

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Primera Aproximación del Sistema De Predicción Maryblyt Para el Tizón de Fuego *Erwinia amylovora* en el Cultivo del Manzano *Malus domestica* (B) en La Sierra de Arteaga 2018

Por:

IVÁN MUÑIZ REYNA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Primera Aproximación del Sistema De Predicción Maryblyt Para el Tizón de Fuego
Erwinia amylovora en el Cultivo del Manzano *Malus domestica (B)* en La Sierra de
Arteaga 2018

Por:

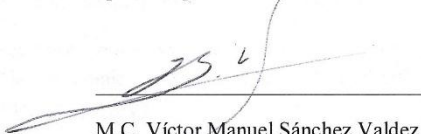
IVÁN MUÑIZ REYNA

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

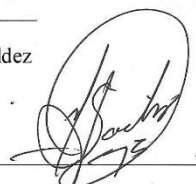
Aprobada por el Comité de Asesoría:



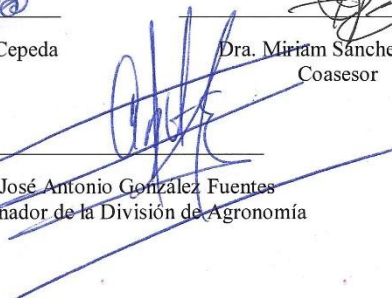
M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez
Asesor Principal



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Coasesor



Dra. Miriam Sánchez Vega
Coasesor



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

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por cada bendición a través de mi vida, y en esta etapa de mi formación profesional y como persona.

A mi Alma Mater, por cada oportunidad de aprendizaje durante mi estancia en esta institución.

Al M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez, por su excelente labor como docente de curso y como asesor principal de tesis, gracias por todo su conocimiento compartido durante esta etapa, un gran reconocimiento como maestro y como persona.

A los Profesores del Departamento de Parasitología y en general, por cada conocimiento y tiempo de aprendizaje compartido, por formar parte de esta formación como persona y profesionista, en especial a la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, al Dr. Abiel Sánchez Arizpe, al Dr. Oswaldo García Martínez, a la Dra. Yolanda Rodríguez Pagaza y a la Dra. Miriam Sánchez Vega.

A la Dra. Erika Paloma Carrizales Ruiz, por su excelente labor como tutor durante toda esta etapa, gracias por su atención, tiempo y consejos compartidos.

A mis amigos y compañeros, por su valiosa amistad y apoyo incondicional durante esta etapa. Neri, Ellery, Marcos, Daniela, Karla, Orlando, Eduardo, Ofhir, Jesús, José, Melchor, Vitalino y demás compañeros.

DEDICATORIA

“Si he visto más lejos ha sido porque he subido a hombros de gigantes”

(Isaac Newton)

A mis padres, mis gigantes, María de la Luz Reyna Longoria y Juan Arnulfo Muñiz Vázquez. Por todos sus consejos y su apoyo.

A mis hermanos Edgar Muñiz Reyna y Samantha Muñiz Reyna.

A mis amigos Omar, Ellery y Marcos, por su valiosa amistad, tiempo compartido, experiencias, aprendizajes juntos, y por su apoyo incondicional.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	VIII
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	2
El Cultivo de la Manzana	2
Fenología del Cultivo del Manzano	3
Sistema de Producción.....	4
Preparación del Terreno.....	4
Plantación del Manzano.....	5
Riego.....	5
Fertilización	6
Poda.....	6
Raleo.....	7
Cosecha	7
Importancia	8
Fuego Bacteriano	10
Agente patógeno (<i>Erwinia amylovora</i>)	10
Hospederos	10
Distribución	11
Sintomatología	13
Síntomas Similares al Tizón de Fuego	16
Epifitología de la Enfermedad	17
Diseminación de <i>Erwinia amylovora</i>	17
Factores Condicionantes de la Enfermedad.....	18
Receptividad de la planta.....	19
Cantidad de inculo	19
Ciclo de la Enfermedad	20
Inculo Primario – Infección Primaria.....	20
Inculo Secundario – Infección Secundaria	21

MODELOS DE PREDICCIÓN DE ENFERMEDADES.....	22
MARYBLYT	22
Descripción del Modelo	22
MATERIALES Y METODOS.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
Discusión	30
CONCLUSIONES	31
LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Países con mayor producción de manzana en 2017, FAOSTAT	8
FIGURA 2 Estados con mayor producción de manzana en 2017, SIAP	9
FIGURA 3 Estados con mayor superficie de manzana en 2017, SIAP.....	9
FIGURA 4. Distribución mundial de Tizón de Fuego, EPPO, 2013	12
FIGURA 5. Sensibilidad de variedades. (Van der Zwet y Beer, 1991)	18
FIGURA 6. Datos por fecha, Temperatura mínima y máxima.	24
FIGURA 7 Inicio del Calculador electrónico de Grados Día, UC IPM.....	25
FIGURA 8 Carga de variables climáticas tomadas.	25
FIGURA 9 Cálculo obtenido de Grados Día.....	26
FIGURA 10 Ejercicio de Predicción.	26
FIGURA 11 Predicción de síntomas para Rancho Guadalupe.....	27
FIGURA 12 Tizón en Flor.....	27
FIGURA 13 Predicción de infección y síntomas para Rancho de ing. Raymundo Duran, y la Estación El Conejo.	28
FIGURA 14 Exudado bacteriano en fruta y tizón en racimo floral.....	28
FIGURA 15 Predicción para Huerto Alicia, Los Lirios.	29
FIGURA 16 Margen necrosado.....	29

RESUMEN

Coahuila se posiciona en cuarto nivel de producción nacional de manzana siendo la Sierra de Arteaga el municipio productor; en el año 2015 se presentó una alta incidencia de la enfermedad tizón de fuego causada por *Erwinia amylovora* debido a que es la enfermedad más agresiva en dicho cultivo el presente trabajo tuvo como objetivo realizar una aproximación a la aplicación del modelo de predicción Marybyt

Mediante el uso de datos históricos obtenidos de la Red de Estaciones Meteorológicas del INIFAP se realizaron pronósticos de infecciones en tres ranchos en la Sierra de Arteaga obteniendo como resultado pronósticos para infecciones y síntomas para cada uno de los ranchos.

Palabras clave: Arteaga, Tizón de Fuego

INTRODUCCIÓN

El tizón de fuego es la enfermedad bacteriana más devastadora del manzano y del peral (Krtizman *et al.*, 2003), *Erwinia amylovora* (Burill) Winslow *et al.*, 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 los estigmas de las flores mediante la acción de la lluvia y las abejas. Palacio-Bielsa & Cambra (2009) mencionan que *E. amylovora* fué la primera 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).

El Tizón de fuego está ampliamente distribuido en 70 países en los 5 continentes; para el caso del continente Americano en el caso específico de México De acuerdo con Ramírez (1921) citados por Zwet y Keil (1979) incluyó al tizón de fuego en las enfermedades observadas en plantas alrededor de México; además en los estados de Chihuahua y Durango, esta enfermedad también está presente en Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, México, Puebla, San Luis Potosí y Tlaxcala. (EPPO, 2013).

