

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Control de *Erwinia amylovora* (Burril) en Manzano *Pyrus malus* L. con Cuatro Bactericidas Aplicados Bajo El Modelo de Predicción Maryblyt para la Sierra De Arteaga, Coahuila.

JESÚS AXEL PAYAN ANAYA

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2021

Control de *Erwinia amylovora* (Burril) en Manzano *Pyrus malus* L. con Cuatro Bactericidas Aplicados Bajo El Modelo de Predicción Maryblyt para la Sierra De Arteaga, Coahuila.

Por:

JESÚS AXEL PAYÁN ANAYA

TESIS

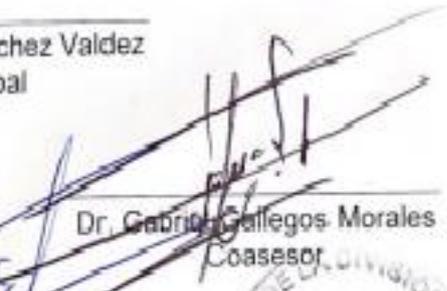
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. Victor Manuel Sánchez Valdez
Asesor Principal


Dra. Yolanda Rodríguez Pagaza
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo de 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme salud y nunca abandonarme

A mi madre

Quien se ha esforzado demasiado a lo largo de su vida para poder sacarme adelante.

A mi familia

Por ser un pilar fundamental para mi formación y todo el apoyo que me brindan

A Cinthia Vega

Por siempre apoyarme y estar conmigo en todas las decisiones

Al M.C Víctor Manuel Sánchez Valdez

Mi buen amigo, maestro y mentor por sus consejos y apoyo durante toda la carrera.

Al departamento de Parasitología

Por brindarme las herramientas necesarias para salir y ejercer esta noble profesión.

A mi Alma Mater

Por todas esas experiencias vividas y aprendizajes para el resto de mi vida

A la familia Rodríguez Cabello

Por su hospitalidad, apoyo y hospitalidad durante la carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IV
MATRIZ DE INVESTIACION.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación.....	2
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
1. Generalidades del manzano.....	3
1.1 Morfología.....	3
1.2 Importancia económica.....	4
1.3 Estados fenológicos del manzano.....	4
1.4 Distribución.....	7
1.5 Clasificación taxonómica del manzano.....	7
1.6 Requerimientos climáticos.....	8
2. Tizón de fuego.....	8
2.1 Generalidades del tizón de fuego.....	8
2.2 Morfología.....	8
2.3 Sintomatología.....	9
2.4 Ciclo de la enfermedad	11
2.5 Distribución.....	15
2.6 Clasificación taxonómica de <i>Erwinia amylovora</i>	15

2.7 Control.....	15
3. Modelo de predicción Maryblyt.....	15
3.1 Generalidades del modelo de predicción.....	15
3.2 Tizón en flor.....	17
3.3 Tizón por canceres.....	18
3.4 Tizón en puntos de crecimiento.....	18
3.5 Tizón por traumas.....	19
4. Bactericidas.....	19
4.1 Oxitetraciclina.....	19
4.2 Gentamicina y Kasugamicina.....	19
4.3 <i>Bacillus subtilis</i>	20
MATERIALES Y METODOS.....	21
5. Descripción de la zona de proyecto.....	21
5.1 Proceso de validación del modelo de predicción Maryblyte	21
5.2 Validación del modelo en lote de la comunidad de Jame.....	22
5.3 Bactericidas a usar.....	23
5.4 Diseño experimental.....	24
5.5 Variable a medir.....	24
5.6 Análisis estadístico.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1 Predicciones 2020 para el valle de Jame.....	25
6.2 Resultado de la aplicación de los bactericidas.....	27
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFIA.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Fechas de los eventos de humectación en Jame.....	23
Cuadro 2. Predicción del evento de humectación del 16 y 17 de Marzo.....	25
Cuadro 3. Predicción del evento de humectación del 22 de Marzo.....	26
Cuadro 4. Predicción del evento de humectación del 30 de Marzo.....	27
Cuadro 5.- Concentración de datos sobre porcentaje de racimos florales de manzano infectados con tizón de fuego <i>Erwinia amylovora</i> Burril en Jame, Arteaga, Coahuila 2020.....	27
Cuadro 6. Prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05 de tratamientos aplicados.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punta plateada.....	4
Figura 2. Punta verde.....	5
Figura 3. Oreja de ratón o media pulgada verde.....	5
Figura 4. Racimo apretado o botón verde floral.....	6
Figura 5. Boton rosa.....	6
Figura 6. Plena floración o flor completa.....	6
Figura 7. Tizón de la flor o blossom blight.....	9
Figura 8. Tizón en crecimientos o shoot blight.....	10

MATRIZ DE INVESTIGACIÓN

Área: Fitopatología

Sub área: Bacteriología

Línea: Manejo y Control

Sub línea: Control Químico

Programa: Frutales

Sub programa: Manzano

Asesor principal: M.C Víctor Manuel Sánchez Valdez

INTRODUCCIÓN

El tizón de fuego es la enfermedad bacteriana más devastadora del manzano y del peral, *Erwinia amylovora* (Burril), causa daño en flores, brotes, ramas, frutos y raíces y se conoce en América del Norte desde hace 200 años (Van der Zwet y Keil, 1979). Lindow y Suslow (2003) citados por Legarreta (2009) menciona que el proceso epidémico se inicia con el inóculo sobre estigmas de las flores mediante la acción de la lluvia y las abejas. Palacio-Bielsa & Cambra (2009) menciona que *E. amylovora* fue la primer enfermedad conocida en plantas, causada por una bacteria; ha sido descrita en más de 200 especies de plantas de la familia Rosacea (Van der Zwet & Keil, 1979).

La participación en la producción de manzana en el continente Americano ha sido muy importante dentro de las últimas décadas ocupando esta el 14% de la producción mundial (FAO, 2017). México tuvo una aportación con 714,149 toneladas en 53,619 ha, durante el año 2017 ocupando el lugar 21 en la producción mundial de manzana y quedando en quinto lugar en la producción del continente, cerca del 7% del total.

Dentro de la producción nacional el estado de Coahuila ocupó el lugar número 4 en el año 2017 con una producción de 22,653 Tn en hectárea y una superficie plantada de 5,759 ha (SIAP, 2018). Las enfermedades bacterianas han sido responsables de grandes pérdidas en los cultivos en México mencionando al Tizón de Fuego de Peral y Manzano *Erwinia amylovora*, pudrición blanda *Erwinia carotovora*, cáncer del tomate *Clavibacter michiganensis* subs *michiganensis*, *Xanthomonas campestris* pv *citri*, dichas pérdidas no solo se traducen en la disminución de la producción sino también en el aumento de la demanda y elevación exagerada de precios, así mismo en el aumento del costo del manejo del cultivo, disminución de superficie sembrada, elevación del índice de pobreza y conflicto políticos internacionales.

