Evaluación del fungicida DILIGENT 24 EC a dos dosis y RIDOMIL GOLD 69 WP para control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Solanum lycopersicon*) bajo condiciones de campo

Luis Roberto Barquero Garofalo
Eduardo Enrique Figueroa Jimenez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación del fungicida DILIGENT 24 EC a dos dosis y RIDOMIL GOLD 69 WP para control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Solanum lycopersicon*) bajo condiciones de campo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Luis Roberto Barquero Garofalo
Eduardo Enrique Figueroa Jimenez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2014

Evaluación del fungicida DILIGENT 24 EC a dos dosis y RIDOMIL GOLD 69 WP para control del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de campo, Zamorano, F.M. Honduras

Luis Roberto Barquero Garofalo
Eduardo Enrique Figueroa Jimenez

Resumen: El tizón tardío causado por el organismo patógeno *Phytophthora infestans* es el oomiceto con mayor incidencia en el cultivo del tomate provocando pérdidas mundiales entre 10 y 15% anual. Es el control químico el método más efectivo para evitar su establecimiento. La aplicación de fungicidas permite aprovechar las ventanas de mercado en las cuales los precios del producto son mayores, obteniendo así mayores utilidades. Además que este organismo posee una alta capacidad de adquirir resistencia a los modos de acción de los fungicidas. Los objetivos de este estudio fueron determinar el control en la incidencia del tizón tardío utilizando el fungicida DILIGENT 24 EC a dos dosis en el cultivo de tomate bajo condiciones de campo, además comparar el porcentaje de control de este fungicida con Ridomil Gold 69 WP sobre tizón tardío. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras, en la época lluviosa entre septiembre y octubre. La aplicación de los fungicidas fue con una bomba de motor a una velocidad de 1.5 m/s. La boquilla utilizada fue la Turbo TwinJet® de la marca comercial TeeJet. Esta presenta la característica que tiene dos orificios de salida la cual se utiliza cuando se desea obtener una buena cobertura de las hojas y penetración del follaje. Tiene una descarga de 1.2 L/min. Se midió la incidencia de *P. infestans* una vez por semana a partir del día 25 ddt (días después de transplante) por medio del programa Assess 2.0, obteniendo el porcentaje de daño foliar de las muestras obtenidas. Las variables analizadas fueron el porcentaje de incidencia de tizón tardío y el porcentaje de control. Se usaron cuatro tratamientos los cuales consisten en dos dosis diferentes (alta y baja) del producto comercial DILIGENT 24 EC y el producto comercial RIDOMIL GOLD 69 WP así como la aplicación de agua con adherente para el testigo. El fungicida Ridomil Gold 69 WP presentó mejor control en el daño foliar provocado por tizón tardío. La aplicación de la dosis más alta del producto DILIGENT 24 EC se obtuvieron mejores resultados de control.

Palabras clave: Aplicación, Asses 2.0, dosis, fungicidas, mancozeb, metalaxyl.

Abstract: The disease late blight is caused by the organism *Phytophthora infestans*, it is the oomycete with more incidence under the tomato crop, producing world losses between 10% and 15% annually, being the chemical control the most effective method for reducing his establishment. The fungicide application allows the producer obtain better prices due to low supply. Besides this organism has a high capacity to obtain resistance to the mode of action of the products. The objectives of this experiment were to determine the control incidence of the late blight using the fungicides DILIGENT 24 EC using two doses in the tomato crop under field conditions also to compare the percentage of control of this fungicide with Ridomil Gold 69 WP over late blight. The experiment was conducted at Escuela Agricola Panamericana during the rainy season between the months of September and October. The fungicides were applied with a motor sprayer with an applying velocity of 1.5 m/s. The nozzle used was the model Turbo TwinJet® of the commercial brand TeeJet. This nozzle presents the characteristic that have two outlet ports which can be used when the producer want to obtain a good coverage and penetration of the foliage. The fungicide was applied with a discharge of 1.2 l/m. We measure the incidence of *P. infestans* every week starting from day 25 after

transplantation using the computer software Assess 2.0, obtaining the percentage of foliage damage of the sample obtained. The variables analyzed were the percentage of incidence of late blight, percentage of control and tomato production. Applying a total of four different treatments, which consist in two different doses (low and high) of the product DILIGENT 24 EC and the commercial product RIDOMIL GOLD 69 WP, as well as the application with water and adherent for the control. The fungicide Ridomil Gold 69 WP presents better control in the foliage damage produced by the early blight. From the high dose application of Diligent 24 EC were obtained higher productive results.