En 1943 el tizón de fuego se observó en manzanas en la región de Canatlán en Durango. Posteriormente en la región manzanera de Chihuahua en 1974 la bacteria se identificó bioquímicamente por personal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y su importancia económica inició a partir de 1990. (Ramírez & Legarreta *et al.*, 2009); tanto en países desarrollados como en México se reconoce el incremento de ataques de tizón de fuego en manzano; en el caso de Coahuila que cuenta con un total de 5,759 Ha plantadas en el año 2015 se presentó una alta incidencia de la enfermedad por precipitaciones durante la floración por lo que el objetivo del presente trabajo fue: Realizar la primera aproximación del modelo Maryblyt aplicado en huertos de manzana en La Sierra de Arteaga, Coahuila.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Cultivo de la Manzana

El cultivo de la manzana es tan antiguo como la humanidad, se desconoce el origen exacto del manzano, aunque se cree que procede del cruzamiento y selección de varias especies de manzanos silvestres europeos y asiáticos. Según V.V. Ponomarenko es *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem., una especie de manzano silvestre que crece de forma natural en las regiones montañosas de Asia media, podría ser esta especie de la que se habrían originado, hace 15.000-20.000 años

El Manzano (*Malus domestica* B.) es un frutal caducifolio está dentro de la familia Rosaceae, donde también se encuentra el Peral, Membrillo, Ciruelo, Durazno, entre otros. El porte del manzano alcanza de los 7 a los 10m de altura y tiene una copa globosa, Tronco derecho que usualmente alcanza de 2 a 2,5m de altura, con corteza cubierta de lenticelas, lisa, adherida, de color ceniciento verdoso sobre las ramas y escamosa y gris parda sobre las partes viejas del árbol. El sistema radicular es superficial, menos ramificado que en peral, sus hojas son ovales, cortamente acuminadas, con dientes obtusos, blancas y con el haz verde claro, las flores del manzano son cortamente pedunculadas de color rosa palido a blanco, son hermafroditas y se encuentran unidas en un corimbo de 3 a 6, estas abren pocos días antes que las hojas. Tiene una vida de unos 60-80 años, el fruto es un pomo globoso con pedúnculo corto, que difiere en cuanto a color, tamaño y sabor, según la variedad. (SAGARPA, 2017)

El color de la piel va desde el verde claro hasta el rojo muy oscuro, casi negruzco. En cuanto a tamaño, puede ser apenas un poco mayor a una cereza y casi tan grande como una toronja o un melón mediano. (Planeación Agrícola, 2017)

Fenología del Cultivo del Manzano

En el manzano se considera que un árbol esta joven hasta el tercer año en este periodo el árbol produce solo madera y hojas, dependiendo de la variedad la etapa productiva de un árbol puede comenzar desde el segundo año incluso al sexto año, a partir de este año se considera un árbol adulto, en adelante de los 15 el árbol produce poca madera y poca fruta.

El proceso del ciclo fenológico del manzano para la región de Arteaga comienza con la caída de hojas a mediados del mes de octubre y puede prolongarse hasta noviembre, después de esto es cuando el árbol entra en el periodo de dormancia durando hasta el mes de febrero; en el mes de marzo es cuando comienza la renovación de la actividad vegetativa del árbol para pasar al mes de abril con la floración, aparición de hojas y amarre de frutos; la máxima vegetación así como la acumulación de reserva de nutrientes para el próximo ciclo se da de mayo a septiembre, mientras que en agosto comienza la cosecha pudiendo alargarse a mediados de septiembre, después de esto el árbol nuevamente se prepara para la caída de hojas (Montejo, 2008)

Durante el periodo de dormancia del árbol durante el invierno en promedio los arboles de manzana dependiendo la variedad requieren de una acumulación de 800 a 1000 horas frio para dar paso con la brotación, la formación de yemas florales como vegetativas se empiezan a formar en el mes de junio quedando casi formadas en agosto o mayo del año siguiente.

Floración

La floración de los manzanos son diferentes según la variedad, como también depende del tiempo que dura la floración hasta la cosecha o maduración del fruto, usualmente la duración de la flor hasta el fruto dura aproximadamente un mes (Montejo, 2008).

Sistema de Producción

Montejo 2008, menciona que para el establecimiento de un huerto de manzano es fundamental considerar un lugar apropiado, esto incluye factores como el clima, topografía, profundidad y fertilidad del suelo. En cuanto al clima se requieren temperaturas templadas, no soporta demasiado calor, en cambio el frío si en ciertas condiciones, una de estas es el momento de floración, no puede soportar los 2 grados bajo cero; también se consideran las granizadas, heladas y vientos, que resultan muy perjudiciales comenzando la época de floración. Para el caso de la precipitación se menciona que mínimo debe ser de 700 mm y aun superiores en regiones cálidas; para el caso de la región de Arteaga para mantener el nivel adecuado de humedad en el suelo se da un riego antes de la aplicación de compensadores y después de la floración se inician riegos cada quince días, teniendo en cuenta las precipitaciones que se puedan dar. Aunque el manzano cuenta con una gran facilidad para adaptarse a diferentes suelos y climas si se quiere obtener buenos resultados en la explotación de este frutal se deben cumplir ciertas exigencias de este árbol, por ejemplo, se prefieren los suelos francos con buen drenaje y profundos con una capa arable de al menos 60 cm de profundidad, se desarrolla bien en suelos ligeramente ácidos con un pH entre 5 y 7 teniendo como óptimo un pH de 6.5 a 6.8. (SAGARPA, 2017).

Preparación del Terreno

Dependiendo de cómo sea el proceso de preparación del suelo se puede ver reflejado en velocidad de crecimiento y por ende en la productividad del árbol, para el caso de la región de Arteaga algunos productores inician con un desmonte del terreno para posteriormente hacer un subsuelo para romper una capa profunda y propiciar el desarrollo de las raíces del árbol, después se pasa una rastra para romper terrones y por último la nivelación.

Plantación del Manzano

La plantación es una etapa que puede incurrir a éxito o al fracaso del emprendimiento, en esta etapa no se debe olvidar que la plantación se realiza solo una vez y los errores cometidos pueden ser difícilmente corregidos; la plantación del manzano se puede hacer de diferentes formas pudiendo ser en cuadrado, rectángulo, tres bolillo, y quincusio que es una variación del cuadrado o marco real. En la sierra de Arteaga los productores tienen muy en cuenta el aprovechamiento del terreno para optimizar el espacio para tránsito de la maquinaria y vehículos necesarios.

La plantación inicia en el momento en que el árbol tira las hojas en el otoño hasta la primavera, el periodo donde la savia está en reposo, las densidades de plantación por hectárea pueden ser de 1,500 a 3,000 árboles/Ha en los sistemas en eje; densidades de 1,000 a 1,700 árboles/Ha en espaldera; normalmente las distancias entre árbol pueden ser de 2 a 3m para el cordón horizontal sencillo y de 10 a 12m para formas libres sobre franco.

En la sierra de Arteaga la plantación de manzano suele hacerse en febrero pudiéndose alargar a mes de marzo, los árboles deben tener una medida de 60cm x 60cm, el ahoyado se realiza manualmente con una pala y en cuanto a los grandes productores, estos realizan un ripeo sobre una línea donde van a ir las hileras, antes de plantar los árboles se hace una poda en la parte apical de las raíces y tratar con una solución de caldo bordelés (1kg Sulfato de cobre + 1kg de cal en 100 litros de agua). Esto para prevenir daños por enfermedades radiculares.

Riego

El sistema de riego que más emplean en la sierra de Arteaga es de aspersión con un 80% y por goteo con un 90% de eficiencia (Montejo, 2008). Y aunque no todos los productores cuentan con la tecnología requerida también se emplea el sistema de surcos e inundación con un 70% y 60% de eficiencia respectivamente. Según Montejo, 2008 el árbol anualmente requiere de 200 a 300 litros de agua por kilo de fruta producido.

Fertilización

Se puede entender la nutrición de un cultivo como si fuera una cuenta de ahorros en el banco, las aplicaciones podrían verse como los “depósitos”, los resultados de análisis en las hojas como el “saldo” y la producción, podría reflejarse como los “retiros”, este factor es uno de los más importantes, de esto depende directamente los rendimientos, calidad.

Los elementos con mayor importancia en la producción de manzana son el: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K). Los elementos secundarios son calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Los elementos menores son boro (B) cloro (Cl), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), sodio (Na) y silicio (Si). (SAGARPA, 2017).

Los elementos mayores son mejor absorbidos si son aplicados al suelo mientras que los menores son mejores cuando se aplican en forma foliar o en casos de que se presenten deficiencias, (INTAGRI, 2017) se debe tener en cuenta que toda aplicación después de la cosecha es para el próximo año.

