

Evaluación de adherentes y humectantes
agregados al fungicida usado en el
control de enfermedades de tomate

José J. Bolaños Viquez*
Luis Carlos González U.**
Edgar Vargas G.***
Carlos Alberto Soto S.****

Introducción

El uso de fungicidas en el control de enfermedades en los países tropicales es un asunto complejo, ya que su eficiencia es afectada por una serie de factores tales como la alta precipitación que lo lava constantemente de la superficie de la hoja, la alta humedad relativa que mantiene en la superficie de ésta una película de agua que hace difícil su adherencia y la luminosidad relativamente baja, que indirectamente impide que el fungicida se seque con rapidez sobre la superficie de la hoja. Por otra parte estas condiciones son óptimas para el desarrollo de muchas enfermedades de importancia económica.

La adhesividad y dispersión de un fungicida dependen de las propiedades individuales del mismo como compuesto químico, de la edad y textura de la hoja de la planta, de los métodos de aplicación y condiciones climáticas en la zona donde se aplica (3).

Algunos autores consideran que en los países tropicales, la adhesividad es más importante que el mismo producto químico en sí. (1, 2,

* Egresado de la Facultad de Agronomía-Universidad de Costa Rica.

** Profesor de Fitopatología de la Facultad de Agronomía-Universidad de Costa Rica.

*** Profesor de Fitopatología de la Facultad de Agronomía-Universidad de Costa Rica.

**** Departamento de Fitopatología-Ministerio de Agricultura y Ganadería.

5). En cambio en los países templados estos factores no son tan importantes debido a que se presentan follajes secos donde el fungicida se puede adherir fácilmente y permanecer pegado por más largo tiempo.

Este trabajo se llevó a cabo con el fin de determinar cuál es la mejor sustancia, o combinación de sustancias con propiedades adheren - tes y humectantes que agregadas a una suspensión de fungicida, le a - seguren al agricultor la mejor protección contra enfermedades y al mismo tiempo reducen al mínimo el número de aplicaciones.

Materiales y métodos

Este ensayo se efectuó en la Estación Experimental Agrícola Fabio BudritM., situada en Alajuela. Esta estación es representativa de una vasta zona del Valle Central. La precipitación anual es de 2.064,3 mm y la temperatura promedio es de 23 °C.

Siembra y prácticas culturales

En una era desinfectada con Bromuro de Metilo se sembró la variedad Homestead-24. Tres semanas después, se transplantaron a las parce - las experimentales, previamente tratadas con Mocap para el control de nemátodos.

Al transplante se aplicó fósforo a razón de 14 quintales por hectá - rea. El nitrógeno a razón de 11 quintales por hectárea en tres aplicaciones: al transplante, a las dos semanas con la primer aporca y a la quinta semana con la segunda aporca.

Las plagas que se presentaron con mayor intensidad fueron gusano cortador (Agrotis spp) y vaquita (Diabrotica sp) que se controlaron con cebos envenenados y folidol respectivamente.

Para evitar el volcamiento de las plantas se amarraron a hilos de alambre.

Diseño y parcela experimental

El diseño experimental empleado fue el de Bloques al Azar con cinco repeticiones. Cada parcela consistió en dos hileras, cada una con diez plantas a una distancia entre hileras de 1.50 y entre plantas 0,40 m.

Para la recolección de datos de infección y rendimiento no se tomó en cuenta las plantas del extremo de cada hilera. El área útil fue de 9,60 m.

Procedimiento experimental

El fungicida usado fue Maneb (80 por ciento etilenobisдитiocarbamato de manganeso).

Los tratamientos consistieron en la comparación de una serie de productos con propiedades adherentes y humectantes, los que se mezclaron con la suspensión del fungicida. Las características y dosis de los productos comparados se describen en el cuadro 1.

Se asperjó cada siete días, para evaluar mejor el efecto de los tratamientos. Las aplicaciones, se hicieron siempre entre 8 y 11 de la mañana. Las bombas usadas fueron de alto galonaje.

Seis semanas después del trasplante se evaluó la severidad de las enfermedades del follaje. Se escogieron diez plantas por parcela y cada una se calificó de acuerdo a una escala.

Determinación de los residuos de fungicida

Las medidas del residuo del fungicida se basaron en la determinación analítica del manganeso, como parte de la molécula de Maneb, retenido sobre las hojas de tomate, cada cuatro días de haber sido aplicado. Para tal efecto, se escogieron por medio de un sacabocados diez dis

cos de 15 cm. de diámetro en hojas intermedias de diez plantas escogidas al azar por parcela. Los diez discos fueron colocados en un tubo de ensayo, para hacerles la determinación del manganeso, por medio del método analítico de Peach M, and L English (4).