Keywords: Application, Asses 2.0, doses, fungicides, Mancozeb, Metalaxyl.

CONTENIDO

Portadilla i
Página de firmas ii
Resumen……. iii
Contenido iv
Índice de cuadros, figuras y anexos..... v

1 INTRODUCCIÓN……..... 1

2 MATERIALES Y MÉTODOS……..... 3

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..... 7

4 CONCLUSIONES…… 9

5 RECOMENDACIONES……..... 10

6 LITERATURA CITADA……..... 11

ÍNDICE DE CUADRO, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Porcentaje de daño foliar por tizón tardío bajo diferentes tipos y dosis de fungicidas……..…… 8

Figuras Página

1. Método de aplicación de los tratamientos……..... 3
2. Riego por goteo instalado……..……..... 4
3. Fotografía utilizada para determinar el porcentaje de daño a través de software Assess 2.0……..……...…… 5
4. Distribución de tratamientos en campo……. 6
5. Porcentaje de daño foliar para los tratamientos en las tomas de datos en campo 25, 32, y 39 ddt……..…..…..…….. 7

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es producido y consumido en todo el mundo, América es el segundo continente con mayor producción (19.7%) después de Asia (49.3%).Es la hortaliza de mayor producción en América Central con una producción de un billón y medio de dólares. En diez años, desde el 2002 hasta el 2012, la producción anual aumentó en 118 mil toneladas (FAO, 2012).

Este cultivo pertenece a la familia *Solanaceae*, subfamilia *Solanoideae* (EOL, 2013) y el género *Solanum* y a la especie *lycopersicon* (Bolaños, 1998). Consta de tres fases fenológicas (inicial, vegetativa y reproductiva) y cuenta con una producción entre 17 y 38 toneladas por hectárea, pero debido a la alta vulnerabilidad de la planta a problemas fitosanitarios se puede perder el 100% (Bolaños, 1998), como es el caso de la gran hambruna irlandesa en 1845 la cual se debió a la aparición del tizón tardío en la papa provocado por el organismo *Phytophthora infestans* provocando 2 millones de muertes (Jones, 1997). En la actualidad es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de tomate, las pérdidas anuales han sido estimadas entre el 10 y 15% de la producción mundial (Navia, 2007).

En la planta, los síntomas provocados por *Phytophthora infestans* primero aparecen en la hoja presentando manchas similares a las de una gota de agua las cuales aumentan su tamaño con el tiempo cambiando de color de las lesiones de verde pálido a café cubriendo extensas partes de la hoja. Bajo un ambiente húmedo el envés está cubierto de un crecimiento mohoso grisáceo. El tejido foliar infectado se torna color café para después morir, los peciolos y los tallos presentan características similares así que toda la planta morirá si el organismo no es controlado. Las lesiones en el fruto aparecen en manera de puntos oscuros hasta que todo el fruto es afectado (Jones, 1997). Por esta razón se buscan fungicidas efectivos en el control del patógeno el cual sea persistente ante las condiciones ambientales con un costo menor a los productos en el mercado.

El organismo *Phytophthora infestans* se puede establecer en lugares que contengan alto contenido de humedad (85-100%) y temperatura alrededor de los 26°C (Nelson, 2008). Su ciclo de vida puede variar según su tipo de reproducción, a través de zoosporas por medio de reproducción sexual o esporangias de manera asexual y es capaz de mantenerse entre temporadas de cultivo ya que se establece en tejidos de la cosecha anterior, las noches frías y los días cálidos son ideales para su establecimiento (Jones, 1997). Su ciclo reproductivo lo puede completar entre 5 y 15 días (Torres, 2011).