En la Sierra de Arteaga, los productores aplican urea, superfosfato triple, sulfato de potasio, sulfato de zinc, sulfato de cobre, quelato de hierro, nitrato de calcio, y fertilizantes orgánicos como es el estiércol de vaca y de cabra, (Montejo, 2008).

Poda

La poda es una práctica que regula la capacidad vegetativa y reproductiva de las plantas, esa capacidad está definida genéticamente por la variedad y es fuertemente influenciada por el porta injerto y por las condiciones de clima, suelo, y manejo del cultivo. Para hacer una buena poda de producción en el manzano es importante tener en cuenta los distintos órganos vegetativos y de fructificación (Ojer *et al.*, 2011).

Los sistemas de formación más utilizados son las formas en eje, bien sea libre o con una base estructurada, tipo “fusetto” italiano. También es frecuente el tipo de formación en espaldera, sea en palmeta o incluso, en algunas zonas, el “drapeaux” de origen francés (Montejo, 2008).

Raleo

Como complemento a la poda de producción, es obligado en los años de abundante carga de fruta realizar un aclareo para obtener mejor calidad de la fruta, el aclareo de la fruta bien sea manual o químico además regula la producción del año siguiente, cuando el aclareo de la fruta se hace manualmente estas deben tener el tamaño de una avellana, dándoles un movimiento de torsión; La fructificación se produce en forma de corimbo, dando lugar a dos, tres o más frutos en un solo ramillete, más eficaz que el aclareo de la fruta es el de las flores, porque el árbol no pierde esa parte de las reservas que emplea en la formación de los frutos..

EL aclareo químico se realiza con productos hormonales, como NAD o ANA, y otros productos como Carbaril. Las dosis y momentos dependen de cada variedad y circunstancia particular. Normalmente el aclareo químico precede a un ajuste de número de frutos final, mediante un aclareo manual después de la caída fisiológica de frutos que tiene lugar en junio; (Montejo, 2008)

Cosecha

La cosecha comienza entre septiembre y octubre exceptuando las variedades más precoces que se recogen en julio y agosto. La cosecha del fruto depende del destino final de la misma, si se destina al mercado en fresco, debe recogerse en pleno día exento de toda humedad y con cuidado de golpearla.

En la cosecha mecanizada se emplean máquinas automáticas que pasan entre las líneas de plantación, estas provocan vibraciones que hacen caer la fruta, haciéndola caer en plataformas o bandejas en la parte inferior. Otra sistema más económico consiste en un bastidor de lona provisto de ruedas el cual se empuja a mano y por medio de un aparato eléctrico se genera las vibraciones que hacen caer la fruta.

Importancia

Su importancia lo convierte en un fruto producido en muchos países con una producción en el año 2017 de 83,139,326 toneladas en 2017 (FAO, 2017) teniendo como principal productores a China, Estados Unidos de América, Turquía, Polonia e India. México con una producción total de 714,149 toneladas en 2017 (FAO, 2017). La manzana se cultiva en 23 estados de la república, entre los cuales cinco destacan por su participación, en superficie sembrada y cosechada, como son: Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Veracruz.

La producción de manzana en el Estado de Coahuila se concentra en el municipio de Arteaga, con una superficie de 5,759 hectáreas, con un promedio de 5 toneladas por hectárea el producto se caracteriza por ser de buena calidad, sabor y textura.

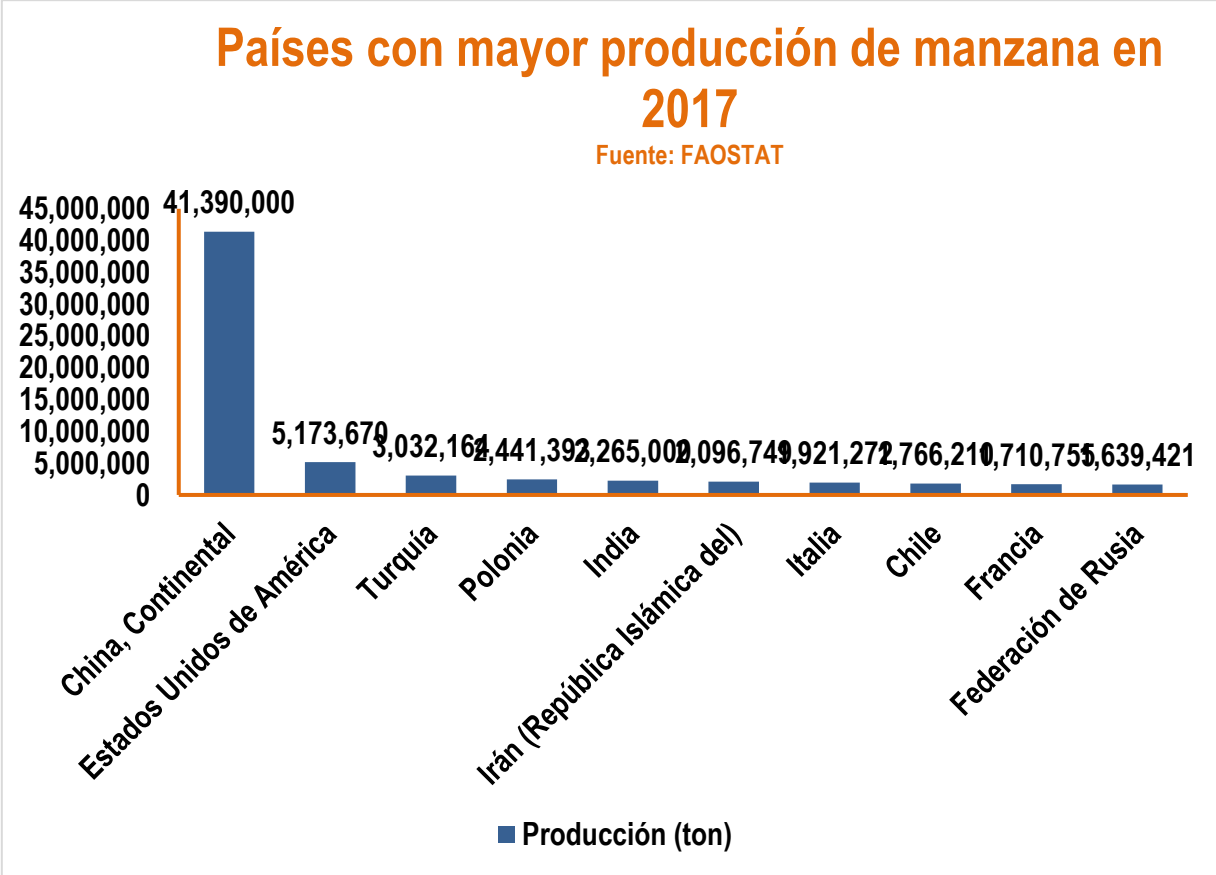


FIGURA 1 Países con mayor producción de manzana en 2017, FAOSTAT



FIGURA 2 Estados con mayor producción de manzana en 2017, SIAP



FIGURA 3 Estados con mayor superficie de manzana en 2017, SIAP

Fuego Bacteriano

Agente patógeno (*Erwinia amylovora*)

Erwinia amylovora es una bacteria Gram negativa perteneciente a la familia Enterobacteriaceae en forma bacilar de flagelación peritica, es una bacteria anaerobia facultativa, con un tamaño aproximado de 0,3 a 1-3 μm (Palacio-Bielsa & Cambra, 2009).

Erwinia amylovora es el agente causal del fuego bacteriano o tizón de fuego, la cual, tanto productores frutícolas como investigadores, coinciden en llamar “enfermedad única”, por varias razones: el alto impacto económico que producen sus daños, la rápida migración en la planta, la facilidad con que se disemina y sobrevive a pesar del limitado rango de hospederos y porque no se dispone de un manejo eficiente, a pesar de ser una de las enfermedades más estudiadas (Vanneste, 2000):

Hospederos

Si bien el fuego bacteriano ha sido descrito en más de 200 especies vegetales de 40 géneros de la familia Rosaceae, sub-familia Pomoideae, en muchas de ellas no se han observado infecciones naturales sino que corresponden a inoculaciones artificiales. (Van der Zwet & Keil, 1979).

