de la primera aplicación (7 días) el número de psílicos vivos en estados inmaduros (ninfas). Asimismo, a los 7 días después de la segunda aplicación se realizó otra evaluación del psílido en brotes jóvenes (7 a 10 días de edad) tomados al azar. La evaluación se realizó con la ayuda de una lupa de 10X.

Araña roja (*Panonychus citri*). Se determinó el número de arañas vivas (estados móviles) por hoja tomando como unidad experimental 10 hojas por árbol. Previo a la primera aplicación de los tratamientos, se marcaron 10 hojas por árbol con presencia de la plaga. En cada hoja se cuantificó el número de arañas vivas (móviles) antes (0 días) y a los 7 días después de la primera aplicación. Otra evaluación fue realizada en estos brotes a los 0 y 7 días después de la segunda aplicación. La evaluación se hizo con la ayuda de una lupa de 10X.

Escama de nieve (*Unaspis citri*). Se determinó el número de escamas vivas por hoja tomando como unidad experimental 10 hojas por árbol. Previo a la primera aplicación de los tratamientos, se marcaron 10 hojas por árbol. En cada hoja se cuantificó el número de escamas vivas antes (0 días) y a los 7 días después de la primera aplicación. Sin

embargo, al hacer observaciones de las escamas a los 7 días después de la primera aplicación, no fue posible distinguir los insectos vivos de los muertos, por lo que se decidió hacer la evaluación hasta el muestreo programado el 6 de junio del 2007 (37 días después de la primera aplicación). La evaluación se realizó con la ayuda de una lupa de 10X.

Efecto del PureSpray Foliar 22 E sobre enfermedades

Se evaluó el efecto de cuatro dosis del aceite PureSpray Foliar 22E (aceite refinado derivado del petróleo) en comparación con Anasef T (aceite parafínico) y un testigo sin aplicación (Cuadro 2). Todos los tratamientos se aplicaron en mezcla con agua. Las aplicaciones se realizaron con una bomba motorizada de pistolas tipo parihuela marca Still. Este tipo de aspersora se utiliza en huertos comerciales para el control de plagas y enfermedades. Las aplicaciones fueron dirigidas a todo el follaje de los árboles. La aspersora se calibró para aplicar un volumen promedio de 1,100 litros de solución por hectárea.

Cuadro 2. Tratamientos y dosis evaluadas en el estudio de efectividad biológica del aceite agrícola agrícola PureSpray Foliar 22E para el control de mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) y alga de los cítricos (*Cephaleuros virescens*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.

TRATAMIENTOS	DOSIS (Litros de P.F*/100 l de agua)
1. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	0.75
2. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	1.0
3. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	2.0
4. PureSpray Foliar 22E (Aceite refinado de petróleo)	3.0
5. Anasef T (Aceite parafínico de petróleo)	1.0
6. Testigo (sin aplicación)	-

P.F.*= Producto formulado. Se utilizó un equipo de aspersión de pistolas con un gasto de 1,100 l/ha.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar con 6 tratamientos y 5 repeticiones, tomando como parcela experimental 3 árboles de limón mexicano plantados a una distancia de 10 x 5 m. La parcela consistió del árbol central en cada repetición.

Se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos a intervalos de 30 días de acuerdo al estado fenológico del cultivo. La primera aplicación se realizó cuando los brotes de limón mexicano estuvieron completamente expandidos y tenían alrededor de un mes de edad.

Las aplicaciones se realizaron con una bomba de pistolas con un gasto de 1,100 litros/ha. Los tratamientos y las dosis se presentan en el Cuadro 1. Se realizaron tres muestreos para evaluar la incidencia de las enfermedades en el follaje del limón mexicano: un muestreo previo al establecimiento del estudio y dos muestreos con una periodicidad de 2 y 4 meses después de la aplicación. El tamaño de muestra fue de 3 árboles de limón mexicano, tomando el árbol central como parcela útil.

Mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*). Se cuantificó la severidad de mancha grasienta en 20 brotes/árbol del cultivo de limón mexicano. Previo a la primera aplicación de los tratamientos, se marcaron 20 brotes por árbol de alrededor de un mes de edad. La evaluación previa se realizó en follaje de 4 a 5 meses de edad para garantizar una adecuada fuente de inóculo de la enfermedad. Los siguientes muestreos (a los 2 y 4 meses) se realizaron en los brotes marcados siguiendo la metodología empleada por Whiteside (1977) y Orozco-Santos (1987). En cada hoja de los brotes marcados se estimó el porcentaje de área foliar enferma por mancha grasienta. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses, considerando el largo período de incubación de este hongo (3 a 4 meses).

Alga de los cítricos (*Cephaleuros virescens*). Se determinó la severidad del alga de los cítricos en 20 brotes/árbol del cultivo de limón mexicano. Previo a la primera aplicación de los tratamientos, se marcaron 20 brotes por árbol de alrededor de un mes de edad. La evaluación previa se realizó en follaje de 4 a 5 meses de edad para garantizar una adecuada fuente de inóculo de la enfermedad. Los siguientes muestreos (2 y 4 meses después de la primera aplicación) se realizaron en los brotes marcados. En cada hoja de los brotes marcados se estimó el porcentaje de área foliar enferma por el alga, haciendo las evaluaciones de acuerdo a la escala que se utilizó para mancha grasienta (Figura 1), debido a que la sintomatología del alga es similar a la de mancha grasienta. Las evaluaciones se realizaron a los 2 y 4 meses, considerando que también este microorganismo tiene un largo período de incubación (3 a 4 meses).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del Aceite PureSpray Foliar 22E sobre el Psílido Asiático

Ninfas del Psílido Asiático. La información relacionada con el efecto de la aplicación del aceite PureSpray Foliar 22E sobre la población de ninfas del psílido Asiático en brotes de limón mexicano se presenta en el Cuadro No. 3. En el muestreo de la plaga, previo a la primera aplicación de los tratamientos (30/Abr/07), la población del psílido resultó elevada en toda la parcela experimental y no se registró diferencia significativa entre todos los tratamientos. En este muestreo inicial, se presentaron poblaciones promedio de 9.3 a 13.2 ninfas/brote.

El efecto de la aplicación de cualquiera de las dosis del PureSpray Foliar 22E (1.0, 2.0 y 3.0%) sobre el abatimiento de las poblaciones de ninfas de *D. citri* fue evidente a los 7 días después de la primera aplicación (7/May/07) y no se registraron diferencias estadísticas entre las dosis evaluadas (Cuadro 3). Todas las dosis del PureSpray Foliar

22E redujeron significativamente el número de ninfas del psílido en comparación al testigo sin control. Los árboles tratados con el PureSpray Foliar 22E tuvieron de 0.2 a 2.7 individuos por brote, mientras que el tratamiento testigo registró 11.5 ninfas/brote. Las dosis media (2.0%) y alta (3.0%) de PureSpray Foliar 22E tuvieron una tendencia en mayor disminución de la población del psílido, las cuales registraron 0.6 y 0.2 insectos inmaduros/brote, respectivamente. La dosis baja de PureSpray Foliar 22E presentó 2.7 ninfas por brote. El tratamiento de Anasef T a razón de 1 litro/100 litros de agua (1.0%) tuvieron una población de 3.6 psílicos/brote. A los 7 días después de la primera aplicación, la población de la plaga se redujo notablemente (menos de cuatro individuos/brote) en todos los tratamientos de aceite agrícola (PureSpray Foliar 22E y Anasef T). En cambio en las parcelas del testigo, la infestación del psílido Asiático se incrementó en un 5.5% con relación al muestreo realizado siete días antes.

La segunda aplicación de los tratamientos de PureSpray Foliar 22E realizada el 30/May/07 permitieron mantener en bajos niveles la población del psílido Asiático, lo cual se demuestra en el último muestreo realizado el 6/Jun/07 (Cuadro 3). A los siete días después de la segunda aplicación, todas las dosis del PureSpray Foliar 22E presentaron un control similar, registrando de 0.4 a 0.9 ninfas/brote. Los árboles tratados con Anasef T presentaron una infestación de 1.3 insectos inmaduros/brote, siendo estadísticamente igual al control obtenido con el PureSpray Foliar 22E. En el tratamiento testigo, la infestación del psílido fue de 5.8 individuos/brote.