El producto comercial Dilignet 24 EC tiene un contenido de 240 g de ingrediente activo por litro de producto comercial, el cual se utiliza en cultivos tropicales y

subtropicales y se puede utilizar para evitar daño foliar y de la raíz en el suelo. El modo de acción de su ingrediente activo es sistémico y se sitúa en el núcleo de la célula inhibiendo la síntesis de proteínas, interrumpiendo la producción de aminoácidos debido a una inhibición de la enzima ARN polimerasa I (IPARC, 2010), cuya función es sintetizar el ARN ribosomal a partir de una secuencia de ADN (Lewin, 1994), disminuyendo el desarrollo del hongo.

El producto comercial Ridomil Gold 69 WP contiene como ingredientes activos 5% Metalaxyl y 64% Mancozeb. Actúa de manera sistémica en la síntesis de proteínas y de contacto en inhibición de producción enzimática múltiple, inhibe respiración, inactiva grupos sulfidrílos, desnaturaliza enzimas, afecta ciclo Krebs, impide formación de ATP y afecta lípidos de la membrana. Este producto requiere del uso de adherentes para asegurar permanencia y control de *P. infestans* realizando una acción de protección (Cornell, 1993). El Metalaxyl es tomado rápidamente por las hojas verdes y se distribuye de abajo hacia arriba e inhibe el crecimiento y la reproducción de los hongos y protege nuevo crecimiento después de la aplicación.

La aplicación de los fungicidas es de mucha importancia debido a que determina la eficiencia de control por parte del producto químico, por esta razón se deben tomar en cuenta una serie de factores que inciden en la calidad de la aplicación en cuanto a uniformidad de contacto con la planta tales como el tamaño de la gota, el tipo de boquilla, la velocidad de la aplicación, la presión utilizada, la altura de la aplicación y la velocidad y dirección del viento (Pitty, 1997).

Los objetivos de este estudio fueron determinar el control en la incidencia del tizón tardío utilizando el fungicida Diligent 24 EC a dos dosis en el cultivo de tomate bajo condiciones de campo, además de comparar el porcentaje de control de este fungicida con Ridomil Gold 69 WP sobre tizón tardío y se evaluó el control de *Phytophthora infestans* utilizando el fungicida Diligent 24 EC, el cual contiene el ingrediente activo Metalaxyl, a dos dosis en el cultivo de tomate bajo condiciones de campo, sembrado en bolsas de plástico. Además se comparó con el producto comercial Ridomil Gold 69 WP en el control de *P. infestans* debido a que es el producto más eficiente y el referente en el mercado como el mejor controlador del tizón tardío. La principal diferencia es que el Ridomil Gold 69 WP contiene dos ingredientes activos actuando de manera sistémica y de contacto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano a 30 km de Tegucigalpa, carretera a Danlí, en los campos de cultivo del laboratorio de control biológico las cuales presentan una temperatura promedio anual de 24 º C y una precipitación promedio de 1200 mm al año distribuidos entre los meses de Mayo a Noviembre.

En este estudio se utilizaron dos productos Diligent24 EC (Metalaxyl 240 g/L de i.a.) y Ridomil Gold 69 WP (Metalaxyl 50 g/kg de i.a. ; Mancozeb 640 g/kg de i.a.). Para un total de cuatro tratamientos:

- Diligent 24 EC 1L/ha
- Diligent 24 EC 1.5 L/ha
- Ridomil gold 69 WP 830 g/ha.
- Testigo absoluto

La aplicación fue con una bomba de motor marca Arimitsu, la aplicación se realizó a una velocidad de 1.5 m/s. La boquilla utilizada fue Turbo TwinJet® (TTJ60-11003VP) de la marca comercial TeeJet. Esta presenta la característica que tiene dos orificios de salida la cual se utiliza cuando se desea obtener una buena cobertura de las hojas y penetración del follaje. Tiene una descarga de 0.9 L/min y una presión de 40 PSI.