La legislación de la Unión Europea sólo contempla los 12 géneros considerados hospederos de interés comercial y epidemiológico y que son los siguientes frutales: *Cydonia spp.*, *Eriobotrya spp.*, *Malus spp.*, *Mespilus spp.* y *Pyrus spp.*; mientras que en ornamentales y plantas silvestres se lo detectó en: *Amelanchier spp.*, *Chaenomeles spp.*, *Crataegus spp.*, *Cotoneaster spp.*, *Photinia davidiana* (Stranvaesia), *Pyracantha spp.*, y *Sorbus spp.* (Van der Zwet & Keil, 1979).

Distribución

El tizón de fuego fue aparentemente originaria del estado de Nueva York, donde la enfermedad se observó por primera vez en 1780. En ese momento, se desconocía su etiología, y durante un siglo, la causa del trastorno se atribuyó de diversas maneras a los rayos, caldo térmico, savia congelada, insectos, enfermedades humanas, etc. En 1880, Thomas J. Burril de la Universidad de Illinois anunció que una plaga de fuego era causada por una bacteria. En 1884, la Universidad Joseph C. Arthur Cornell presentó la primera prueba, a través de experimentos de re inoculación, de que una bacteria, ahora llamada *Erwinia amylovora*, fue la causante (Van der Zwet & Beer, 1991).

Palacio-Bielsa & Cambra (2009) mencionó que *E. amylovora* fue la primera referencia sobre una enfermedad producida por bacterias en plantas, además de ser la primera enfermedad en demostrarse que la diseminación por insectos por lo cual ocupa un lugar muy importante en la Fitopatología.

De acuerdo con Ramírez (1921) citados por Zwet y Keil (1979) incluyó al tizón de fuego dentro de las enfermedades en plantas observadas alrededor de México, pero esta observación no se confirmó en ese tiempo. En 1943, tizón de fuego se veía en manzanas y en la región de Canatlán en Durango. Posteriormente en la región manzanera de Chihuahua en 1974 la bacteria se identificó bioquímicamente por personal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y su importancia económica inicio a partir de 1990. (Ramirez & Legarreta *et al.*, 2009).

Además de los estados de Chihuahua y Durango, esta enfermedad también está presente en Aguascalientes, Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, México, Puebla, San Luis Potosí y Tlaxcala. (EPPO, 2013).

Actualmente el tizón de fuego se encuentra ampliamente distribuido en al menos 70 países; en América (Bermuda, Canadá, Chile, Colombia, Guatemala, Haití, México, Estados Unidos de América), Europa (Albania, Armenia, Austria, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bélgica, Bosnia, Bulgaria, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Macedonia, Moldavia, Montenegro, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Rusia, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania, Reino Unido). Asia (China, India, Irán, Israel, Japón, Jordania, Kazajstán, República de Corea, Kirguistán, Líbano, Arabia Saudita, Siria, Taiwán y Vietnam), África (Argelia, Egipto, Marruecos, Túnez) y Oceanía (Australia y Nueva Zelanda).

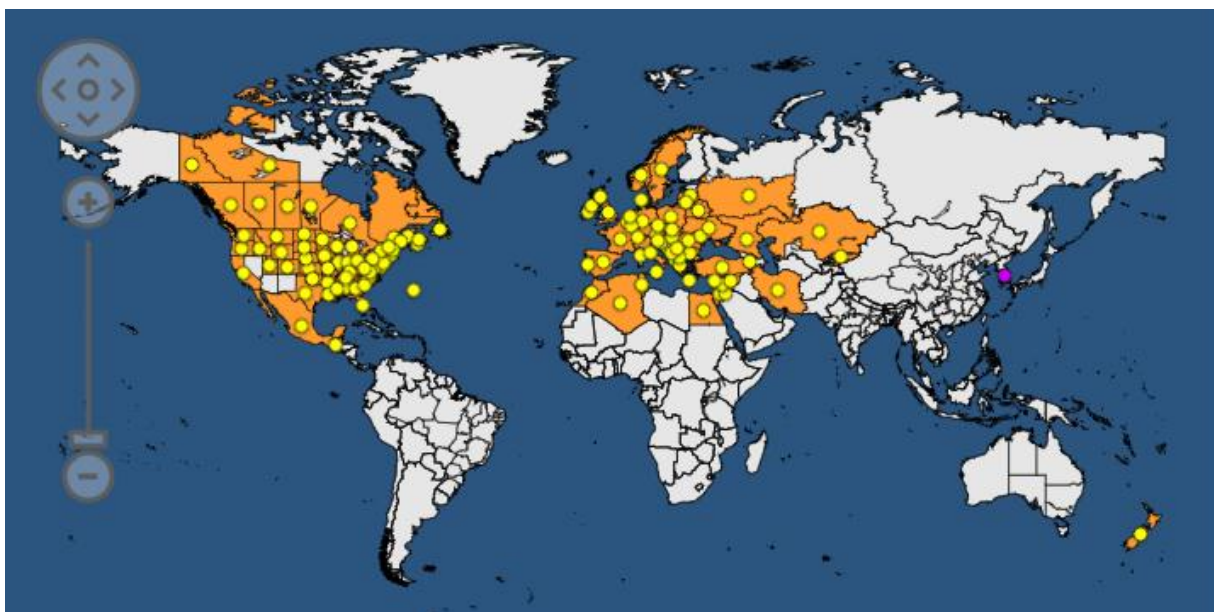


FIGURA 4. Distribución mundial de Tizón de Fuego, EPPO, 2013

Sintomatología

Los síntomas del tizón de fuego son fácilmente identificados, con algunas excepciones. El síntoma más obvio tanto en peral (*Pyrus*) y manzana (*Malus*) es la apariencia en hojas chamuscadas sobre ramas afectadas, algunas veces cuando los brotes suculentos son afectados, estos se doblan característicamente a la forma típica del cayado de pastor. Dependiendo de las partes afectadas por *E. amylovora* en la planta el tizón de fuego puede llamarse blossom blight (Tizón de flor), shoot or twig blight (tizón de rama o brote), leaf blight (tizón en hoja), fruit blight (tizón en fruto), limb and trunk blight (tizón en tronco), y collar and root blight (tizón de cuello y raíz).

Tizón de flor

E. amylovora puede penetrar a las flores a través de las aberturas naturales, incluyendo estigmas, anteras y estomas de los sépalos y nectarios, y se multiplica principalmente en el estigma (Rosen, 1935). El tizón de la flor es usualmente el primer síntoma que se observa y se encuentra durante la primavera, el tizón puede afectar a solo una flor o a todas, observándose una apariencia húmeda, posterior se marchitan para tornarse color café a negro. Durante temperaturas cálidas con alta humedad se puede notar gotas del exudado bacteriano en el pedúnculo. Usualmente las flores afectadas permanecen en el árbol, *E. amylovora* progresa hasta el pedúnculo florar que también presenta un aspecto húmedo para después tornarse café a negro. La infección progresa a las hojas a través del peciolo y después de la nervadura central y venas principales.

Tizón en Brote

Después de las flores los brotes tiernos suelen ser la parte más susceptible a la infección, durante algunas temporadas el tizón en el brote puede ser el único síntoma observado, las infecciones son posibles tanto en la brotación como en aquellas fases de crecimiento activo de tallos herbáceos (inicio de verano y otoño). Los síntomas en el brote son parecidos a los de la flor con la excepción que con condiciones favorables el desarrollo de la enfermedad es más rápido. En pocos días la infección se puede mover de 12-30 cm, usualmente los brotes, la corteza y las hojas se torna de un color claro a café oscuro. Los brotes atizonados terminales usualmente forman la característica forma del “cayado de pastor”.