Justificación

Esta investigación se genera por la necesidad de determinar el tiempo oportuno de aplicación de un bactericida justo en el momento que ocurrió la infección de Tizón de fuego y antes de la aparición de síntomas

Objetivo

Evaluar los bactericidas disponibles en el mercado con el seguimiento del modelo de predicción Maryblyte para predecir eventos de infección y aparición de síntomas del tizón del fuego *Erwinia amylovora* y tomar medidas de acción justo a tiempo.

Hipótesis

HO: Todos los bactericidas son igualmente efectivos, sí se aplican en el momento que ocurre la infección de acuerdo al Modelo Maryblite.

HA: Los bactericidas son diferentes en su efectividad

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Generalidades del manzano

1.1 Morfología

Árbol

El árbol alcanza como máximo 10 metros de altura y tiene una copa en forma de globo. El tronco es derecho, alcanzando normalmente de 2 a 2.5 metros de altura, la corteza es lisa, de color ceniciento verdoso sobre los ramos y escamosa y gris parda sobre las partes viejas del árbol. Tiene una vida aproximada de unos 60-80 años. Las ramas se insertan en ángulo abierto sobre el tallo, de color verde oscuro, a veces tendiendo a negruzco o violáceo y los brotes jóvenes terminan en una espina (FAUTAPO, 2014).

Hojas

Las hojas son de forma oval, bordes aserrados, con el haz verde claro, de doble longitud que el peciolo, con 4-8 nervios alternados y bien desarrollados, con una longitud de 4.10 cm aproximadamente (FAUTAPO, 2014).

Flores

Las flores son grandes, se abren unos días antes que las hojas. Son hermafroditas de color rosa pálido, y a veces blanco dependiendo de la variedad en número de 3 a 6 unidas (FAUTAPO, 2014). La floración tiene lugar a finales de invierno e inicio de primavera, generalmente a principios de Marzo

Raíz

El sistema radicular es leñoso; las plantas de semilla tienen una o más raíces pivotantes, mientras que las de estacas, acodos o estaquillas tienen varias raíces principales alrededor del tronco. La profundidad radicular depende del tipo de portainjerto y de la calidad del suelo (FAUTAPO, 2014)

Fruto

La manzana es un fruto carnoso (pomo); según su forma puede ser achatada y/o redondeada. Tanto la forma como el color y sabor de los frutos difieren en una amplia gama que depende de la variedad: la fruta denominada Golden presenta un color dorado brillante; Royal Gala tiene una piel rojiza y otras como la verde doncella son verdosas (FAUTAPO, 2014).

1.2 Importancia económica

México tuvo una aportación con 714149 Toneladas en 53619 Has durante el año 2017 (FAO, 2017) ocupando el lugar 21 en la producción mundial de manzana y quedando en quinto lugar en la producción del continente, cerca del 7% del total.

Dentro de la producción nacional el estado de Coahuila ocupó el lugar número 4 en el año 2017 con una producción de 22653.14 Ton en superficie sembrada de 5759 Ha. (SIAP, 2018)

1.3 Estados fenológicos del manzano

Dormancia

Etapa de la yema después de formarse y antes de brotar (Wainwright, 1992), en la que los manzanos hibernan y experimentan relativamente poca actividad (Dohinmotiru, 2019)

Punta plateada (Figura 1)

Cuando las yemas se hinchan, pero antes de que se abran (Wainwright, 1992); las escamas de la yema de la fruta se separan en la punta del brote dejando al descubierto el tejido gris claro o plateado (Dohinmoti.ru, 2019)



Figura 1. Punta plateada

Punta verde o primer verde (Figura 2)

Etapa en que las puntas de las hojas saliendo de la yema muestran color verde (Wainwright, 1992).



Figura 2. Punta Verde

Oreja de ratón o media pulgada verde (Figura 3)

Cuando las puntas de las hojas ya extienden entre 1 y 1.5 centímetros de las escamas duras (Wainwright, 1992)



Figura 3. Oreja de ratón o media pulgada verde

Racimo apretado o botón verde floral (Figura 4).

Las hojas ya han salido y el racimo de las seis flores esta apretado. Las flores todavía son verdes adentro de los sépalos (Wainwright, 1992).



Figura 4. Racimo apretado o botón verde floral

Botón rosa (Figura 5)

Las flores muestran su color rosado mientras empiezan a salir de los sépalos (Wainwright, 1992).



Figura 5. Botón rosa.

Plena floración o Flor completa (Figura 6)

Las flores están abiertas y listas para recibir polen (Wainwright, 1992).



Figura 6. Plena floración o flor completa.

Caída de pétalos

Después de estar abierta la flor unos días, el estigma y estilo se secan y los pétalos empiezan a caer (Wainwright, 1992).

Cuajado de fruto

Las flores fecundadas empiezan a desarrollarse en frutas y a engrosarse (Wainwright, 1992).

1.4 Distribución

De acuerdo a Montejo (2008) la manzana en México se cultiva en 23 estados entre los cuales destacan los siguientes en orden de importancia: Chihuahua, Durango, Coahuila y Zacatecas. El estado con mayor superficie establecida es Chihuahua con el 34.91% del total de la producción nacional y es seguido por el estado de Durango, con el 18.85%, y ocupando como el tercer lugar el estado de Coahuila con el 13.72%, Puebla con el 9.49% y por ultimo Zacatecas con el 3% de la producción nacional.

1.5 Clasificación taxonómica del manzano

De acuerdo a Montejo (2008) menciona que, aunque muchos autores mencionan al manzano con el nombre científico de *Pyrus malus* L. en un análisis histórico del manzano se concluye que el nombre científico apropiado para la manzana cultivada es *Malus domestica* por Bork.

Reino: Vegetal

División: Traqueofitas

Subdivisión: Pteropsidas

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledoneas

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Subfamilia: Amygdaloideae

Género: *Pyrus*

Especie: *malus*

Esquema de clasificación taxonómica del manzano según Sinto y Wilson (1975)

1.6 Requerimientos climáticos

El manzano tiene un umbral de temperatura inferior a 7°C y un umbral de temperatura superior de 35°C teniendo como temperaturas optimas 18°C a 24°C y una temperatura critica o de daño por heladas menor a -10°C daño a corteza y perdida de yemas florales (CIREN-INIA, 2015).