Evaluación del método analítico

Con el objeto de determinar si había relación entre la cantidad de fungicida del tanque y la depositada sobre la hoja, se hizo un ensayo en el invernadero, para lo cual se asperjaron plantas de tomate con Maneb usando diferentes concentraciones. A los cuatro días se tomaron las muestras y se determinaron los residuos de fungicida siguiendo el mismo procedimiento usado en el ensayo de campo.

Cuadro 1. Descripción comparativa de los adherentes y humectantes utilizados en pruebas de control de enfermedades de tomate.

Ingrediente	Mezcla física	Conjunto	Polímero	Oxido de Etanol	Polisulfónico Polietilénico	Resina modificada	Hidróxido de Calcio	Poliétileno
Estado físico	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Sólido	Sólido
Color	Amarillo	Pardo	Café	Incoloro	Creama	Café	Blanco	Crema
Fabricante	Química Potosí S.A. de C.V.	Sels y Produits Chimique S.A.	Químicas Ortho	Rohm and Hass Company	B.F. Goodrich Chemical Co.	Rohm and Hass Company	Colloldal Products Corporation	American Sanitary
Propiedad adherente	Adherente humectante	Adherente	Adherente humectante	Humectante	Adherente	Adherente humectante	Adherente humectante	Adherente humectante
Dosis	1.5 ml/gln	4.0ml/gln	2.5ml/gln	2.0ml/gln	2.0ml/gln	3.0ml/gln	2.3gr/gln.	2.5gr/gln

Resultados

Evaluación de adherentes y esparcidores en tomate

Relación entre la concentración de fungicida atomizado y la cantidad depositada sobre la hoja

Existe una relación entre la concentración de fungicida atomizado y la cantidad depositada sobre la hoja. Esta relación fue cierta hasta 1,82 gramos de Maneb que correspondió a 7 mgs de manganeso recuperados.

Residuos de manganeso en el follaje

Para la determinación de los residuos de Maneb en el follaje se efectuaron cuatro muestreos, procediéndose hacer el análisis estadístico. La prueba de F muestra diferencias altamente significativas entre las repeticiones en el primer muestreo, pero no así en el segundo, tercer y cuarto muestreo. Los tratamientos muestran diferencias altamente significativas en el primer, segundo y tercer muestreo; pero diferencias apenas significativas en el cuarto muestreo.

Los promedios de la cantidad de manganeso, en miligramos por centímetro cuadrado se encuentran en el cuadro 3. Se puede observar que durante todo el experimento, los tratamientos PEPS x Tritón X-114 y Selcol x Tritón X-114 fueron los que mostraron mejores propiedades de adherencia, según cambios en la precipitación. Los tratamientos Tritón X-114 y el testigo (fungicida solo) fueron los menos tenaces de todos los tratamientos. Los demás tratamientos quedaron, estadísticamente, en una posición intermedia.

Índice de infección en el follaje

Durante la décima semana después del trasplante se hizo una evaluación del índice de infección en el follaje. Las enfermedades más

importantes que se presentaron fueron tizón tardío y tizón temprano, cuyos agentes etiológicos son Phytophthora infestans y Alternaria solani, respectivamente.

Con los índices de infección obtenidos en el recuento se hizo el análisis estadístico. Los promedios de estos índices se presentan en el cuadro 5.

Los tratamientos más eficientes, o sea las que mostraron menor índice de infección fueron Selcol x Tritón X-114 y PEPS x Tritón X-114, los que fueron estadísticamente iguales a los demás tratamientos a excepción del testigo (fungicida solo) y el Tritón X-114 los cuales fueron menos eficientes.

Cuadro 2. Análisis de variancia de la concentración de Manganeso en hojas de tomate atomizadas con Maneb.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios			
		Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Tercer Muestreo	Cuarto Muestreo
Repeticiones	4	0,54 ^{xx}	0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Tratamientos	9	0,99 ^{xx}	1,12 ^{xx}	0,85 ^{xx}	0,81 ^x
Error	36	0,12	0,07	0,04	0,03
TOTAL	49				
C.V.		5,47	9,31	5,84	5,15

Cuadro 3. Efecto de la adición de adherentes y esparcidores en la tenacidad de Maneb sobre hojas de tomate