Tizón en la Hoja

Las hojas usualmente son infectadas cuando la bacteria entra directamente a través de los estomas o con más frecuencia por daños causados por insectos, granizo y daños por el viento. Si la infección ocurre en la lámina foliar se puede ver necrosis en la misma. La infección con frecuencia se dispersa a través de las venas secundarias hacia la nervadura central para después pasar por el peciolo para tornarlo junto con la hoja de un color donde frecuentemente se puede observar gotas de exudado.

En algunas hojas infectadas solo se puede observar necrosis que se extiende de 0.6 – 1.2 cm, algunas otras hojas pueden volverse totalmente necróticas o puede ser solo la nervadura.

Tizón en Fruto

Los frutos pueden verse afectados desde el comienzo de su formación o hasta la madurez, los frutos inmaduros pueden ser infectados a través de lenticelas en la piel, heridas o de una yema infectada. La infección de las frutas es común después de lluvias acompañadas de granizo. La fruta infectada primero suele tornarse de un color verde oscuro o con un aspecto acuso para tornarse café y después negro. Se puede observar gotas de exudado en la fruta. Frutas infectadas se tornan negras después se marchitan y se momifican pudiendo o no quedar colgadas del árbol.

Tizón en Ramas y Tronco.

Cada ciclo de infección suele finalizar con la formación de canceres, ya que estos son una forma de sobrevivencia de *E. amylovora* cuando las condiciones no son favorables, estos canceres pueden comenzar a formarse terminando la primavera en verano y otoño. El tamaño de los canceres va de los 3 – 8 mm en los brotes del año hasta los 12 – 20 cm, o más, en ramas y tronco. Al levantar la corteza en la zona de un canceres se observan estrías de color pardo – rojizo y un aspecto húmedo en el parénquima cortical. En dicho parénquima, la zona afectada puede presentar límites difusos que indica que la bacteria esta activa a cambio cuando los límites son definidos indica que la bacteria ha sido aislada por el árbol.

En primavera cuando la bacteria en el margen de los canceres estos se extienden, esto puede comenzar después o durante la floración dependiendo de la temperatura del huerto, se considera la extensión de los canceres como la causante de pérdida de estructura del árbol.

Tizón en Cuello y Raíz

El tizón en cuello y raíz puede ser el más destructivo y con frecuencia mata los árboles en la base del tronco que está en contacto con el suelo; esta infección se puede dispersar a la raíces o algunas veces se dispersa de las raíces al cuello del árbol. La infección en el cuello puede ser causada por heridas originadas por el pulgón lanígero u otros factores en brotes del tronco o raíces, el síntoma en el cuello es un claro color oscuro con aspecto acuoso de color púrpura. Es común encontrar tizón de cuello y raíz en los porta injertos enanos como lo son el M9 y el M26.

Síntomas Similares al Tizón de Fuego

Los síntomas del tizón de fuego pueden ser confundibles con los causados por otros agentes como hongos, bacterias e incluso alteraciones fisiológicas.

Pseudomonas syrynge pv. *Syrynge* produce necrosis en yemas, flores, o brotes en primavera pero a diferencia de *E. amylovora* la enfermedad no avanza en verano ni otoño, ya que solo los síntomas son visibles cuando las temperaturas son próximas a los 0° C. (Balduque *et al.*, 1998). Palacio – Bielsa y Cambra (2009) mencionan a *Nectria* spp causando chancros en troncos y ramas y como consecuencia secado de hojas y brotes esto en regiones húmedas, también mencionan *Phomopsis* spp y *Phytophthora* spp. Pero a diferencia de *E. amylovora* las lesiones causadas por estos hongos suelen ser en la superficie con límites bien marcados y una coloración marrón en la zona subcortical. Para el caso de síntomas causados por alteraciones fisiológicas Palacio – Bielsa y Cambra (2009) mencionan que la carencia de boro, problemas en el suelo y otros diversos factores como aplicaciones de herbicidas pueden dar lugar a síntomas de tizón en hojas.

Epifitiología de la Enfermedad

Diseminación de *Erwinia amylovora*

EL tizón de fuego o fuego bacteriano es una de las enfermedades que ha demostrado mayor capacidad de diseminación a cortas, medias y largas distancias, tanto mediante vectores bióticos y abióticos. La dispersión de *E. amylovora* a corta o media distancia (entre árbol y entre parcelas próximas) tiene lugar mediante lluvia, viento, insecto, maquinaria, herramientas y útiles de poda. A larga distancia se da mediante material vegetal infectado con o sin síntomas. (Palacio – Bielsa y Cambra, 2009).

Lluvia. Está demostrada la supervivencia de *E. amylovora* en agua durante al menos seis meses, lo que apoya la idea de que el agua de riego pudiera ser vehículo o reservorio del patógeno, además la lluvia juega un papel importante en la infecciones de flores, y arrastre de la bacteria concentrada en los canceres. (Biosca *et al.*, 2008).

Viento. En distintos países se ha observado la diseminación de *E. amylovora* en la dirección de los vientos predominantes y la reducción de infecciones al usar cortavientos. Si el viento va acompañado de lluvia, también puede transportar las partículas de exudado y diseminar la bacteria a cortas distancias. (Paulin y Primault, 1993).

Insectos. Se han citado al menos 77 géneros de insectos que son vectores de *E. amylovora*, uno de los primeros insectos citados son los polinizadores. Las abejas pueden explorar diariamente una área de 7 km² (Crane, 1984) y diseminar la bacteria entre flores, transportándola en el polen adherido a sus cuerpos y patas. Se ha constatado que la supervivencia de *E. amylovora* en el cuerpo de las abejas es solo de 48 horas (Alexandrova *et al.*, 2002), pero puede ser de una a varias semanas en el polen, néctar y miel. (Vanneste, 1996).

Factores Condicionantes de la Enfermedad

La severidad de las infecciones causadas por *E. amylovora* depende de distintos factores relacionados con el desarrollo de la enfermedad, como lo pueden ser la cantidad de inoculo viable, la receptividad del árbol y las condiciones climáticas.

Sensibilidad varietal

Es determinada por el genotipo de la planta y también está influenciada por distintos factores ambientales y del cultivo (Aldwinckle y Beer, 1978).

MANZANO			
Poco sensibles	Medianamente sensibles	Sensibles	Muy sensibles
Early Red One	Gala	Rome Beauty	Idared
Golden Delicious	Granny Smith	Fuji	Reina de Reinetas
Golden Smoothee	Jonagold	Gloster	
Lysgolden	Reineta Gris	Jonathan	
Mutsu		Melrose	
Oregon Spur		Verde Doncella	
Ozak Gold			
Red Chief			
Reineta Blanca			
Royal Gala			
Starking Delicious			
Starkimson			
Topred			

FIGURA 5. Sensibilidad de variedades. (Van der Zwet y Beer, 1991)

Receptividad de la planta

Independientemente de la sensibilidad de las variedades las fases más receptivas a la enfermedad durante el ciclo vegetativo son los periodos de floración y crecimiento vegetativo intenso, además de los frutos jóvenes. Las floraciones secundarias del final de la primavera e inicio de verano y otoño son más receptivas que la floración principal, ya que en estos periodos es cuando más se ve favorecida la enfermedad para su multiplicación debido a las condiciones de temperatura y humedad. (Palacio – Bielsa y Cambra, 2009).

Por otra parte el estado nutricional y los factores edáficos son importantes y puede verse relacionado con la severidad de la enfermedad tal como menciona Van der Zwet y Beer (1991). El abono nitrogenado se ha relacionado con la sensibilidad a la infección, y el abonado fosfórico, solo o con nitrógeno también parece favorecerla. A su vez los suelos que facilitan una especial predisposición al desarrollo de la enfermedad son de tipo arcilloso, con mal drenaje y fertilizados en exceso. (Van der Zwet y Beer, 1991).

Como resultado cuanto mayor es el vigor de la planta mayor es su receptividad, por lo tanto todas prácticas culturales que favorecen al vigor lo hacen de igual manera al desarrollo de la enfermedad y su severidad.