2. Tizón de fuego *Erwinia amylovora*

2.1 Generalidades del tizón de fuego

El tizón de fuego es sin duda, la más devastadora bacteriosis de los frutales de pepita y algunas ornamentales de la familia Rosaceae. El agente causal es la bacteria *Erwinia amylovora* Burril. Fue descrita por primera vez en el año 1789, en proximidades de la ciudad de Nueva York, Estados Unidos, y confirmada su etiología en 1884 en la Universidad de Cornell. En 1919 se le detecto en Nueva Zelanda y a fines de la década de 1950 en Inglaterra. Actualmente está presente en la mayoría de los países productores de frutas de pepita del mundo. (Rossini *et al*, 2013)

2.2 Morfología

Erwinia amylovora tiene bastones rectos, con dimensiones de 0.5 a 1.0 x 1.0 a 3 um. Se desplazan por medio de varios a muchos flagelos peritricos. Pertenece al grupo de las Erwinias y son las únicas bacterias fitopatógenas que son anaerobias facultativas; no producen enzimas pecticas y causan marchitamientos o enfermedades necróticas (Agrios, 2005)

2.3 Sintomatología

Las epidemias de tizón de fuego se desarrollan en varias fases, cada una de las cuales pueden identificarse por un conjunto distintivo de síntomas. Reconocer estas fases y comprender como se desarrolla cada una es importante para evaluar los riesgos y tomar decisiones sobre las medidas de control más apropiadas necesarias (Biggs & Turechek, 2014)

Tizón de la flor o blossom blight (Figura 7)

Los síntomas del tizón de la flor son el resultado de infecciones directas de flores abiertas con pétalos intactos. Los primeros síntomas se desarrollan como un oscurecimiento de la base de la flor o del peciolo, que puede ir acompañado de pequeñas gotas de exudado. El peciolo infectado pronto se marchita y el patógeno invade el espolón fructífero, pero el patógeno a menudo continúa invadiendo y matando una parte de la rama o rama de soporte. Dado que las infecciones por floración son generalmente las primeras en desarrollarse y ocurren en grandes cantidades en un área amplia, son una fuente importante de inoculo secundario (Biggs & Turechek, 2014).



Figura 7. Tizón de la flor o blossom blight.

Tizón en cánceres

Los síntomas del tizón en cánceres se desarrollan como resultado de la actividad renovada del patógeno en los márgenes de los cánceres de hibernación establecidos durante la temporada anterior (Steiner, 1990).

El primer síntoma del cáncer es la aparición de una zona estrecha, empapada de agua en el tejido de la corteza sana bordeando cánceres activos. Esto solo se puede ver cortando la corteza a través del margen del cáncer. Dentro de unos días después de esto, se pueden ver vetas parduzcas en el tejido interno de la corteza. La bacteria luego invade los brotes vegetativos cercanos internamente, lo que hace que se marchiten y mueran. Dichos brotes, especialmente los brotes de agua, a menudo se confunden con los síntomas del tizón temprano (Biggs & Turechek, 2014)

Tizón en crecimientos o shoot blight (Figura 8)

Los brotes jóvenes en crecimiento activo también son muy susceptibles a esta enfermedad, y en este caso, el marchitamiento provoca una pérdida en su rigidez, curvándose de forma característica, a modo de “cayado de pastor” (Cambra *et al.*, 2002).

A diferencia de los brotes infectados asociados con el daño por el cáncer que se invaden desde abajo, los brotes infectados a través de las puntas de las hojas no muestran decoloración temprana antes de marchitarse, pero permanecen verdes hasta que se desarrolla la necrosis. Las infecciones desde la punta del brote, que ocurren más temprano en la temporada, progresan rápidamente, matan todo el brote y con frecuencia invaden la extremidad de soporte donde puede desarrollarse un cáncer (Biggs & Turechek, 2014)



Figura 8. Tizón en crecimientos o shoot blight

Tizón en traumas

Los síntomas del tizón del trauma se desarrollan en muchos tejidos diferentes y se asocian con infecciones después de lesiones causadas por heladas tardías, granizadas o vientos fuertes que dañan el follaje. Estas lesiones aparecen para romper los mecanismos de defensa que la resistencia normalmente confiere en tejidos maduros de cultivares susceptibles y en cultivares resistentes como Red Delicious a fuego bacteriano (Suleman, 1992). Pueden producirse efectos similares cuando se realizan cortes para eliminar ramas infectadas durante la temporada de crecimiento, que a menudo resultan en formación de pequeños canchales en los trozos de rama (Suleman, 1992).

Tizón de raíz

Este se desarrolla como un cáncer justo debajo de la unión del injerto, que eventualmente rodea y mata al árbol. Estas infecciones son inusuales ya que el tronco y las extremidades del vástago que intervienen por encima de la unión del injerto y por debajo de los síntomas visibles del tizón en el vástago que permanecen sin síntomas. Los cánceres de raíz pueden aparecer a mediados del verano, pero pueden no detectarse hasta finales del verano y principios del otoño, lo que a menudo induce un follaje rojo temprano en el otoño (Biggs & Turechek, 2014).

2.4 Ciclo de la enfermedad

Las bacterias invernan en los bordes de los canchales formados durante la estación anterior, sobre los canchales que aparecen en otros hospedantes y quizá en las yemas y al parecer en los tejidos leñosos sanos. Sobreviven con mayor frecuencia en las grandes ramas y rara vez en las ranuras que tienen menos de 1 cm de diámetro. En la primavera, las bacterias en estos cánceres “remanentes” vuelven a mostrar actividad, se reproducen y se propagan hasta la corteza sana adyacente. Cuando el clima es húmedo, las masas bacterianas absorben el agua y aumentan de volumen más allá de la capacidad de los tejidos, lo cual hace que algunas porciones de ellas exudan a través de las lenticelas y salgan hasta la superficie del tejido. Esta exudación de goma, denominada lama o exudado

bacteriano, consiste de savia de la planta, millones de bacterias y subproductos bacterianos. Por lo común, dicho exudado aparece en primer término casi en el momento en que se produce la floración del peral y manzano. Varios insectos, tales como las abejas, moscas y hormigas, son atraídas por el exudado dulce y pegajoso y se impregnan de él, posteriormente frecuentan las flores, dejan una porción del exudado que contiene bacterias en el néctar y quizá también en el pistilo de la flor.

En algunos casos, las bacterias son llevadas también desde los canchros exudantes hasta las flores por las salpicaduras de lluvia. Cuando el exudado se seca suele formar filamentos aéreos que pueden ser diseminados por el viento y servir como inoculo (Agrios, 2005).

La bacteria penetra a través de aberturas naturales, como los ya mencionados nectarios y estigmas en la flor, así también por los estomas de las hojas. En el manzano, por ejemplo, existe un apretado ordenamiento de estambres y abundantes tricomas en los estilos, que parecen impedir que la bacteria llegue al hipanto (región donde se encuentran los nectarios), sin embargo, con la presencia de los insectos polinizadores el nivel de dificultad de alcance se reduce al mínimo por lo tanto si puede presentarse una infección en flor a través de los nectarios.

A través de las sustancias que secretan, producen la plasmólisis y después la muerte y el colapso de las células parenquimáticas vecinas. Al mismo tiempo, degradan algunos componentes de la lámina media y de las paredes celulares. Dichas bacterias se propagan con rapidez, principalmente a través de los espacios intercelulares, pero también a través de la lámina media macerada (Agrios, 2005).