Adherentes o esparcidores añadidos al fungicida	Residuos de Manganeso en mg/cm ² , a los cuatro días de cada aplicación de Maneb <u>1/</u>			
	Primer Muestreo	Segundo Muestreo	Tercer Muestreo	Cuarto Muestreo
Velsicol	6,63 ^{abc}	3,42 ^{ca}	3,36 ^b	3,92 ^{bb}
Testigo	5,46 ^e	2,16 ^d	2,65 ^d	2,91 ^h
Selcol + Tr. X-114	6,66 ^{ab}	3,34 ^{ab}	3,64 ^a	3,92 ^b
Ortho Sticker	6,25 ^{bcd}	2,91 ^c	3,27 ^b	3,38 ^{ef}
Tritón X-114	5,46 ^e	2,16 ^d	2,47 ^d	3,04 ^{gh}
PEPS + Tr. X-114	6,70 ^a	3,53 ^a	3,68 ^a	4,15 ^a
Tritón B-1956	6,38 ^{abcd}	2,93 ^c	3,49 ^{ab}	3,75 ^{bc}
Selcol	6,23 ^{cd}	2,76 ^c	3,25 ^c	3,50 ^{de}
Fluxit	6,21 ^d	2,76 ^c	2,80 ^{cd}	3,25 ^{fg}
PEPS	6,29 ^{abcd}	3,02 ^{bc}	3,34 ^b	3,55 ^{cd}
Precipitación ocurrida entre aspersión y muestreo <u>2/</u>				
	16,4 mm	79,7 mm	25,6 mm	52,8 mm

1/ Promedio de cinco repeticiones; en cada columna, los promedios seguidos de una misma letra con estadísticamente iguales.

2/ Esta precipitación se considera normal para la época.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en la producción de tomate y en el índice de infección en el follaje

Tratamientos <u>2/</u>	Producción de toma <u>te</u> <u>1/</u> en Kg/ha.	Índice de infección <u>1/</u> (Escala 0 a 4)
Velsicol	2.408,3 ^{a b}	2,26 ^{a b}
Testigo	1,887,5 ^c	2,62 ^c
Selcol + Tritón X-114	2.479,1 ^{a b}	1,96 ^a
Ortho Sticker	2.300,0 ^b	2,08 ^a
Tritón X-114	1.808,3 ^c	2,82 ^c
PEPS + Tritón X-114	2.783,3 ^a	1,92 ^a
Tritón B-1956	2.250,0 ^{bc}	2,16 ^a
Selcol	2,033,3 ^{bc}	2,24 ^{bc}
Fluxit	2.175,0 ^{bc}	2,10 ^a
PEPS	2.145,8 ^{bc}	2,20 ^a

1/ Promedio de cinco repeticiones.

2/ Cada uno de estos tratamientos fue usado con el fungicida Maneb.

Discusión

Hay dos factores que determinan la cantidad de residuo de fungicidas que permanece sobre la planta atomizada. El primero es la cantidad de materia que se adhiere a la superficie de la hoja durante la atomización y el segundo la acción de las condiciones atmosféricas que viene a determinar el residuo que permanece adherido a la hoja.

De acuerdo con las pruebas hechas en el invernadero, el método utilizado para medir la persistencia del fungicida determinando la cantidad de manganeso en las hojas funciona satisfactoriamente, ya que existe una relación proporcional entre la concentración del fungicida atomizado y la cantidad de manganeso determinado sobre la superficie de la hoja. Esto ocurre siempre que la concentración del fungicida no sea mayor de 1,82 gramos por litro de agua. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rich (6) para la Mezcla Bordelés, explicando estos valores límites en la concentración de fungicida, en base a la saturación de la capacidad de adsorción de la superficie de la hoja de partículas de fungicida.

Una vez alcanzada la saturación, estas partículas se pierden por el rodamiento de las gotas sobre la superficie de la hoja. Sin embargo posiblemente esta dosis máxima varíe de acuerdo al fungicida usado, así como por la forma y posición de la hoja.

Según los datos obtenidos se notan diferencias en cuanto a la tenacidad de los diferentes adherentes, así como el efecto beneficioso de los esparcidores al favorecer esta propiedad. En el caso del PEPS y el Selcol que fueron los únicos adherentes usados en la prueba, estadísticamente el PEPS ocupó en todos los muestreos el segundo lugar y el selcol el tercero, en cuanto a capacidad de mantener al fungicida adherido a la hoja, siendo su comportamiento estadísticamente iguales en cuanto al rendimiento o índice de enfermedades.