Cantidad de inóculo

La cantidad de inóculo de la bacteria presente influye de forma decisiva en el desarrollo e intensidad de las infecciones, por lo tanto se ha observado que la enfermedad progresa con más rapidez cuando hay más material enfermo en una huerta o en las cercanías.

Ciclo de la Enfermedad

El desarrollo de la enfermedad del tizón de fuego sigue de cerca el desarrollo estacional de la planta hospedera y, por lo tanto, parece ser de naturaleza cíclica. Por lo tanto, es conveniente considerar que el ciclo inicia en la primavera con la producción de inóculo primario y la infección de las flores, continuando durante el verano con la infección de brotes y / o frutos, y finalizando a fines del verano o principios del otoño con el desarrollo de canceres. Debido a que los canceres se desarrollan cuando la infección disminuye, pueden aparecer a fines de la primavera, el verano o el otoño. El patógeno aparece inactivo durante el período de latencia del hospedero (Zwet y Beer, 1991).

Inoculo Primario – Infección Primaria

La primera infección del año o infección primaria se produce en primavera cuando el patógeno invade las flores del hospedero diseminado por insectos, viento y agua dígase lluvia o aspersiones. Se denomina inoculo primario a las células de *E. amylovora* que sirven para iniciar las primeras infecciones en la etapa de floración de hospedero, el origen de este inoculo pueden ser los canceres formados el año anterior que se activan al comienzo de la primavera. Estos a su vez contienen el exudado bacteriano formado por bacterias viables dentro de una matriz higroscópica, que se aprecia de un color ámbar con consistencia viscosa y pegajosa al momento que se seca, donde bajo este exudado las bacterias pueden sobrevivir un año. (Vanneste, 2000).

Estos canceres se forman tardíamente en otoño, principalmente sobre el tronco o ramas viejas, son el lugar de hibernación de *E. amylovora* pero esta no está en el tejido muerto del cancer si no en la zona adyacente aparentemente sana, no más allá de los 5 centímetros de los bordes del margen, de igual manera Se ha descrito la detección de grandes cantidades de *E. amylovora* viable en canceres en ausencia de exudados visibles. (Palacio-Bielsa y Cambra, 2009).

Inoculo Secundario – Infección Secundaria

En Primavera, el inoculo primario procedente de la propia plantación afectada o de otras áreas es diseminado mediante los diversos vectores como vientos predominantes en el caso de largas distancias, lluvia, insectos, maquinaria y herramienta de poda. *E. amylovora* llega a las flores, frutos recién cuajados o brotes en crecimiento, donde puede comenzar la infección. Una vez allí, si la humedad es elevada, penetra en los tejidos a través de aberturas naturales (nectarios y estomas) o de heridas causadas por diversos agentes externos (granizo, picaduras de insectos, poda, etc.). Cuando las condiciones climáticas son favorables y el hospedador es receptivo, la bacteria se multiplica rápidamente y la infección avanza en sentido descendente invadiendo los tejidos. (Palacio-Bielsa y Cambra, 2009).

Una vez que ha ocurrido la infección primaria y el patógeno ha avanzado a través de los tejidos se producen grandes cantidades de inoculo secundario, que será diseminado mediante los diversos agentes bióticos y abióticos, dando lugar a las infecciones secundarias. Estas son más numerosas que las primarias y suele causar daños graves al árbol, debido a que cuentan con un mayor número de órganos vegetales en donde se puede multiplicar el inoculo. Este inoculo secundario puede provenir de exudados bacterianos formados en brotes, hojas, frutos y ramas siendo producido usualmente en primavera, verano y el otoño. Durante el periodo vegetativo puede tener lugar varios ciclos de la enfermedad (producción de inóculo – infección – formación de canceres) en función a que las condiciones sean favorables o desfavorables para la multiplicación de la bacteria. Cuando esas condiciones son desfavorables y la multiplicación de la bacteria cesa esta se instala en los tejidos lignificados produciendo los canceres en la corteza a modo de heridas acompañadas de necrosis del tejido (Palacio-Bielsa y Cambra, 2009).

MODELOS DE PREDICCIÓN DE ENFERMEDADES

Los modelos de predicción describen la relación que se tiene entre una agente patógeno, el hospedero y el clima se puede predecir el desarrollo de una enfermedad, básicamente las variables utilizadas en un modelo son la susceptibilidad varietal, estado fenológico del hospedero y la cantidad y disponibilidad de inoculo. La utilización de toda esta información puede ayudar a determinar con exactitud el momento oportuno en el cual se deberá tomar acciones de control de una enfermedad.

MARYBLYT

Como respuesta a la problemática de las pérdidas que causa el tizón de fuego en manzanas se construyó el modelo de predicción Maryblyt en 1986 con el objetivo de obtener una herramienta que integra lo que se conoce sobre la enfermedad *Erwinia amylovora* para la toma de decisiones en su manejo.

Descripción del Modelo

Maryblyt es un modelo para predecir eventos específicos de infección y desarrollo de síntomas en una epidemia de tizón de fuego en manzanas y peras. El modelo predice cuatro síntomas del tizón de fuego, tizón en la flor, tizón en el brote, canceres y tizón por heridas.

Maryblyt usa tres medidas de unidades de calor acumuladas para monitorear el desarrollo del hospedero, cantidad del patógeno, disponibilidad de insectos vectores y desarrollo de síntomas.

- Acumulación de 44.4 °D con un UTI de 4.4 °C para monitorear la edad de las flores y la aparición de insectos vectores.
- Acumulación de 110 grados hora (DH) con un UTI de 18.3 °C es usado para establecer el potencial de infección epifítico (EIP) que es un índice para el riesgo

de infección. El EIP es calculado expresando el número de grados hora a 18.3 °C acumuladas dentro de los últimos 44.4 grados día a 4.4 °C como un porcentaje de 110 grados día a un umbral de 18.3 °C. Por ejemplo si el EIP está por debajo de 100 entonces pocas infecciones ocurrirán, si el EIP va de 100 a 150 será suficiente para tener infecciones en flores y si el EIP va de 200 a 250 habrá numerosas infecciones con cualquier evento de humedad.

- Acumulación de 57 °D a 12.7 °C se utiliza para predecir la aparición de síntomas una vez que la infección ha ocurrido.

El modelo Maryblyt asume siempre la disponibilidad de inóculo para que una infección en flor ocurra, para esto se deben cumplir cuatro condiciones.

- Las flores deben estar abiertas con los estigmas y pétalos intactos.
- Debe ocurrir una acumulación de 110 grados hora a 18.3 °C en los últimos 44.4 grados día acumulados
- Un evento de humectación como lluvia de al menos .25 mm o más durante el día o 2.5mm durante el día anterior.
- Un promedio de temperatura mayor o igual a 15.6 °C

Cuando estas condiciones coinciden en secuencia la infección ocurre y los síntomas del tizón en las flores se pueden esperar después de una acumulación de 57 grados día a 12.7 °C

Los cánceres son pronosticados con una acumulación de al menos 109 grados día a 12.7 °C después de punta verde.

Maryblyt solo pronostica los síntomas tempranos de tizón en brotes, el pronóstico está basado en la suposición de que los insectos vectores están presentes, estos síntomas tempranos usualmente se manifiestan con una acumulación de al menos 57 grados día a 12.7 °C después de la primera aparición de síntomas de tizón en flor o cáncer dentro de un área inmediata cuando la temperatura diaria es de 15.6 °C.

Los síntomas de trauma están basados con infecciones asociadas con heladas tardías, granizo o vientos fuertes. Los síntomas pueden esperarse cuando el EIP alcanza 100 pero son más severos si el EIP excede 200 – 250.

MATERIALES Y METODOS


La validación del modelo de predicción Maryblyt se llevó a cabo en Rancho Guadalupe ubicado Huachichil, Huerta Alicia en los Lirios y Huerta del Ing. Raymundo Duran en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Para la validación del modelo se recurrió a la detección de síntomas durante la floración y cuajado de frutos; durante el ciclo 2018, una vez detectados se recurrió a datos históricos de precipitación, temperatura máxima y mínima diarios del mes de enero a abril del año 2018. Se obtuvieron datos tanto de la Red de Estaciones Meteorológicas del INIFAP (Estaciones Ronces Valles en Los Lirios y El Conejo en San Antonio) y con datos proporcionados por Rancho Guadalupe S.P.R De R.L ubicado en Huachichil.