En ocasiones, las bacterias ocasionan la ruptura de las delicadas paredes celulares de la flor, lo cual permite que el protoplasto sea invadido. En algunos casos, se produce la desintegración de varias capas de células parenquimáticas plasmolisadas. Esto da lugar a la formación de cavidades sumamente grandes que se llenan de bacterias. Desde la flor las bacterias descienden hasta el pedicelo y penetran en la corteza del espolón del fruto. La infección del espolón

causa la muerte de todas las flores, hojas y frutos sostenidos por el (Agris, 2005)

La penetración e invasión de las hojas, cuando se produce, es similar a la de las flores. Aun cuando los estomas e hidatodos sirvan como puntos de entrada para las bacterias, parece ser que la mayoría de las infecciones foliares se producen a través de heridas producidas por insectos, tormentas de granizo, etc. Al parecer, las bacterias se desarrollan mejor y más rápido en el mesofilo esponjoso que en el parénquima empalizada. Desde el parénquima de las nervaduras, las bacterias penetran en el peciolo y llegan al tallo a través del peciolo (Agris, 2005).

Recientemente se ha demostrado que *E. amylovora* penetra en los tejidos de sus hospedantes a través de herida, y quizá a través de los delicados tejidos de las flores y hojas que han sido dañados, inicialmente coloniza los vasos de sus hospedantes y se distribuye a través de ellos, colonizando otros tejidos solo después durante el proceso de infección. Sin embargo, contrariamente a lo que ocurre en otros marchitamientos bacterianos, *E. amylovora* se distribuye en sus hospedantes a través de sus vasos e invade rápidamente a otros tejidos, destruyendo a las células y causando los síntomas característicos de los tizones y canchales durante el proceso.

Las bacterias infectan a las ramitas tiernas y jóvenes a través de sus lenticelas, por las heridas producidas por diversos agentes y por medio de insectos. Son infectadas también a través de las infecciones de hojas y flores. En las ramitas, las bacterias se mueven intercelularmente o si penetran en los vasos xilemáticos que han sido dañados recorren pequeñas distancias a través de la xilema. En poco tiempo producen un colapso y la degradación de las células corticales, formando grandes cavidades. En las ramitas jóvenes, las bacterias pueden llegar al floema, por el cual son transportadas después hacia la punta de la ramita hasta las hojas. La invasión de las grandes ramitas y ramas se limita principalmente a la corteza. El avance de ella depende de la succulencia de los tejidos y de las condiciones predominantes de humedad y temperatura. Bajo condiciones adversas al desarrollo del patógeno, el hospedante forma capas de corcho en torno a las zonas infectadas y limita así la expansión del cancro. En las variedades susceptibles y durante los climas calido-húmedos, las bacterias se

propagan desde los espolones o vástagos hasta los órganos de dos, tres o más años, destruyendo su corteza (Agrios, 2005)

2.5 Distribución

De acuerdo al CABI-EPPO (2013) se ha reportado la presencia del Tizón de fuego en Europa, Asia, África, América del Norte, América Central y el Caribe, además de algunas partes de Oceanía

2.6 Clasificación taxonómica de *Erwinia amylovora*

De acuerdo al CABI (2018) la clasificación taxonómica es:

Dominio: Bacterias

Filo: Proteobacterias

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Enterobacteriales

Familia: Enterobacteriaceae

Género: *Erwinia*

Especie: *amylovora*

Esquema de clasificación taxonómica de *Erwinia amylovora*

2.7 Control

Tratamientos con microorganismos que comparten nicho con *Erwinia amylovora* para lograr su desplazamiento, utilizar material de plantación certificada, realizar solo poda invernal, evitar variedades sensibles, desinfección de equipos y de útiles de poda, empleo de modelos de predicción que estimen el riesgo de enfermedad en función de los datos meteorológicos y fenológicos (Agrointegra,s.f.).

3. Modelo de Predicción Maryblyt

3.1 Generalidades del Modelo de Predicción Maryblyt

El tizón de fuego a causado demasiados estragos que ha habido la necesidad de desarrollar mecanismos de control, eficientes y oportunos con el fin de evitar daños catastróficos en el cultivo del manzano. Tomando en cuenta la conciencia ecológica y la preocupación por la salud humana se han desarrollado los modelos de predicción los cuales han resultado ser un boom para la agricultura moderna y que han representado un método de control eficiente al reducir las aplicaciones excesivas de productos químicos, los cuales son perjudiciales a la salud humana, convirtiendo el control químico en una opción racional.

Uno de los modelos de predicción que ha demostrado ser eficiente es el Maryblyt, cuyas características son adaptables a la región del objetivo de estudio pues fue desarrollado para zonas semiáridas del pacifico de Estados Unidos de Norteamérica.

Biggs & Turechek (2014) definen a Maryblyt TM versión 7.1 como un programa integral de ordenador para la predicción de eventos de infección y el desarrollo de síntomas específicos para la mayoría de las fases de la epidemia de la enfermedad en manzanas y peras. La primera vez se desarrolló en 1988 en la Universidad de Maryland y se basó en informes de investigación publicados y observaciones sobre la ocurrencia de la plaga en los huertos de manzanas de Maryland. Las pruebas posteriores en más de 20 ubicaciones en las regiones noreste, sureste, medio oeste y noroeste del Pacífico de los EE.UU y en Canadá desde 1989 hasta 1991 condujeron a muchas mejoras que permiten una amplia aplicación del programa para manzanas y peras en diferentes climas. Maryblyt ha sido la base principal del programa para manzanas y peras en diferentes climas. Su uso ha dado lugar a una notable mejora en el nivel de control obtenida y una reducción en el número de aplicaciones de antibióticos aplicados compararse con otros enfoques convencionales

Maryblyt también predice la aparición de cuatro tipos de distintos de síntomas de tizón de fuego: flor, cáncer, crecimiento y tizón traumático. No predice el tizón del portainjerto. El programa se puede operar en tiempo real para evaluar riesgos actuales o el progreso de una epidemia, o en un modo de simulación para

predecir eventos futuros utilizando datos meteorológicos previstos. La información generada en ambos modos del programa proporciona una base para tomar decisiones sobre cuando realizar tratamientos de control específicos y cuando es razonablemente “seguro” retrasarlos (Biggs & Turechek, 2014).

Steiner (1990) estableció los fundamentos del modelo de predicción Maryblyt que utiliza tres medidas de unidades de calor acumulativas para monitorear indirectamente el desarrollo del huésped, las poblaciones de patógenos, la disponibilidad de vectores de insectos y el desarrollo de síntomas.