Durante el ensayo, a través del tiempo se observó un abatimiento general de las poblaciones del psílido Asiático con la aplicación de cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E (1.0, 2.0 y 3.0%). A los 7 días de la primera aplicación, las tres dosis redujeron notablemente el número de ninfas con relación al testigo sin control. No hubo diferencia significativa entre dosis. Los tratamientos de PureSpray Foliar 22E abatieron las poblaciones del psílido en un 79.5, 94.4 y 95.7% con la dosis baja (1.0%), media (2.0%) alta (3.0%), respectivamente con relación a la población inicial del muestreo previo. En cambio, en el tratamiento de Anasef T (1.0%) la reducción fue de 67.0%, mientras que en el testigo la población se incrementó en un 5.5%. En el tratamiento testigo, en la brotación marcada a finales de Abril (30/Abr/07) se registró una población elevada del insecto (10.9 ninfas/brote) y se incrementó ligeramente a los siete días después (hasta 11.5 insectos inmaduros/brote). Al madurar los brotes del tratamiento testigo, las hojas presentaron deformaciones y reducción en crecimiento. Una vez maduros, la población del psílido disminuyó, ya que prefieren los brotes jóvenes. En una segunda brotación emergida a principios de Junio, la población del psílido en el tratamiento testigo fue menor que en el flujo vegetativo previo, ya que registró una infestación de 5.8 ninfas/brote. En cambio en todos los tratamientos con PureSpray Foliar 22E se tuvo un bajo número de psílicos por brote: 0.4 a 0.9 insectos inmaduros/brote.

Efecto del Aceite PureSpray Foliar 22E sobre araña roja

Individuos de araña roja. El efecto de la aplicación del aceite PureSpray Foliar 22E sobre la población de araña roja en hojas de limón mexicano se presenta en el Cuadro No. 4. En el muestreo previo de la plaga (30/Abr/07), se registraron altas poblaciones de araña roja y daños fuertes en el follaje en toda la parcela experimental. En este muestreo inicial, se

presentaron poblaciones promedio de 21.7 a 25.5 individuos de araña roja/hoja en todos los tratamientos, no registrándose diferencia significativa entre ellos.

El efecto de la aplicación del PureSpray Foliar 22E sobre el abatimiento de las poblaciones de araña roja fue notorio a los 7 días después de la primera aplicación (7/May/07) (Cuadro 4). Todas las dosis del PureSpray Foliar 22E (1.0, 2.0 y 3.0%) redujeron significativamente el número de arañas en comparación al testigo sin control. Las parcelas tratadas con el PureSpray Foliar 22E tuvieron de 0.3 a 1.2 individuos por hoja, mientras que el tratamiento testigo registró en promedio 23.7 arañas/hoja. Las dosis baja (1.0%), media (2.0%) y alta (3.0%) de PureSpray Foliar 22E tuvieron 1.2, 0.3 y 0.6 arañas/hoja, no registrándose diferencias estadísticas significativas entre dosis. El tratamiento de Anasef T a razón de 1.0% tuvo una población de 1.5 arañas/hoja y resultó estadísticamente igual a cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E. A los 7 días después de la primera aplicación, la población de la plaga se redujo notablemente (menos de 1.2 individuos/hoja) en todos los tratamientos de aceite agrícola (PureSpray Foliar 22E y Anasef T). En cambio en las parcelas del testigo, la infestación de araña roja se mantuvo en los mismos niveles con relación al muestreo realizado siete días antes.

En el muestreo previo a la segunda aplicación de tratamientos realizado el 30/May/07, la población general de araña roja en el follaje del limón mexicano se redujo significativamente en todos los tratamientos, incluyendo el testigo sin control. Los árboles tratados con PureSpray Foliar 22E y Anasef T registraron entre 0.3 y 0.4 arañas/hoja, mientras que el testigo tuvo 1.7 arañas. Este marcado abatimiento de la plaga se puede atribuir a la baja disponibilidad de hojas nuevas y a la cercanía del período de lluvias. En el muestreo del 6/Jun/07 (7 días después de la segunda aplicación de tratamientos), la infestación de araña roja en los árboles aplicados con PureSpray Foliar 22E se redujo a niveles muy bajos (0.06 a 0.08 arañas/hoja). En cambio en el testigo, la población de la plaga resultó muy semejante al muestreo del 30/May/07. El tratamiento de Anasef T presentó poblaciones estadísticamente similares a cualquiera de las dosis del PureSpray Foliar 22E. En los dos últimos muestreos (30/May/07 y 6/Jun/07) se observaron daños severos de araña roja en el follaje de los árboles testigo, producto de las altas infestaciones registradas al inicio del estudio. El daño consistió en áreas amarillentas en la mayoría de las hojas y manchado de los frutos en desarrollo.