Figura1. Método de aplicación de los tratamientos

El ensayo se estableció en bolsas plásticas las cuales fueron colocadas en hileras por unidad experimental a 1 m de distancia de centro a centro y un largo de 6 m, el distanciamiento entre planta fue de 0.3 m, para obtener una densidad de 100 plantas por unidad experimental. El total del ensayo tuvo una densidad de 1,600 plantas, equivalente a 22,222 plantas por hectárea. El trasplante se realizó el día 23 después de la siembra de la semilla, momento en el cual el cultivo inicia su etapa de desarrollo y crecimiento. Para suplir los requerimientos nutricionales y fertilizar de manera adecuada, se elaboró un análisis de suelo y seguir las recomendaciones del mismo, el cual se elaboró en el Laboratorio de Suelos de Zamorano. Al momento del trasplante se colocó una solución arrancadora.

Para este estudio se utilizaron plantas de tomate de la variedad Butte. El tipo de siembra realizado es el de trasplante de pilón, para lo cual se utilizaron pilones producidos por la unidad de vivero de la Escuela Agrícola Panamericana esto ya se los habia modificado . Las plántulas fueron sembradas en bolsas de polietileno de 8 × 12 pulgadas con una capacidad de 2.5 litros para contener el medio debido a la fuerte persistencia de las esporas del organismo *Phytophthora infestans* en el suelo, una de las ventajas es que aumenta la calidad del fruto al eliminar el contacto directo del fruto con el suelo y una proporción de materiales de 2 partes de suelo, 2 partes de casulla, 1 de arena y una parte de compost.

Figura 2. Riego por goteo instalado

Se instaló el sistema de riego por goteo, el cual se aplicó una lámina de 2-2.5 litros/metro^2/día. Al momento de la siembra se fertilizó con 350 lb/ha de fórmula 18-46-0 y 140 lb/ha del fertilizante sulpomag (Sulfato de Magnesio y Potasio), aplicados por postura y alejados a 10 cm del tallo. Para evitar caídas por exceso de peso se realizó un tutoreo 20 días después del trasplante, colocando estacas en los extremos y al medio de cada cama y uniéndolas con soga agrícola. Cada 15 días se incrementó una fila de soga hasta los 60 días, donde se completan cuatro filas para tutorar la planta y evitar la caída por el peso del fruto.

El control de plagas se realizó en la etapa de vivero y al momento del transplante, se utilizó el insecticida Actara (Thiametoxam) para prevenir el ataque de Insectos chupadores como áfidos y mosca blanca, dos de los principales vectores de virus, además se estableció una calendarización de aplicaciones de insecticidas para que el ensayo permaneciera libre de cualquier plaga de insectos insectil y no influenciara en los resultados.

Para asegurarnos de la presencia de la enfermedad se inocularon todas las plantas con *P. infestans* proveniente de cultivos artificales del laboratorio la cual fue aplicada 15 días después de transplante para garantizar la presencia, la aplicación fue realizaea al follaje y la base de la planta, a excepción del tratamiento testigo y se mantuvo un monitoreo semanal hasta el final de la evaluación.

Debido a que aplicar el método visual para determinar el daño foliar es impreciso y subjetivo se realizó el muestreo del daño foliar por parte de *P. infestans* con el software Assess 2.0, este fue creado por American Phythopathological Society en el año 2000. Este software realiza una rápida medición de la hoja afectada brindando el porcentaje de daño mediante una imagen tomada a través de un scanner o cámaras digitales. La imagen es importada de los documentos de la computadora, tomando las muestras de cada planta.

Figura 3. Fotografía utilizada para determinar porcentaje de daño a través de software Assess 2.0

Diseño experimental

El experimento utilizó el diseño de Bloque Completamente al Azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales:

- DILIGENT24 EC (Metalaxyl) 1L/ha (240 g/L)
- DILIGENT24 EC (Metalaxyl) 1.5 L/ha (360 g/1.5L)
- RIDOMIL GOLD 69 WP (Mancozeb + Metalaxyl) 830 g/ha. (640 g/kg) (50 g/kg)
- Testigo absoluto

Se delimitó adecuadamente cada una de las unidades experimentales con rótulos señalando el tratamiento y las repeticiones, para facilitar la identificación en campo.