- ✓ Los grados-día (DD) acumulados >40F (4.4°C) se utilizan para controlar la edad de las flores y la aparición de insectos vectores.
- ✓ Las horas-grado (Dh) acumulados >65F (18.3°C) se utilizan para establecer el potencial de infección epifítica (EIP), que es un índice de riesgo de infección. El potencial de infección epifítica se calcula expresando el número de horas grado>65F acumulado en los últimos 80 grados día para manzano con un máximo de 110 grados día con una temperatura mayor a 18.3 grados Celsius, que representa el umbral de infección. Por ejemplo, si el potencial de infección está por debajo de 100, ocurrirán pocas infecciones, si el potencial de infección es de 100-150, esto es suficiente para soportar una epidemia de tizón en flor y si el potencial de infección excede de 200-250, se puede esperar una gran cantidad de infecciones con cualquiera evento de humectación.
- ✓ Los DD acumulados >55F (12.7°C) se usan para predecir el desarrollo de síntomas, una vez que se ha producido la infección.
- ✓ DD y Dh son calculados por el programa utilizando una función de onda sinusoidal con un máximo de 90F (32°C) y varios umbrales de temperatura mínima.

3.2 Tizón en flor

El modelo Maryblyt supone una abundancia de inoculo y para que se produzca una infección en flor, se deben cumplir cuatro condiciones en secuencia:

- ✓ Las flores deben estar abiertas con estigmas expuestos para la colonización y los pétalos intactos (las flores en la caída de pétalos son resistentes)
- ✓ La acumulación de al menos 198 Dh $>65^{\circ}\text{F}$ (110Dh $>18.3^{\circ}\text{C}$) dentro del ultimo 80 DD $>40^{\circ}\text{F}$ (44.4 DD $>4.4^{\circ}\text{C}$) para las manzanas o dentro de la ultima 120 DD $>40^{\circ}\text{F}$ para peras define el potencial de infección epifítica (EIP) para la flor abierta más antigua y, por lo tanto, la flor más colonizada del huerto)
- ✓ Un evento de humedecimiento que ocurre como rocío o >00.01 pulgada (0.25mm) de lluvia, o >0.10 pulgadas (2.5mm) de lluvia el día anterior (permite el movimiento de las bacterias de estigmas colonizados a los nectaroides y una temperatura promedio de 18.3°C (esto puede influir en la velocidad a la que las bacterias migran hacia los nectaroides así como la multiplicación de bacterias necesarias para establecer infecciones ya que habiendo una humectación de .2 mm y con una temperatura mayor a 18.3°C se puede dar la infección por *Erwinia amylovora*) Por eso la humedad y temperatura es un factor de suma importancia para que se llegue a dar la infección.

Cuando se cumplen todas estas condiciones mínimas en secuencia, se produce infección y se esperan síntomas de la primera plaga después de una acumulación de 103 DD adicionales $>55^{\circ}\text{F}$ (57DD $>12.7^{\circ}\text{C}$). Los Dh se reducen en un tercio, la mitad o se restablecen a cero si la temperatura no supera un umbral de 64°F (17.8°C) durante uno, dos o tres días, respectivamente. Sin embargo, una vez que Dh Supera los 400 (EIP = 200), no se realizan ajustes negativos.

3.3 Tizón por canceres

Este evento puede predecirse de manera bastante confiable con la acumulación de al menos 196 DD $>55^{\circ}\text{F}$ (109 DD $>12.7^{\circ}\text{C}$) después de la punta verde (generalmente sobre la caída de pétalos más una semana) (Steiner 1990)

3.4 Tizón en puntos de crecimiento

Maryblyt pronostica solo los primeros síntomas iniciales de tizón. Los pronósticos se basan en la suposición de que los vectores de insectos están presentes. Estos primeros síntomas generalmente se desarrollan con la acumulación de 103 DD>55°F (57DD>12.7°C) después de la primera aparición de flores o síntomas de tizón en el área inmediata cuando la temperatura diaria promedio es de 60°F (15.6°C) o más. Maryblyt también se puede usar para identificar diferentes insectos que contribuyen al tizón al restar 103 DD del total de DD>55°F que muestra el programa el día de los primeros síntomas del tizón

3.5 Tizón por traumas

Los síntomas del tizón del trauma se basan en infecciones asociadas con heladas tardías, granizo o vientos fuertes. Se pueden esperar síntomas cuando el potencial de infección epifítica (EIP) alcanza los 100, pero generalmente son más severos cuando el EIP excede los 200-250.

Una vez que ocurre la lesión, los síntomas se puede esperar después de un intervalo de 103 DD>55°F (57DD12.7°C) similares.

4. Bactericidas

4.1 Oxitetraciclina

Las tetraciclinas son la segunda clase de antibióticos de amplio espectro descubierto después de la penicilina. La oxitetraciclina fue descubierta por Finlay y colaboradores en el año 1950 (FINLAY et al., 1950). El desarrollo de la oxitetraciclina fue consecuencia de un trabajo organizado en busca de un agente terapéutico frente a bacterias, rickettsias y espiroquetas y ciertos “virus y organismos protozoarios” (WRIGHT y TSCHAN, 1953).

Antibiótico de amplio espectro de acción bacteriostática y vida media corta, actúa interfiriendo la síntesis proteica bacteriana. Está incluido en el grupo de las tetraciclinas.

Inhibe la síntesis de proteínas en la bacteria a nivel ribosomal. La oxitetraciclina presenta principalmente una acción bacteriostática frente a bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, así como también frente a otros microorganismos tales como micoplasmas, espiroquetas, clamidias y rickettsias.

4.2 Gentamicina y Kasugamicina

Después de actuar sobre la superficie externa de la membrana celular de las bacterias y atravesar la membrana interna, se unen a la subunidad 30S ribosomal, donde inhiben la síntesis proteica y originan la muerte del agente infeccioso. (Alino Santiago, 2007).

Los antibacterianos aminoglucósidos-aminociclitolos despliegan una potente acción bactericida, reconociendo a la inhibición de la síntesis proteica como el mecanismo de acción tradicional de estos compuestos

El ingrediente activo de la gentamicina es un Aminoglucósido sistémico cuyo mecanismo de actuación consiste en interferir en la síntesis normal de proteínas que son precursoras de enzimas bacterianos que degradan los tejidos vegetales. Así, los aminoglucósidos, una vez que atraviesan la membrana citoplasmática, se ligan a las subunidades 30S de los ribosomas bacterianos e inhiben la síntesis de proteínas de tres maneras:

Interfieren con la iniciación de la formación del péptido. Producen una lectura errónea del RNAm, creando proteínas no funcionales o tóxicas debido a la incorporación incorrecta de aminoácidos en la cadena peptídica.

Desdoblan los polisomas en monosomas no funcionales. Este efecto es irreversible y letal para la célula bacteriana ya que se originan proteínas no funcionales y, en ocasiones, tóxicas.