Efecto del Aceite PureSpray Foliar 22E sobre escama de nieve

Individuos de escama de nieve. En el muestreo previo (30/Abr/07) a la aplicación de los tratamientos se marcaron hojas de limón mexicano con presencia de escama de nieve. Las poblaciones fluctuaron entre 27.7 a 29.0 escamas por hoja en todos los tratamientos con PureSpray Foliar 22E, Anasef T y el testigo. No hubo diferencia significativa entre la población de los diferentes tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 3. Efecto de la aplicación de tres dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E (aceite refinado de petróleo) sobre la población de ninfas del psílido Asiático (*Diaphorina citri*) en el cultivo de limón mexicano en la costa del estado de Colima, México.

Tratamiento (Dosis/100 l de agua)	Ninfas del Psílido Asiático/brote (No.) ^z		
	Fechas de muestreo		
	30/Abr/07 ^y	7/May/07	6/Jun/07
PureSpray Foliar 22E (1.0 l)	13.2 a	2.7 b	0.9 b
PureSpray Foliar 22E (2.0 l)	10.7 a	0.6 b	0.5 b
PureSpray Foliar 22E (3.0 l)	9.3 a	0.2 b	0.4 b
Anasef-T (1.0 l)	10.9 a	3.6 b	1.3 b
Testigo (sin aplicación)	10.9 a	11.5 a	5.8 a

^z = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^y = Fecha del muestreo previo del Psílido Asiático.

Cuadro 4. Efecto de la aplicación de tres dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E (aceite refinado de petróleo) sobre la población de araña roja (*Panonychus citri*) en el cultivo de limón mexicano en la costa del estado de Colima, México.

Tratamiento (Dosis/100 l de agua)	Individuos de araña roja/hoja (No.) ^z			
	Fechas de muestreo			
	30/Abr/07 ^y	7/May/07	30/May/07	6/Jun/07
PureSpray Foliar 22E (1.0 l)	24.0 a	1.2 b	0.3 b	0.08 b
PureSpray Foliar 22E (2.0 l)	21.7 a	0.3 b	0.3 b	0.06 b
PureSpray Foliar 22E (3.0 l)	22.8 a	0.6 b	0.4 b	0.06 b
Anasef-T (1.0 l)	25.5 a	1.5 b	0.4 b	0.08 b
Testigo (sin aplicación)	23.7 a	23.7 a	1.7 a	1.38 a

^z = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^y = Fecha del muestreo previo de araña roja.

El efecto de la aplicación del PureSpray Foliar 22E sobre la población de escama de nieve en hojas de limón mexicano fue posible medirlo hasta el muestreo realizado el 6/Jun/07 (37 y 7 días después de la primera y segunda aplicación, respectivamente), ya que en el muestreo hecho una semana después de la primera aplicación (7/May/07) no se pudo diferenciar los individuos vivos de los muertos. La coloración de la escama de nieve es un signo para poder separar ambos tipos de individuos. Cuando una escama muere, se torna de un color oscuro, contrastando con el color blanco de los insectos vivos. Por esta razón, únicamente se realizó un solo muestreo el día 6/Jul/07, en el cual se registró un adecuado control de la plaga. Todas las dosis del PureSpray Foliar 22E (1.0, 2.0 y 3.0%) redujeron significativamente el número de escamas de nieve en comparación al testigo sin control. Las parcelas tratadas con el PureSpray Foliar 22E tuvieron de 1.7 a 2.6 individuos por hoja, mientras que el tratamiento testigo registró en promedio 33.6 escamas/hoja. Las dosis baja (1.0%), media (2.0%) y alta (3.0%) de PureSpray Foliar 22E tuvieron 2.6, 1.7 y 1.8 escamas/hoja, no registrándose diferencias estadísticas significativas entre las dosis. El tratamiento de Anasef T a razón de 1.0% tuvo una población de 2.9 individuos/hoja y resultó estadísticamente igual a cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E.