La distribución de la parcela se realizó de la siguiente manera:

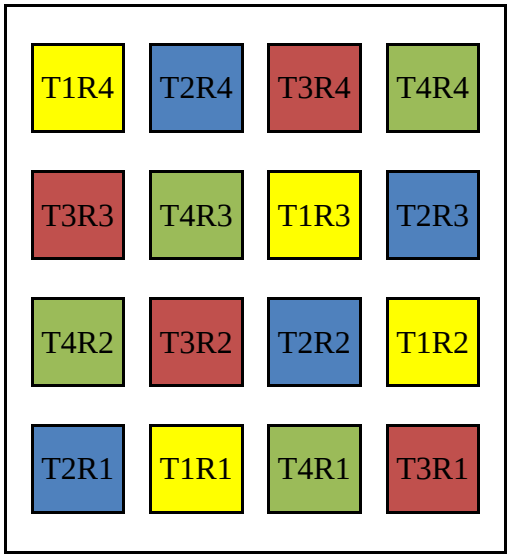

Figura 4. Distribución de tratamientos en campo.

Recolección de datos

Para realizar el muestreo se tomaron 10 hojas por unidad experimental, las cuales se marcaron para realizar los muestreos a lo largo del ensayo, tomando muestras de follaje de todas las alturas de la planta. El muestreo se llevó a cabo durante 3 semanas a partir del día 25 después del transplante para observar el nivel de incidencia de la enfermedad con la ayuda de una escala porcentual de daño en el follaje. Las variables a medir en el estudio fueron el porcentaje de incidencia provocado por el tizón tardío y el control realizado por los fungicidas.

Aplicaciones químicas

- **Aplicación de fungicidas**
  Se realizó una aplicación cada 7 días del fungicida DILIGENT24 EC y RIDOMIL GOLD 69 WP (Metalaxyl). Las aplicaciones se realizaron con ayuda de una bomba de mochila con motor incorporado a la dosis indicada para cada tratamiento.

- **Testigo absoluto**
  No se realizó ningún tipo de aplicación química para el control de hongos en este tratamiento. Solamente se aplicó agua con adherente.

Para el análisis estadístico, realizó un análisis de varianza lineal GLM con separación de medias Duncan con el uso del programa estadístico SAS 9.2® a un nivel de significancia menor o igual a $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de cada tratamiento durante 39 días después del transplante, durante este tiempo se realizaron dos aplicaciones de los tratamientos y se hicieron tres tomas de datos, para calcular el daño causado por el tizón tardío. El testigo mostro la presencia de *P. infestans* durante todo el tiempo de la evaluación presentando infestación arriba del 23%. Se observa que los tratamientos que se aplicaron con Metalaxyl pudieron reducir la infestación en un 42 % de la infestación inicial después de realizar la primera aplicación en el día 29 ddt. La segunda aplicación se realizó a los 36 ddt, realizando un último análisis observando que el tratamiento Ridomil Gold 69 WP presento el menor daño. (Figuera 5.).