4.3 *Bacillus subtilis*

Una de las características más importantes del género *Bacillus* es su capacidad de producir una gran variedad de antibióticos con capacidad de inhibir el crecimiento de agentes fitopatógenos, entre éstos, los lipopéptidos cíclicos no ribosomales han sido los más estudiados (Villareal Delgado, 2018)

MATERIALES Y MÉTODOS

5. Descripción de la zona de proyecto

El proyecto se realizó en el municipio de Arteaga el cual se ubica en el sureste del estado de Coahuila en las coordenadas 101° 50'24" latitud norte, limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con el estado de Nuevo León y al oeste con el municipio de Saltillo. Este municipio se encuentra enclavado en el macizo montañoso que forma parte de la Sierra Madre Oriental y que es conocido generalmente como la Sierra de Arteaga; con una altura de 1,700 a 3,500 m.s.n.m (Montejo, 2008).

La aplicación se llevó a cabo en un lote perteneciente al Ing. Víctor Manuel Sánchez Valdez en, Arteaga, Coahuila.

5.1 Validación del modelo Maryblyt en Arteaga, Coahuila

Para la validación del modelo de predicción se monitorearan diversos lotes de la Sierra de Arteaga desde primera flor a flor abierta hasta el cuajado de fruto y se visitaron para aplicar inmediatamente después de un periodo de humectación (lluvia o rocío) o de trauma (granizo) y donde se validó el modelo para estos lotes con los datos climáticos necesarios para el funcionamiento del programa.

Para completar el proceso de validación se necesita el acceso a los datos climáticos de la estación meteorológica de CONAGUA en la comunidad de Jame.

Las variables climáticas que se solicitan a continuación se mencionan:

- Temperatura máxima y mínima diaria
- Precipitación, rocío y granizo o cualquier evento de humectación
- Presencia de flores desde flor abierta hasta cuajado del fruto

Los datos del rancho del Ing. Víctor Manuel Sánchez Valdez los datos son proporcionados por la estación meteorológica de CONAGUA dentro de la comunidad de Jame y que manualmente monitorea los datos requeridos ya mencionados.

5.2 Proceso de validación del modelo de predicción Maryblyt

Para seguir el modelo se tuvo un enfoque más prioritario a daños de infecciones de flores ya que estamos trabajando con Tizón de flor para así evitar pérdidas económicas graves al productor y poder controlar esta enfermedad siendo el principal problema a nivel mundial en este cultivo.

Este modelo ya validado anteriormente en esta región menciona varios puntos importantes que nosotros estamos siguiendo para poder controlar o inhibir esta enfermedad:

- Es un método de cálculo seno simple con corte horizontal
- Umbral de temperatura superior (UTS) de 32°C
- Para calcular la vida de las flores un umbral de temperatura inferior (UTI) de 4.4°C hasta acumular los 44 grados día
- Para calcular el tiempo de infección de una flor un umbral de temperatura inferior (UTI) de 18.3°C hasta acumular las 110 horas grado
- Para calcular la fecha de aparición de los primeros síntomas se usa como UTI de 12.7°C hasta acumular 57 grados día

De estos puntos el más importante y que estamos tomando como referencia para inhibir el crecimiento de esta bacteria es el punto último que menciona que con 18.3°C y con un periodo de humectación es necesario aplicar para inhibir el crecimiento o establecimiento de esta bacteria ya que esta se prende y puede llegarnos a causar mucho daño económico.

Tenemos que estar muy pendientes de la temperatura y de los periodos de humectación que lleguen a haber para poder tomar acción de control y evitar daños graves.

5.3 Validación del modelo en lote de la comunidad de Jame

Para la validación del modelo de predicción, se tomaron en cuenta los cuatro principios para que se dé una infección en flor.

Las fechas en las que se presentaron los eventos de humectación con alta posibilidad de infección se encuentran descritas en el cuadro 1. Con excepción de la fecha 16 y 17 de marzo la cual fue nocturna y no hubo temperaturas mayores a 18.3 grados Celsius. Para el día 21 de Marzo en el lote de Golden Vigas se aplicó *Bacillus subtilis* ya que hubo condiciones para que se diera la infección

Cuadro 1. Fechas de los eventos de humectación en Jame

Fecha	Evento
16 de Marzo 2020	10 mm de Precipitación
17 de Marzo 2020	7 mm de Precipitación
22 de Marzo 2020	1 mm de Precipitación
30 de Marzo 2020	32 mm de Precipitación

5.3 Productos que se usaron

Al detectar las condiciones ambientales de actividad los cuales ya fueron mencionados para este organismo, tendremos que actuar y aplicar al momento de que los botones florales comiencen su apertura para aplicar lo que es *Bacillus subtilis* para inhibir el crecimiento de *Erwinia amylovora*. Esto se aplicó únicamente al momento de la apertura de los botones florales.

Otros productos que se usaron al momento en que el clima nos marcó el momento perfecto para aplicar y evitar que esta enfermedad se nos prendiera fueron estos 4 productos::

- Oxitetraciclina
- Gentamicina
- Kasugamicina
- *Bacillus subtilis* Formulado en el laboratorio de Microbiología UAAAN

Los cuáles fueron aplicados de manera foliar asperjando con un equipo de abanico calibrado a asperjar 1000 litros de agua. Se aplicó en bandas de 3 hiladas de manzanos entrando por las hiladas 1 y 2 y retornando por las hiladas 2 y 3. Se tomó como parcela útil la hilada central (2) para la toma de muestras

5.4 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos los cuales fueron testigo, oxitetraciclina, gentamicina, kasugamicina y *Bacillus subtilis*, y cuatro repeticiones con 20 parcelas experimentales. Cada parcela consistió en 3 hiladas por 20 manzanos de fondo asperjados con un equipo de abanico de 600 litros ajustada al agua requerida (120 litros) para una superficie 1200 metros cuadrados.

5.5 Variable a medir.

Se tomaron 300 racimos florales, 20 por árbol por 15 árboles, identificados como racimos sanos con cuajado de fruto contra racimos atizonados de color negro estimando porcentajes de infección. Este muestreo se realizó el 15 de abril transcurrido el pronóstico de aparición de síntomas. La muestra se tomó en 15 árboles de la hilada central la cual constituyó como parcela útil.

5.6 Análisis estadístico.

Los datos de porcentaje de infección se les aplicó un Análisis de varianza y prueba de separación de medias por Tukey al 0.05 de significancia utilizando el paquete de diseños estadísticos SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Predicciones para lote de Jame

Registro de eventos de humectación y floración del cultivo.

El 16 de marzo hubo una precipitación de 10 mm, esta llovizna ocurrió durante la noche cuando la temperatura estuvo por debajo de 18.3°C lo cual no cumple con las condiciones ambientales necesarias para que *Erwinia amylovora* se desarrolle y cause infección, sin embargo aun así se desarrolló una predicción como parte del procedimiento experimental para determinar riesgos de infección.

De acuerdo a los datos climáticos proporcionados se hizo el cálculo de la duración de vida de la flor, la acumulación de las horas grado para la infección en flor, y la acumulación de los días grado para la aparición de síntomas en el racimo floral (Cuadro 2). En orden mencionado se señaló los días en que se acumulan 44 grados día de la duración de la flor (quinta columna); las 110 horas grado para la infección en flor (séptima columna); y los 57 grados día para la aparición de síntomas (novena columna).