Las dos aplicaciones de cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E (1.0, 2.0 y 3.0%) redujo notablemente la población de escama de nieve con relación al testigo sin control. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre las dosis evaluadas. Los tratamientos de PureSpray Foliar 22E abatieron las poblaciones de escamas en un 91.0, 94.2 y 93.5% con la dosis baja (1.0%), media (2.0%) alta (3.0%), respectivamente con relación a la población inicial del muestreo previo. El tratamiento de Anasef T (1.0%) tuvo una reducción de 89.7% y en el testigo la población se incrementó en un 17.1%.

Los resultados del presente trabajo confirman el potencial de los aceites refinados de petróleo (PureSpray Foliar 22E) en el control de algunas plagas del limón mexicano: psílido Asiático (*Diaphorina citri*), Araña roja (*Panonychus citri*) y escama de nieve (*Unaspis citri*). Las tres dosis evaluadas de PureSpray Foliar 22E tuvieron un abatimiento de las poblaciones de la plaga con relación al testigo sin control. En el caso de *D. citri*, la población de ninfas fue abatida significativamente con una sola aplicación a niveles que no causaron problemas en el follaje (distorsión y reducción en el crecimiento de los brotes). Sin embargo, al final del estudio se observó una mejor eficacia de las dosis media (2.0%) y (3.0% en comparación a la dosis baja (1.0%). Las observaciones de campo hechas en los brotes aplicados con el PureSpray Foliar 22E mostraron que la sanidad del follaje fue similar entre las tres concentraciones del aceite. La infestación de araña roja también fue abatida con la aplicación del PureSpray Foliar 22E, mostrando eficacias superiores al 94.9% con cualquiera de las tres dosis. Finalmente, el PureSpray Foliar 22E también tuvo una excelente eficacia sobre la escama de nieve, registrando un control superior al 92.3%. Además, la aplicación de cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E no causaron síntomas permanentes de toxicidad al cultivo de limón mexicano. La resistencia de artrópodos a plaguicidas es un problema serio en muchos cultivos agrícolas. Un método para manejar resistencia es reduciendo la presión de selección de los plaguicidas mediante la rotación de grupos químicos diferentes y limitando aplicaciones repetidas de compuestos de la misma clase (Price *et al.* 2002). La inclusión de aceites agrícolas con propiedades insecticidas en los programas de manejo de resistencia es una práctica recomendada en

diversos cultivos para el control de pulgones, escamas, mosca blanca, psílicos y araña roja (Cranshaw, 2003). La efectividad biológica del PureSpray Foliar 22E en el control del psílido Asiático, araña roja y escama de nieve ha sido demostrada en el presente estudio, por lo que es factible su uso en los programas de manejo de estas plagas en el cultivo de cítricos.

Efecto del Aceite PureSpray Foliar 22E sobre Mancha Grasienta

Área Foliar Afectada por Mancha Grasienta. La información relacionada con el efecto de la aplicación del aceite PureSpray Foliar 22E sobre el porcentaje de área foliar afectada por mancha grasienta en el follaje del limón mexicano se presenta en el Cuadro No. 6. En el muestreo de la enfermedad, previo a la primera aplicación de los tratamientos (27/Sep/07), la severidad de mancha grasienta resultó con una incidencia media en toda la parcela experimental y no se registró diferencia significativa entre todos los tratamientos. En este muestreo inicial, se presentaron infecciones promedio de 12.78 a 15.93% de área foliar enferma.

En el segundo muestreo realizado el 27/Nov/07, el tratamiento testigo sin aplicación registró los primeros síntomas de mancha grasienta con un 0.18% de área foliar afectada (Cuadro 6). En cambio en todos los tratamientos con el aceite PureSpray Foliar 22E (0.75, 1.0, 2.0 y 3.0%) y el Anasef-T la severidad de la enfermedad fue nula. La prueba de comparación de medias (Tukey al 95% de probabilidad) evidenció diferencias significativas entre todos los tratamientos con aceite refinado (PureSpray Foliar 22E y Anasef-T) con el testigo sin aplicación. Sin embargo, el porcentaje de área foliar enferma por mancha grasienta registrada en el tratamiento sin control se considera bajo y no es suficiente para causar defoliación en el follaje del limón mexicano.