Los datos obtenidos de la Red de Estaciones Meteorológicas del INIFAP y los proporcionados por Rancho Guadalupe fueron acomodados por fecha, temperatura mínima, temperatura máxima, en una hoja de cálculo de Excel.

DATE	TMP.MIN	TEM.MAX
09-mar	9.31	23.11
10-mar	7.239	25.86
11-mar	4.663	27.25
12-mar	1.883	26.3
13-mar	7.613	12.35

FIGURA 6. Datos por fecha, Temperatura mínima y máxima.

Posteriormente se usó de un calculador de Grados Día de UC (University of California Davis, Agricultural and Natural Resources. IPM Project degree day Statewide Integrated Pest Management Program 2019). Se alimentó el programa a partir de la fecha de humectación con los datos de temperatura mínima y temperaturas máximas para el cálculo del calor acumulado ($^{\circ}\text{D}$ y $^{\circ}\text{DH}$).

[Using this calculator](#) | [About degree-days](#) |  [Using degree-days](#)

Thresholds

Units Fahrenheit Celsius

Enter lower Enter upper (optional)

Method of calculation Upper cutoff method (optional)

FIGURA 7 Inicio del Calculador electrónico de Grados Día, UC IPM

En este apartado del calculador electrónico se necesita especificar la información requerida, la temperatura se manejó en grados Celsius, un umbral de temperatura inferior (Enter lower) de 4.4°C, 18.3°C y 12.7°C según el evento a predecir en el Modelo Maryblyt de *E. amylovora*; el método de cálculo empleado fue seno simple con corte horizontal; Antes de calcular los grados días se debe proporcionar la hoja de cálculo con datos de fecha, temperatura mínima y máxima en ese orden al calculador electrónico. NOTA: El archivo debe ser guardado como (Texto delimitado por tabulaciones).

<input type="radio"/> Weather station from UC IPM database	Select from stations in which California county? <input type="text" value="Alameda"/> <input type="text" value="Alpine"/> <input type="text" value="Amador"/> <input type="text" value="Butte"/> <input type="text" value="Calaveras"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Include active stations only
	Set time period for running model Start date: <input type="text" value="March"/> <input type="text" value="15"/> <input type="text" value="2019"/> End date: <input type="text" value="October"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="2019"/>	
<input checked="" type="radio"/> Your data file	<input type="button" value="Examinar..."/> prueba tesis.txt	Text file (comma or tab delimited) format
<input type="radio"/> Enter data online		

FIGURA 8 Carga de variables climáticas tomadas.

Lower threshold: 4.4°C
Calculation: single sine/horizontal
Temperature data file: prueba%20tesis.txt
Time period: 05/04/2018 to 09/04/2018, retrieved on October 8, 2019 (5 days)

Date	Temperatures (°C)		Degree-days		Notes
	Min	Max	Daily	Accumulated	
05/04/2018	5.2	22.6	9.48	9.48	
06/04/2018	8.1	24.1	11.70	21.18	
07/04/2018	5.2	26.6	11.51	32.69	
08/04/2018	3.0	28.6	11.51	44.20	
09/04/2018	5.5	29.0	12.85	57.05	

FIGURA 9 Cálculo obtenido de Grados Día.

Conociendo la acumulación de Grados día con un umbral de 4.4 °C, se hizo también un conteo de Grados día acumulados pero con un umbral de 18.3 °C para después calcular los Grados hora multiplicando los grados día obtenidos por 24 en este mismo umbral para establecer el índice EIP.

Después haciendo uso de una hoja de cálculo en Excel, se acomodaron los datos por fecha, temperatura mínima, temperatura máxima, precipitación, grados día, grados día acumulados con un umbral de 4.4 °C duración de la flor, Grados hora acumulados a un umbral de 18.3 °C (Proceso de infección), el cálculo de EIP usando Grados hora y una última columna de acumulación de Grados día a un umbral de 12.7 °C para la aparición de síntomas. Este cálculo se hizo con los datos proporcionados por Rancho Guadalupe y la Red de Estaciones Meteorológicas del INIFAP.

DATE	TEM. MIN	TEM. MAX	PP	DD 4.4	DD 4.4 ACCU	DD 18.3	DD 18.3 ACC	DH *24	DD 12.7
05/04/2018	5.173	22.59	12.7	9.48	9.48	0.93	0.93	22.32	3.39
06/04/2018	8.09	24.1	0	11.7	21.18	1.54	2.47	59.28	7.87
07/04/2018	5.213	26.61	0	11.51	32.69	2.3	4.77	114.48	13.03
08/04/2018	2.971	28.57	0	11.51	44.2				18.76
09/04/2018	5.482	29.02	0						25.07
10/04/2018	6.321	29.6	0						31.79
11/04/2018	8.05	24.41	6.706						36.4
12/04/2018	4.935	25.19	0.279						40.89
13/04/2018	6.567	25.15	0						45.6
14/04/2018									50.73
15/04/2018									53.18
16/04/2018									56.02
17/04/2018									60.38

FIGURA 10 Ejercicio de Predicción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eventos Registrados

Durante el mes de marzo del año 2018 en Rancho Guadalupe en la parcela de Golden Vigas, teniendo como registro la condición de flor abierta, botón rosa y tomando como biofix (punto de referencia biológico) el evento de humedad registrado el 25 de marzo del 2018, se obtuvo la siguiente información.

- Una acumulación de 51.85DD que cumple las 44.4DD el día 28 de marzo.
- Un EIP excedente a 110DH el cual fue de 151.4 para el día 26 de marzo.
- Síntomas observados en 4 Abril.

FECHA	TEM. MIN	TEM. MAX	PP	DD 4.4	DD 4.4 ACCU	DD 18.3	DD 18.3 ACC	EIP	DD 12.7
25/03/2018	5.955	28.07	5.08	12.61	12.61	2.9	2.9	69.6	5.95
26/03/2018	7.24	29.09	0	13.77	26.38	3.41	6.31	151.44	12.6
27/03/2018	5.173	29.22	0	12.8	39.17	3.29	9.6	230.4	18.95
28/03/2018	5.479	28.68	0	12.68	51.85	3.1	12.7		25.1
29/03/2018	5.683	25.49	0						29.83
30/03/2018	4.359	23.11	0						33.35
31/03/2018	3.991	21.76	0						36.26
01/04/2018	0.66	26.24	0						40.72
02/04/2018	3.851	27.93	0						46.28
03/04/2018	4.392	28.87	0						52.34
04/04/2018	5.235	28.21	0						58.24

FIGURA 11 Predicción de síntomas para Rancho Guadalupe.



FIGURA 12 Tizón en Flor.

Durante el mes de abril en el Rancho del Ing. Raymundo Duran cercana a la Estación el Conejo se obtuvo la siguiente predicción.

- Una acumulación de 47DD que cumple las 44DD para el día 13 de abril.
- Un EIP de 153 para el 12 de abril.
- Síntomas predichos para el día 19 de abril.

FECHA	TEM. MIN	TEM. MAX	PP	DD 4.4	DD 4.4 ACCU	DD 18.3	DD 18.3 ACC	EIP	DD 12.7
10/04/2018	9.7	25.4	0.2	11.9	11.9	1.98	1.98	47.52	4.99
11/04/2018	4.7	26.8	0.2	11.73	23.63	2.38	4.37	104.88	10.28
12/04/2018	6.2	25.6	0.2	11.93	35.55	2.03	6.4	153.6	15.28
13/04/2018	7.9	27.4	0	12.06	47.61	2.62	9.02	216.48	20.87
14/04/2018	2.8	19.5	0						22.78
15/04/2018	2.2	24.9	0						26.77
16/04/2018	1.1	28.4	0						32.51
17/04/2018	5.7	30.8	0						40.1
18/04/2018	9.6	29.9	0						48.76
19/04/2018	15	27.7	0						56.22

FIGURA 13 Predicción de infección y síntomas para Rancho de ing. Raymundo Duran, y la Estación El Conejo.