Cuando ocurre la humectación el 16 de Marzo, la cual fue baja solo estaban abiertas las flores del lote de Golden Vigas y el huerto fue aplicado de forma preventiva con *Bacillus subtilis*. La humectación el día 16 fue nocturna y el 17 las temperaturas estuvieron predominantemente frías.

Cuadro 2. Predicción del evento de humedecimiento del 16 y 17 de Marzo

Fecha	Precip. Mm	T.Min °C	T. Max °C	Degree-days		Degree-hours		Degree-days	
				Diario	Acumulados (4.4)	Diario	Acumulados (18.3)	Diario	Acumulados (12.7)
16-mar-20	10	10	28	14.6	14.6	3.22	77.28	6.75	
17-mar-20	7	4	21	8.13	22.73	0.46	88.32	2.61	2.61
18-mar-20		5	24	10.1	32.83	1.37	121.2	3.98	6.59
19-mar-20		10	27	14.1	46.93	2.81		6.26	12.85
20-mar-20		9	26	13.1		2.32		5.55	18.4
21-mar-20		9	27	13.6		2.72		6.03	24.43
22-mar-20	1	8	23	11.1		1.16		3.96	28.39
23-mar-20		10	27	14.1		2.81		6.26	34.65
24-mar-20		11	32	17.1		5.1		9.01	43.66
25-mar-20		10	32	16.6		4.96		8.71	52.37
26-mar-20		10	34	17.6		5.85		9.69	62.06
27-mar-20		11	32	17.1		5.1		9.01	

Fecha	Precip. Mm	T. Min °C	T. Max °C	Degree-days		Degree-hours		Degree-days	
				Diario	Acumulados (4.4)	Diario	Acumulados (18.3)	Diario	Acumulados (12.7)
17-mar-20	7	4	21	8.13	8.13	0.46	11.04	2.61	
18-mar-20		5	24	10.1	18.23	1.37	43.92	3.98	3.98
19-mar-20		10	27	14.1	32.33	2.81	111.36	6.26	10.24
20-mar-20		9	26	13.1	45.43	2.32		5.55	15.79
21-mar-20		9	27	13.6		2.72		6.03	21.82
22-mar-20	1	8	23	11.1		1.16		3.96	25.78
23-mar-20		10	27	14.1		2.81		6.26	32.04
24-mar-20		11	32	17.1		5.1		9.01	41.05
25-mar-20		10	32	16.6		4.96		8.71	49.76
26-mar-20		10	34	17.6		5.85		9.69	59.45
27-mar-20		11	32	17.1		5.1		9.01	

Hay que tomar en cuenta para que se dé la infección por *Erwinia amylovora* tiene que haber mínimo 0.2 mm de precipitación y una temperatura mayor a 18.3°C. El día 22 de Marzo hubo una precipitación de 1 mm del cual también se realizó una predicción (Cuadro 3). Cabe mencionar que a este lote se le aplicó el día 21 de Marzo *Bacillus subtilis* el cual es un antagonista de bacterias y virus.

Cuadro 3. Predicción del evento de humedecimiento del 22 de Marzo

Fecha	Precip. Mm	T. Min °C	T. Max °C	Degree-days		Degree-hours		Degree-days	
				Diario	Acumulados (4.4)	Diario	Acumulados (18.3)	Diario	Acumulados (12.7)
22-mar-20	1	8	23	11.1	11.1	1.16	27.84	3.96	
23-mar-20		10	27	14.1	25.2	2.81	95.28	6.26	6.26
24-mar-20		11	32	17.1	42.3	5.1	217.68	9.01	15.27
25-mar-20		10	32	16.6	58.9	4.96		8.71	23.98
26-mar-20		10	34	17.6		5.85		9.69	33.67
27-mar-20		11	32	17.1		5.1		9.01	42.68
28-mar-20		12	30	16.6		4.34		8.36	51.04
29-mar-20		13	28	16.1		3.59		7.8	58.84

Predicción del periodo de humectación del 30 de Marzo 2020

El día 30 de Marzo se presentó una precipitación de 32 mm en el lote de Jame, cuando la variedad Golden Convencional estaba en plena floración. Coincide una gran humectación, con temperaturas apropiadas mayores a 18.3°C y flores abiertas en Golden convencional (Cuadro 4). De acuerdo a esta predicción la fecha para la aparición de síntomas fue el día 9 de Abril. La aplicación de los productos bactericidas y *Bacillus subtilis* fueron el día 3 de Abril para prevenir la infección, ese día hubo un evento de humedecimiento inapreciable el cual no afectó la aplicación de los productos.

Cuadro 4. Predicción del evento de humedecimiento del 30 de Marzo

Fecha	Precip. Mm	T. Min °C	T. Max °C	Degree-days		Degree-hours		Degree-days	
				Diario	Acumulados (4.4)	Diario	Acumulados (18.3)	Diario	Acumulados (12.7)
30-mar-20	32	12	25	14.1	14.1	2.17	52.08	5.87	
31-mar-20		11	24	13.1	27.2	1.68	92.4	5.06	5.06
01-abr-20		12	25	14.1	41.3	2.17	144.48	5.87	10.93
02-abr-20		10	25	13.1	54.4	2		5.3	16.23
03-abr-20	ll. Inap	9	28	14.1		3.12		6.51	22.74
04-abr-20		8	28	13.6		3.03		6.29	29.03
05-abr-20		11	26	14.1		2.49		6.05	35.08
06-abr-20		11	27	14.6		2.91		6.54	41.62
07-abr-20		9	28	14.1		3.12		6.51	48.13
08-abr-20		10	27	14.1		2.81		6.26	54.39
09-abr-20		9	28	14.1		3.12		6.51	60.9
10-abr-20		9	28	14.1		3.12		6.51	

6.2 Resultado de la aplicación de los productos

Cuadro 5.- Concentración de datos porcentaje de racimos florales de manzano infectados con tizón de fuego *Erwinia amylovora* Burril en Jame, Arteaga, Coahuila 2020.

TRATAMIENTOS	DOSIS	I	II	III	IV	SUM.	X
<i>Bacillus subtilis</i>	2L/1000	7.14	8.29	5.72	6.19	27.34	6.83
KASUGAMICINA	1.2L/1000	1.80	3.72	3.54	2.49	11.55	2.89
GENTAMICINA	80G/1000	4.91	3.75	1.96	2.07	12.69	3.17
OXITETRACICLIN	0.6 K/1000	1.30	3.52	0.94	2.87	8.63	2.18
TESTIGO SIN APLICAR.		20.53	28.92	26.36	27.35	103.16	25.79

Cuadro 6. Prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05 de tratamientos aplicados

Tratamiento	Media	N	Tukey agrupamiento
Testigo	25.790	4	A
<i>Bacillus subtilis</i>	6.835	4	B
Gentamicina	3.173	4	C B
Kasugamicina	2.888	4	C B
Oxitetraciclina	2.158	4	C

La interpretación de la prueba de comparación de medias por Tukey al 0.05 señala que existen tres grupos estadísticos marcados con las letras a, b y c los cuales son diferentes entre sí. El grupo marcado con la letra “A” incluye al testigo sin aplicar el cual presento el mayor porcentaje de racimos infectados con 25.790 lo que significa que en ausencia de la acción de control se pueden perder el 25% de racimos florales o frutos potenciales para las condiciones ambientales del valle de Jame en el 2020.