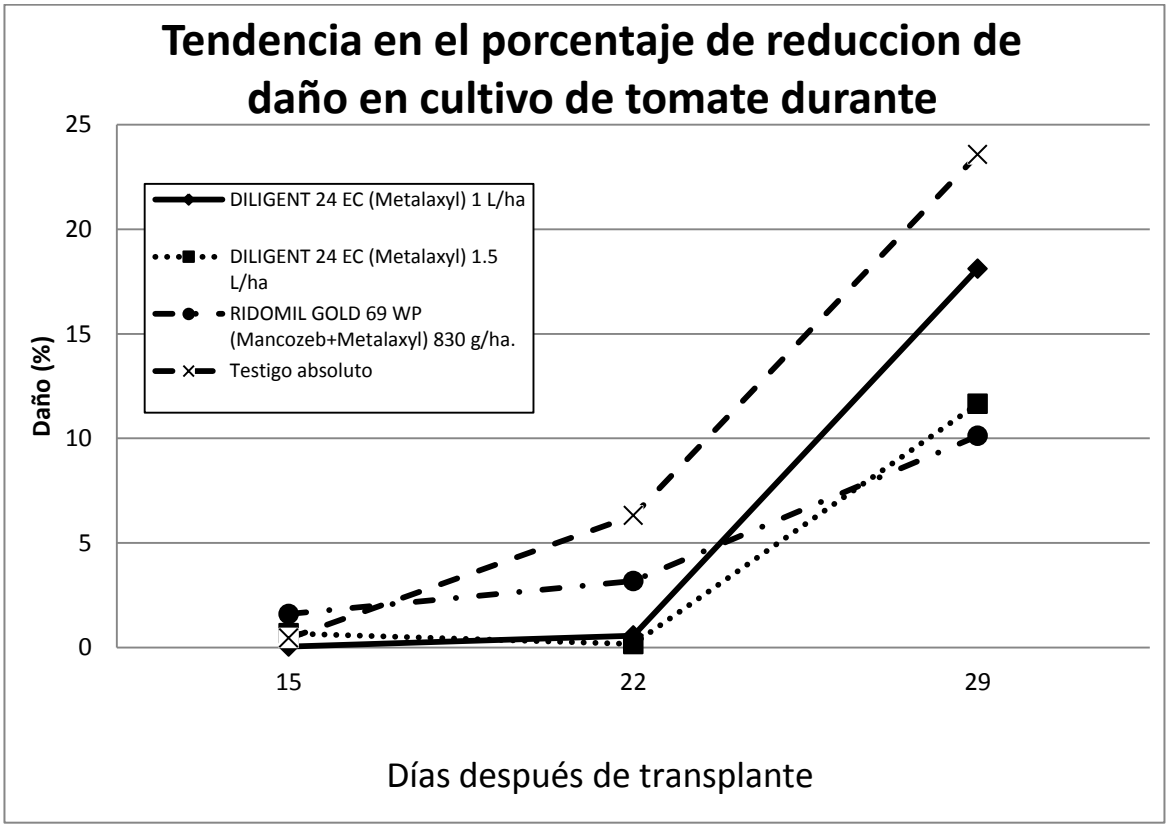

Figura 5. Porcentaje de daño foliar para los tratamientos en las tomas de datos en campo a 25, 32 y 39 ddt.

Cuadro2. Porcentaje de daño foliar producido por Tizón tardío bajo diferentes tipos y dosis de fungicidas.

Tratamiento	Días después del trasplante		
	25	32	39
Diligent24 EC 1L/ha	0.1 b*	1 c	18 ab
Diligent24 EC 1.5 L/ha	0.7 ab	0 c	12 b
Ridomil gold 69 WP 830 g/ha.	1.6 a	3 b	10 b
Testigo absoluto	0.5 b	6 a	24 a
P≤0.05	0.017	0.000 1	0.0445

*Valores en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí (P≤0.05).

Los porcentaje de daño del primer muestreo se observó diferencia significativa (P< 0.017) entre los tratamientos, observando que la infestación del órgano patógeno fue efectiva. A los 25 ddt, Ridomil Gold 69 WP presentó mayor incidencia de daño foliar, el testigo con una media de 0.5% junto con el Dilignet 24 EC en dosis de 1 L/ha con 0.1%. De igual manera no se presenta un alto porcentaje de incidencia de daño en el tratamiento más afectado el cual es el Ridomil Gold con 1.6%. Pero se puede determinar que ya está establecida la enfermedad en la plantación.