El efecto más importante de la aplicación de cualquiera de las dosis del PureSpray Foliar 22E (0.75, 1.0, 2.0 y 3.0%) sobre la severidad de mancha grasienta fue evidente a los cuatro meses después de la primera aplicación (28/Ene/08) y no se registraron diferencias estadísticas entre las dosis evaluadas (Cuadro 6). Todas las dosis del PureSpray Foliar 22E redujeron significativamente el porcentaje de área foliar afectada en comparación al testigo sin control. Los árboles tratados con el PureSpray Foliar 22E tuvieron de 0.06 a 0.34% de severidad, mientras que el tratamiento testigo registró 32.05% de área foliar enferma. El tratamiento de Anasef T a razón de 1 litro/100 litros de agua (1.0%) presentó una severidad de 0.72%. A los cuatro meses después de la primera aplicación, la severidad de mancha grasienta se redujo significativamente con relación al muestreo previo, en todos los tratamientos de aceite agrícola (PureSpray Foliar 22E y Anasef T). En cambio en los árboles testigo, la infección de la enfermedad se incrementó en un 118% con relación al muestreo realizado en el muestreo previo.

Cuadro 5. Efecto de la aplicación de tres dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E (aceite refinado de petróleo) sobre la población de escama de nieve (*Unaspis citri*) en el cultivo de limón mexicano en la costa del estado de Colima, México.

Tratamiento (Dosis/100 l de agua)	Individuos de escama de nieve/hoja (No.) ^z	
	Fechas de muestreo	
	30/Abr/07 ^y	6/Jun/07
PureSpray Foliar 22E (1.0 l)	29.0 a	2.6 b
PureSpray Foliar 22E (2.0 l)	29.7 a	1.7 b
PureSpray Foliar 22E (3.0 l)	27.7 a	1.8 b
Anasef-T (1.0 l)	28.1 a	2.9 b
Testigo (sin aplicación)	28.7 a	33.6 a

^z = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^y = Fecha del muestreo previo de escama de nieve

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de cuatro dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E (aceite refinado de petróleo) sobre el área foliar afectada por mancha grasienta (*Mycosphaerella citri*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.

Tratamiento (Dosis/100 l de agua)	Área foliar afectada por mancha grasienta (%) ^z		
	Fechas de muestreo		
	27/Sep/07 ^y	27/Nov/07	28/Ene/08
Pure Spray Foliar 22E (0.75 l)	13.13 a	0.0 a	0.34 b
PureSpray Foliar 22E (1.0 l)	12.78 a	0.0 a	0.07 b
PureSpray Foliar 22E (2.0 l)	13.05 a	0.0 a	0.10 b
PureSpray Foliar 22E (3.0 l)	12.98 a	0.0 a	0.06 b
Anasef-T (1.0 l)	15.93 a	0.0 a	0.72 b
Testigo (sin aplicación)	14.70 a	0.18 b	32.05 a

^z = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^y = Fecha del muestreo previo de mancha grasienta.

Efecto del Aceite PureSpray Foliar 22E sobre el Alga de los Cítricos

Área Foliar Afectada por el Alga de los Cítricos. El efecto de la aplicación del aceite PureSpray Foliar 22E sobre el porcentaje de área foliar afectada por el alga de los cítricos en hojas de limón mexicano se presenta en el Cuadro No. 7. En el muestreo previo (27/Sep/07), se registró un daño medio de la enfermedad en toda la parcela experimental. En este muestreo inicial, se presentaron infecciones promedio de 4.33 a 6.28% de área foliar afectada en todos los tratamientos, no registrándose diferencia significativa entre ellos.