El segundo grupo marcado con la letra “B” incluye al *Bacillus subtilis* con 6.835% de racimos dañados, junto a la Gentamicina + Oxitetraciclina con un 3.173% de racimos infectados y la Kasugamicina con 2.888% de daño.

Por su parte el grupo “C” fue integrado por los antibióticos Gentamicina + Oxitetraciclina 3.173%, Kasugamicina con 2.888%, y la Oxitetraciclina + Terramicina con 2.158%. (Cuadro 6)

CONCLUSIONES

- 1.- El período de humectación que detonó la infección fue la lluvia del 30 de Marzo donde se cumplen las condiciones de infección el primero de abril y la aparición de síntomas el 9 de abril de 2021.
- 2.- La aplicación de los tratamientos el 3 de Abril, antes de la aparición de síntomas permitió reducir el daño del Tizón de Fuego sobre el cultivar Golden Normal.
- 3.- Todos los tratamientos bactericidas son diferentes estadísticamente al testigo por lo que previenen el daño del Tizón de Fuego.
- .4.- Los mejores tratamientos con daños de 2 al 3% son la Oxitetraciclina+ Terramicina, la Kasugamicina y la mezcla de Gentamicina + Oxitetraciclina.
- 5.- Se destaca la efectividad del antagonista *Bacillus subtilis* quién solo obtuvo el 6.8% de daño en comparación al testigo con 25.79% lo que abre la posibilidad de usar alternativas biológicas

BIBLIOGRAFIA

Agrios, G.N 2005. Plant pathology. Fifth Ed. Academic Press, Burlington. 538,561-564 p.

Agrointegra. Sin fecha. Guía de protección integrada: Manzano https://www.agrointegra.eu/pdfs/GuaProteccionIntegrada_MANZANO.pdf (12, Marzo, 2020)

Aliño Santiago, Miriam, López Esquirol, Juana, Navarro Fernández, Raymundo, & Duperval Maletá, Pablo. (2007). Aminoglucósidos: mirada actual desde su historia. *Revista Cubana de Pediatría*, 79(2) Recuperado en 20 de abril de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312007000200009&lng=es&tlng=es

Biggs, A.R & Turechek W.W. 2014. Maryblyt 7.1(for Windows) A predictive Program for Forecasting Fire Blight Disease in Apples and Pear (versión 7.1). West Virginia, USA. 48 p.

CABI. 2018. *Erwinia amylovora*. (Distribucion) <https://www.cabi.otr/isc/abstract/> (12, Marzo, 2020)

CABI/EPPO. 2013. *Erwinia amylovora* (distribución) <https://www.cabi.org/isc/abstract/201334421489> (12, Marzo, 2020)

Cambra, M.A., A. Palacio, C. Lozano, J. Crespo 2002. El fuego bacteriano de las Rosáceas. *Erwinia amylovora*. Informaciones Tecnicas, 1/2002.

Dirección General de Tecnología Agraria, Departamento de Agricultura,
Gobierno de Aragón.

CIREN-INIA. 2015. Manzano. <https://www.ciren.cl/wp-content/uploads/2017/manzana.pdf> (12,Marzo,2020)

Coahuila. Sin fecha. Datos Municipios. <https://coahuila.gob.mx/> (12, Marzo, 2020)

Dohinmoti.ru. 2019. Los efectos de las heladas en los manzanos. <https://dohinmoti.ru/preguntas-m%C3%A1s-frecuentes/4003-los-efectos-de-las-heladas-en-los-manzanos.html> (13, Marzo, 2020)

FAO. 2019. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

FAUTAPO. 2014. Información Técnica del Manzano. En Texto guía del Participante: Producción de Manzana. Fundación Educación para el Desarrollo. FAUTAPO Sucre, Bolivia. 82p

Mella, M., Sergio, Sepúlveda A., Marcela, González R., Gerardo, BelloT., Helia, Domínguez Y., Mariana, Zemelman Z., Raúl, & Ramírez G., César. (2004). Aminoglucósidos-aminociclitolos: Características estructurales y nuevos aspectos sobre su resistencia. *Revista chilena de infectología*, 21(4), 330-338. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182004000400007>

Montejo, J.C. 2008. Diagnóstico del sistema producto Manzana (*Pyrus malus* L.) en la sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 70p.

Ramírez, Legarreta, M.R., Jacobo-Cuelar, J.L., Avila-Marioni, M.R. y Parra-Quezada, R.A. 2004. Eficiencia del uso de plaguicidas en huertos de manzano (*Malus sylvestris* L.) Mill. Var. Domestica (Borkh) Mansf. En Chihuahua, México. Revista Mexicana de Fitopatología 22:403-413 p.

Rossini, M., Marini D., GLayetto A., ArroyoL.,Raygon J.M.,Toncovih M., Prenol L., Bado S., Zotto A. 2013. Detección precoz del tizón de fuego. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-Centro Regional Patagonia Norte-Estacional Experimental Agropecuaria Alto valle, 2da edición. Argentina: Ediciones INTA https://inta.gob.arg/sites/default/files/inta_tizon-de-fuego.pdf

SIAP, S. d. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria de Consultas SIACON NG (Aplicación móvil). <https://www.gob.mx./siap/documentos/siacon-ng-161430>

SIAP. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON NG (aplicación móvil) <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>

Steiner, P.W. 1990. Predicting canker, shoot and trauma blight phases of Apple fire blight epidemics using the Maryblyt program. Acta Hortic.

Steiner, P.W., & Lightner, G. 1996 MARYBLYT 4.3. A predictive program for forecasting fire blight disease in apples and pears. Gemplers Inc. Belleville, WI, USA.

Suleman, P., 1992. Factors affecting the development of fire blight symptoms in vegetative Apple tissues. Doctor. Diss., Univ. Of Maryland, College Park, MD

Villarreal Delgado, María Fernanda, Villa-Rodríguez, Eber Daniel, Cira-Chávez, Luis Alberto, Estrada-Alvarado, María Isabel, Parra-Cota, Fannie Isela, & Santos-Villalobos, Sergio de los. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1), 95-130. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>

Wainwright, P.A. 1992. Guía para el Cultivo de Manzano en Costa Rica. Costa Rica:ICE publicaciones.