Hubo diferencia significativa entre los tratamientos de control (P<0.0001) en el segundo muestreo, se obtuvo como mejor resultado en el control de *P. infestans* el tratamiento de Diligent24 EC (Metalaxyl) 1.5 L/ha con 0.167%, seguido del tratamiento con el mismo producto, pero en la dosis baja (1 L/ha). El tratamiento con mayor daño foliar es el testigo el cual presenta un 6.3% presentando una diferencia de medias de 6.14%, lo cual indica que el control realizado por el Diligent 24 EC a dosis altas desde el día 25 ddt hasta el día 32 ddt redujo la incidencia en un 0.5% mientras que todos los demás aumentaron.

Al día 39 ddt se observaron diferencias significativas, el tratamiento que presenta menor porcentaje de daño es el fungicida Ridomil Gold 69 WP, ya que tiene un 10% de daño foliar y el Diligent24 EC a la dosis de 1.5 L/ha obtuvo un 12% de daño. Seguido de las plantas aplicadas con el producto Diligent 24 EC en dosis 1 L/ha el cual obtuvo 18% de daño foliar. El tratamiento testigo siguió su ascenso en el porcentaje de daño con un 24%, estos resultados son señal de que, principalmente, el Mancozeb le brinda mejor control del organismo patógeno evitando la esporulación.

Se concluye que los tratamientos trabajaron de igual forma reduciendo el daño de *P. infestans*. Aunque el tratamiento Diligent 24 EC a un litro por hectárea no mostró diferencia en cuanto al porcentaje de control mostrado por el testigo por lo que se

recomienda debe utilizar Diligent24 EC a la dosis de 1.5 litros por hectárea al igual que Ridomil Gold 69 WP los cuales confieren el mismo control contra *P. infestans* en el cultivo de tomate bajo las condiciones de este ensayo.

CONCLUSIONES

- El fungicida Ridomil Gold 69 WP y Diligent24 EC a una dosis de 1.5 litros por hectarea presentaron el mejor control en el daño foliar provocado por *P. infestans*.

- La presencia del Mancozeb en el fungicida Ridomil Gold 69 WP le brinda a la planta mayor protección que solo el ingrediente activo sistémico Metalaxyl.

RECOMENDACIONES

- La Calidad de la aplicación debe ser óptima para obtener una cobertura uniforme principalmente al utilizar el producto Ridomil Gold 69 WP.

- Sembrar las plantas en bolsas más grandes para que la planta pueda demostrar todo su potencial.

- Al inocular el hongo *P. infestans*, utilizar una cantidad de inóculo menor de tal forma evitar que la planta pueda resistir por mayor tiempo.

- Realizar monitoreos más frecuentes para decidir si es necesario hacer aplicaciones químicas de manera más frecuente de acuerdo al desarrollo de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

American Phytopathological Society of Cambridge. Jones, J. 1997. Compendium of Tomato Diseases.

Bolaños, A. 1998. Introduccion a la olericultura. San José, Costa Rica. UNED. 351p.

Cornell University. 1993. A Pesticide Information Project of Cooperative Extension Offices of Cornell University. Extension Toxicology Network

EOL. 2013. Encyclopedia of Life (en línea). Consultado 22 de agosto de 2014. Disponible en http://eol.org/pages/392557/names

FAO. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consultado 22 de agosto de 2014. Disponible en http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx

IPARC. 2010. A Guide to Pesticides: grouped by Modes of Action (MoA). International Pesticide Application Research Centre (en línea) Consultado 26 de octubre de 2014. Disponible en http://www.dropdata.org/RPU/pesticides_MoA.htm

Lewin, B. 1994. Genes. España. Editorial Reverté. 742p

Navia, O. 2007. Tizón de la papa (phytophthora infestans) y agricultura sostenible (en línea). Consultado 23 de agosto de 2014. Disponible en http://www.proinpa.org/phocadownload/articulos/Papa/Oscar%20Navia_tizon%20papa.pdf

Nelson, S. 2008. Late Blight of Tomato (*Phytophthora infestans*) Plant Disease, University of Hawaii. PD-45

Pitty, A. 1997. Introducción a la biología, ecología y manejo de malezas. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 300p.

Torres, L. 2011. Manejo de tizón tardío. (en línea) International Potato Center. http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-tizon-tardio-o-lancha/