En el muestreo del 27/Nov/07 (dos meses después de la primera aplicación), todos los tratamientos de aceite agrícola (PureSpray Foliar 22E y Anasef-T) y el testigo sin aplicación registraron una ausencia de síntomas de *C. virescens*, lo cual se debe al largo período de incubación de la enfermedad. El efecto de la aplicación del PureSpray Foliar 22E sobre el abatimiento de la severidad del alga de los cítricos fue notorio a los cuatro meses después de la primera aplicación (28/Ene/08) (Cuadro 7). Todas las dosis del PureSpray Foliar 22E (0.75, 1.0, 2.0 y 3.0%) redujeron significativamente el grado de infección de la enfermedad en comparación al testigo sin control. Los árboles tratados con el PureSpray Foliar 22E tuvieron de 0.14 a 0.05% de área foliar afectada, mientras que el tratamiento testigo registró en promedio 12.34% de infección. Las dosis bajas (0.75 y 1.0%), media (2.0%) y alta (3.0%) de PureSpray Foliar 22E tuvieron 0.14, 0.05 y 0.05% de área foliar dañada, no registrándose diferencias estadísticas significativas entre dosis. El tratamiento de Anasef-T a razón de 1.0% tuvo una severidad de 0.23% y resultó estadísticamente igual a cualquiera de las dosis de PureSpray Foliar 22E.

Los resultados del presente trabajo confirman el potencial de los aceites refinados de petróleo (PureSpray Foliar 22E) en el control de enfermedades de los cítricos como la mancha grasienta (*M. citri*) y el alga de los cítricos (*C. virescens*). Las cuatro dosis evaluadas de PureSpray Foliar 22E tuvieron un control satisfactorio de ambas enfermedades con relación al testigo sin control. En el caso de la mancha grasienta, dos aplicaciones del aceite PureSpray Foliar 22E con un intervalo de 30 días tuvieron un excelente control de la enfermedad. Resultados similares fueron obtenidos con el alga de los cítricos. En estudios previos se ha demostrado la eficacia biológica de los aceites en el control de la mancha grasienta (Whiteside, 1971; Whiteside, 1973; Orozco-Santos, 1986.) con resultados similares a los obtenidos en este estudio. La resistencia de enfermedades a fungicidas es un problema actual en muchos cultivos agrícolas de importancia económica (Brent y Hollomon, 2007). En el caso de los cítricos, existen algunos fungicidas sistémicos del grupo benzimidazoles y otros de contacto a base de cobre, como alternativa para controlar la mancha grasienta. Los fungicidas del grupo químico de los benzimidazoles presentan alto riesgo de resistencia en hongos fitopatógenos (Rusell, 1995; Brent y Hollomon, 2007), por lo que la inclusión de aceites agrícolas con propiedades fungicidas en los programas de manejo de resistencia es una práctica recomendada en diversos cultivos para el control de diversas enfermedades. La efectividad biológica del PureSpray Foliar 22E en el control de mancha grasienta y el alga de los cítricos ha sido demostrada en el presente estudio, por lo que es factible su uso en los programas de manejo de estas enfermedades en el cultivo de cítricos.

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de cuatro dosis del aceite agrícola PureSpray Foliar 22E (aceite refinado de petróleo) sobre el área foliar afectada por el alga de los cítricos (*Cephaleuros virescens*) en el cultivo de limón mexicano (*Citrus aurantifolia*) en el estado de Colima, México.

Tratamiento (Dosis/100 l de agua)	Área foliar afectada por el alga de los cítricos (%) ^z		
	Fechas de muestreo		
	27/Sep/07 ^y	27/Nov/07	28/Ene/08
Pure Spray Foliar 22E (0.75 l)	5.68 a	0.0 a	0.14 b
PureSpray Foliar 22E (1.0 l)	4.33 a	0.0 a	0.05 b
PureSpray Foliar 22E (2.0 l)	5.05 a	0.0 a	0.05 b
PureSpray Foliar 22E (3.0 l)	5.52 a	0.0 a	0.05 b
Anasef-T (1.0 l)	6.28 a	0.0 a	0.23 b
Testigo (sin aplicación)	5.33 a	0.0 a	12.34 a

^z = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^y = Fecha del muestreo previo de mancha grasienta.

LITERATURA CITADA

Brent, K.J. and Hollomon, D.K. 2007. Fungicide resistance in crop pathogens: how can it be managed? Published by the Fungicide Resistance Action Committee 2007. FRAC Monograph No. 1. (second, revised edition). 56 p.

Browning, H. W. and Cartwright, B. 2007. Insecticide and Miticide Guide. Texas A&M University. Horticultural Sciences Department. Texas Agricultural Extension Service. Texas Citrus and Subtropical Fruits. Disponible en <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus>. Consulta el 20 de Agosto del 2007.