FIGURA 14 Exudado bacteriano en fruta y tizón en racimo floral

Para el caso del huerto Alicias en Los Lirios cercana a la Estación Ronces Valles se obtuvo la siguiente predicción durante el mes de abril.

- Una acumulación de 59 DD para el día 7 de abril cumpliendo con las 44 DD requeridas.
- Un índice EIP de 233 para el día 7 de abril
- Síntomas pronosticados para el día 12 de abril.

Fecha	Precipitación	T.Min	T.Max	DD 44.4	Acumulado	DD 18.3	DD 18.3 ACC	EIP	DD 12.7
04/04/2018	5	10.9	15.7	8.9	8.9	0	0	0	1.09
05/04/2018	0.2	15.3	22.9	14.7	23.6	1.64	1.64	39.36	7.49
06/04/2018	0	16.2	25.4	16.4	40	2.94	4.57	109.68	15.59
07/04/2018	0	20.7	26.2	19.05	59.05	5.15	9.72	233.28	26.34
08/04/2018	0	18.7	27.4						36.69
09/04/2018	0	18	27.2						46.59
10/04/2018	0	12	20.6						50.27
11/04/2018	5.2	12.3	23.3						55.41
12/04/2018	0	16.3	23.9						62.81

FIGURA 15 Predicción para Huerto Alicias, Los Lirios.



FIGURA 16 Margen necrosado

Discusión

En la primera predicción en rancho Guadalupe se reportó problemas identificados para el día 4 de abril, coincidiendo la predicción de síntomas en flor con síntomas observados. La infección ocurrió después del evento de humedad de 5.08 mm de precipitación. Vale la pena destacar que entre el evento de humedad y rebasar un EIP superior a 100-150 solo transcurren dos días debido a las temperaturas máximas que oscilan entre 28°C y 29 °C.

Para el segundo caso en el rancho del ing. Ráymundo Duran los síntomas pronosticados dieron como resultado el día 19 de abril. No obstante se tuvo la oportunidad de visitar el huerto hasta el día 26 de abril donde se observó síntomas avanzados como racimos atizonados, frutos con exudados y brotes flácidos. El evento de tizón en flor se dio con precipitaciones de 0.2mm que se dieron durante tres días seguidos para que la infección ocurriera durante los días del 10 a 13 de abril, alcanzando en cuatro días un EIP superior a 200 esto se debió a las temperaturas de máximas altas que oscilaron entre 25°C a 27°C.

Por último en el caso en el Huerto Alicias en Los Lirios se obtuvo una predicción para el día 12 abril para este caso a diferencia de las primeras dos predicciones, en Los Lirios el EIP fue más lento en su desarrollo y los síntomas observados se limitaron en el borde de las hojas. En este sitio las condiciones de temperatura fueron más bajas entre 22°C y 26°C. Biggs y Turechek, 2014, mencionan que los síntomas se pueden presentar en un intervalo de 5 a 30 días después de la infección en relación a las temperaturas presentes. Esto se observó en que este lote los síntomas fueron menos severos en comparación a los huertos de Huachichil y San Antonio de las Alazanas.

Independientemente de la intensidad del calor y la lluvia queda claro que el tiempo para implementar medidas de control para evitar una epidemia es muy breve. El peor escenario sería actuar a la observación de los primeros síntomas. En síntesis el modelo Maryblyt debe ser usado con fines de control a partir de cualquier evento de humectación en flor y temperaturas mayores a 18.3 °C.

CONCLUSIONES

El modelo Maryblyt permite predecir el proceso de infección y aparición de síntomas del tizón de fuego *E. amylovora* en tres valles manzaneros de la Sierra de Arteaga, Coahuila.

LITERATURA CITADA

Alan R. Biggs, William W. Turechek. 2014, Maryblyt 7.1 (For Windows), A Predicting Program for Forecasting Fire Blight Disease in Apple and Pears, West Virginia University. KTFREC,P.O. box 609, Kearneysville. USA. 48 pp.

Aldwinckle, H.S., Beer, S.V. 1978. Fire blight and its control. Horticultural Reviews, 1 : 423-474.

Alexandrova , M., Porrini, C., Bazzi, C., Carpana, E., Bigliardi, M., Sabatini, A.G. 2002. *Erwinia amylovora* longevity in beehives, beehive products and honeybees. Acta Horticulturae, 590: 201-205.

Balduque, R., Cambra, M.A., Lozano, C. 1998.El Fuego Bacteriano (*Erwinia amylovora*). Prevención y lucha. *Informaciones Técnicas, 1/1998*. Dirección General de Tecnología Agraria, Departamento de Agricultura, Gobierno de Aragón.

Biosca, E., Santander, R.D., Marco Noales, E., Ordax, M., Águila, B., Lopez, M.M. 2008 *Erwinia amylovora* survives in natural wáter. Acta Horticulturae 793: 83-87.

Crane, E. 1984. Bees, honey and pollen as indicators of metals in the environment. Bee World. 55: 47 – 49.

EPPO, European and Mediterranean Plant Protection Organization, *Erwinia amylovora* (ERWIAM) 2013.

INTAGRI. 2017, La Fertirrigación en el Cultivo del Manzano. Serie Frutalesn, Num. 29. Artículos Técnicos de INTAGRI, Mexico, 4 P.

Joël L. Vanneste. 2000. Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, *Erwinia Amylovora*. CABI. New york. NY. USA.

Lindow, S.E., and Suslow, T.V 2003. Temporal dynamics of the biocontrol agent *Pseudomonas fluorescens* Strain A506 in flowers in inoculated pear trees. Phytopathology 93:727–737.

Manuel Lagarreta, Juan Cuellar, Mario Marioni. 2009. Incidencia de Inoculo y Variables Climaticas como Herramientas en la Toma de Decisiones del Manejo del Tizón de Fuego [*Erwinia amylovora* (Burril) Winslow *et al.*] Durante la Floración del Manzano [*Malus silvestris* (L.) Mill. Var. *Domestica* (Borkh.) Mansf.]. Revista Mexicana de Fitopatología. Vol 27. no. 2, Texcoco.

Miguel Ojer. 2011 Producción de Duraznos para Industria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cuyo. P. 229.

Montejo, 2008, Diagnostico del Sistema Producto Manzana (*Pyrus Malus L.*) En la Sierra de Arteaga, Coahuila, Monografía. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila. 70 p.

Palacio Bielsa, A. y M. Cambra. 2009 El Fuego Bacteriano: la enfermedad. En: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Secretaría General Técnica (Ed). El fuego bacteriano de las rosáceas (*Erwinia amylovora*).

Paulin, J.P., Primault, J. 1993. Feu Bactérien et culture du pommier à cidre. INRA. France: Comité des fruits à cidre et des productions cidricoles, 66 pp.

Ramírez, R.1921. Plagas de la agricultura en el distrito federal. Rev. Agr. 9:662-663

Rosen, H.R. 1935. The mode of penetration of pear and Apple blossoms by the fire blight patogen. *Science*, 81:26.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Planeacion Agricola Nacional 2017-2030, Manzana Mexicana. Avenida Municipio Libre, Col. Santa Cruz Atoyac, Del. Benito Juárez, C.P. 03310, Ciudad de México. www.gob.mx/sagarpa.

Van der Zwet, T. and H.L. Keil. 1979 Fire blight: a Bacterial Disease of Rosaceous Plants. United States Department of Agriculture (USDA). Agriculture Handbook 510, Washington DC., 200pp

Van der Zwet, T., Beer, S.W. 1991. Fire blight its nature, prevention and control. A practical guide to integrated disease management. USDA, Agriculture Information Bulletin, 631, 83 pp.