Esta mayor capacidad del PEPS y del Selcol de adherir al fungicida a la hoja, aún fue mejorada al agregarle a la mezcla del fungicida el Tritón X-114; ya que excepto en el cuarto muestreo, en los demás fue ron estadísticamente iguales, ocupando el primer lugar en cuanto a tenacidad. Esto se debe a que el Tritón X-114 al ser solo esparci- dor hace que las gotas se dispersen y penetran entre las pubescencias de la hoja, en una área mayor, proporcionando una mejor cobertura que al secarse forma una película delgada sobre la superficie de la hoja, incrementando a la vez la adherencia a la superficie por una mayor atracción de las partículas del fungicida por la superficie atomizada.

Al aplicar la mezcla del fungicida más adherente sin el Tritón X-114 las propiedades del líquido hace que éste se retraiga para formar go tas sobre la superficie de la hoja, lo que favorece la pérdida de és tas por escurrimiento y posteriormente por el lavado. Además al en contrarse el fungicida en una área más pequeña, al secarse queda una película gruesa que ayuda a la pérdida del fungicida por agentes atmosféricos como el viento, el sol y las lluvias.

En el segundo muestreo la precipitación fue de 79.7 mm lo que ayudó a un mayor lavado del fungicida y por lo tanto los residuos del manganeso son menores que en el primer muestreo. Es de notar que entre el tercer y cuarto muestreo no hubo disminución en la cantidad de manganeso recuperado a pesar de que la precipitación aumento de 25.6 mm a 52.8 mm. Al respecto Reddy y Davide (5) determinaron que la principal diferencia en el valor de los adherentes es su respuesta a las primeras lluvias. También podría ocurrir que el material al irse lavando por las lluvias llega a un límite donde se forma una película delgada que está directamente en contacto con la superficie de la hoja, poniendo mayor resistencia a las pérdidas producidas por diferentes agentes atmosféricos. Otra posibilidad es que hubo una a cumulación de manganeso de las atomizaciones anteriores.

En cuanto a las sustancias con propiedades adherentes y dispersantes el primer lugar lo ocupó el Velsicol mientras que el Ortho Sticker, Tritón B-1956 y el Fluxit mostraron variaciones en cuanto a su efectiudad según cambios en las precipitaciones, demostrando una menor caupacidad de adherencia.

Al observar los índices de infección en tomate en este estudio, se nouta que los tratamientos que dieron el menor índice fueron las mezclas del fungicida con PEPS más Tritón X-114 y el Selcol más Tritón X-114; la producción fue mayor en el primer tratamiento, debido a que hubo uuna mayor tenacidad y distribución del fungicida por el PEPS y el Triutón X-114 respectivamente, lo que redundó en una mayor protección del fruto.

La dosificación de adherentes esparcidores es un factor importante paura obtener buenos resultados en la adherencia de las atomizaciones. Dosis muy bajas serán incapaces de retener al fungicida después de una fuerte lluvia, mientras que las dosis muy altas van a producir depósitos grandes sobre la superficie de la hoja, dando como consecuencia una mayor pérdida y una menor distribución del fungicida sobre la superficie de la hoja así como una menor redistribución del fungiciuda en la planta, porque éste se adhiere demasiado a la superficie de la hoja . En el caso del PEPS y el Selcol donde hay que suministrar también un humectante por aparte, el problema de las dosificacuiones se hace más difícil, De aquí la importancia de tener en fincas personal entrenado y preparado, así como suministrar las facilidaudes para pesar y medir los materiales que se van a usar, para obtener de este modo, un mejor control de las diferentes enfermedades que se presentan.

Literatura citada

- 1- CHAVES, G.M. 1953. Estudios sobre el uso de adherentes en fungicidas orgánicos, bajo condiciones tropicales. Tesis MAG Agr. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 46 p.
- 2- DAVIDE, R.G. and ORILLO F.T. 1959. Biological test of fungicidal spray sticker in the control of Cercospora Leaf spot on tobacco. Philippine Agriculturist. 43: 386-396.
- 3- HORSFALL, J.G. 1945. Fungicides and their action. Waltman, Mass Chronica Botanica Company. Pra. Ed. 51-96.
- 4- PEACH, M. and L. ENGLOSH. 1944. Rapid microchemical soil test. Soil Sci. 57: 167-196.
- 5- REDDY, C.S. and R.G. DAVIDE. 1959. Sticker for fungicidal spray in the tropics. Plant Disease Reporter 43: 872-877
- 6- RICH, S. 1954. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides phytopathology. 44. 203 - 213

WOJS/