Browning, H.W., Childers, C.C., Stansly, P.A., Peña, J., and Rogers, M.E. 2007. Florida Citrus Pest Management Guide: Soft-Bodied Insects Attacking Foliage and Fruit University of Florida. IFAS Extension. ENY-604. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/CG004>. Consulta el 20 de Agosto del 2007.

Cartwright, B. and Browning, H. W. 2007. Mites: Description and Biology. Texas A&M University. Horticultural Sciences Department. Texas Agricultural Extension Service. Texas Citrus and Subtropical Fruits. Disponible en <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus>. Consulta el 20 de Agosto del 2007.

Cranshaw, W.S. 2003. Insect control: soaps and detergents. Colorado State University. Cooperative Extension – Horticulture. <http://www.ext.colstate.edu/Pubs/insect/05547.html>. Consulta el 6 de Diciembre del 2006.

DGSV, 2004a. First report of Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama, Homoptera: Psyllidae), in the municipality of Arroyo Seco, Queretaro, Mexico. www.pestalert.org/pestnewsdetails.cfm?newsID=316&keyword=DIAPHORINA%20CITRI. Fecha de consulta: 14 de Diciembre del 2004.

DGSV 2004b. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Dirección General de Sanidad Vegetal. Oficio BOO.01.02.01.01.-10649 (13 de Octubre del 2004). Diagnóstico de *Diaphorina citri*.

Halbert, S.E., and Manjunath, K.L. 2004. Asian citrus psyllids (Sternorrhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus: a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist 87:330-353.

Halbert, S.E., and Núñez, C.A. 2004. Distribution of the asian citrus psyllids. *Diaphorina citri* Kuwayama (Rhynchota: Psyllidae) in the Caribbean basin. Florida Entomologist 87:401-402.

Medina, U.V.M., Robles, G.M.M., Becerra, R.S., Orozco, R.J., Orozco, S.M., Garza, L.J.G., Ovando, C.M.E., Chávez, C.X. y Félix, C.F.A. 2001. El cultivo del limón mexicano. INIFAP. Libro Técnico Num. 1. México. 188 p.

Orozco-Santos M. 1986. El control de la mancha grasienta de los cítricos en Veracruz. SARH-INIFAP-CAE Aux. Papantla. Papantla de Olarte, Veracruz, México. Desplegable para productores No. 2.

Orozco-Santos, M. 1987. Época de aspersion con sulfato de cobre tribásico para reducir la incidencia de mancha grasienta en naranjo 'Valencia'. Revista Mexicana de Fitopatología 5:54-60.

Orozco-Santos, M. 2001. Enfermedades presentes y potenciales de los cítricos en México. Universidad Autónoma Chapingo. Primera Reimpresión. México. 150 p.

Orozco-Santos, M., Robles-González, M., Velázquez-Monreal, J.J., Medina-Urrutia, V., Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O. y Flores-Virgen, R. 2006. El psílido asiático (*Diaphorina citri*) en la región productora de limón mexicano: importancia como plaga y vector en México. Resúmenes del XXXIII Congreso Nacional de Fitopatología. Manzanillo, Colima, México.

Price, J., Nagle, C., and McCord, E. 2002. Improved pesticide rotation plan to manage insecticides/miticide resistance. IFAS. University of Florida. Berry Times 2(8):1-4.

Rusell, P.E. 1995. Fungicide resistance: occurrence and management. Journal of Agricultural Science, Cambridge 124:317-323.

SIAP, 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.sagarpa.gob.mx. Consulta el 20 de Marzo del 2008.

Timmer, L.W., and Gottwald, T.R. 2000. Greasy spot and similar diseases. *In*: Compendium of citrus diseases. Second edition. Timmer, L.W., Garnsey, S.M., and Graham, J.H. (Eds.). p. 25-28. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA.

Whiteside, J.O. 1970. Etiology and epidemiology of citrus greasy spot. Phytopathology 60:1409-1414.

Whiteside J. O. 1971. Effectiveness of sprays materials against citrus greasy spot in relation to time of application and infection periods. Proc. Fla. State Hort. Soc. 84: 56-63.

Whiteside, J.O. 1973. Action of oil in the control of citrus greasy spot. Phytopathology 63:262-266.

Whiteside, J.O. 1977. Behavior and control of greasy spot in Florida citrus groves. Proc. Int. Soc. Citriculture 3:981-986.