

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Respuesta de la Bacteria *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King, 1962 a  
Diferentes Tipos de Fertilización en el Cultivo de Zarzamora *Rubus ulmifolius*  
Schott, in Oken, Isis, fasc. v. 821, 1818, *In situ*.

POR:

**DANIEL GAONA CONTRERAS**

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Respuesta de la Bacteria *Xanthomonas fragariae* Kennedy y King, 1962 a  
Diferentes Tipos de Fertilización en el Cultivo de Zarzamora *Rubus ulmifolius*  
Schott, in Oken, Isis, fasc. v. 821, 1818, *In situ*.

Por:

**DANIEL GAONA CONTRERAS**

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

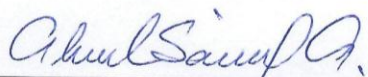
**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

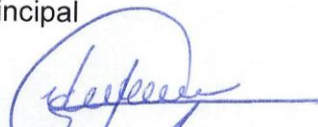


Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

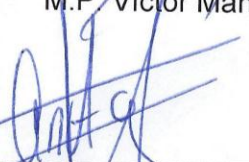
Asesor Principal



M.C. Abiel Sánchez Arizpe  
Coasesor



M.P. Víctor Manuel Villanueva Coronado  
Coasesor



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

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios:** En primer lugar agradezco a Dios por darme la vida, por darme una familia que siempre está a mi lado, por darme salud y fortaleza para salir adelante y por permitirme lograr hoy esta meta. Gracias por nunca dejarme sólo y darme fuerza para enfrentar las adversidades que se presentaron en el camino.

**A mis padres:** Antonio Gaona Moreno y Esperanza Contreras Lule por estar conmigo en todo momento, por el apoyo económico y moral que me brindaron para poder continuar mis estudios. Por sus palabras de aliento, que a pesar de la distancia siempre supieron darme un consejo y aunque no estuvieran cerca los sentía conmigo.

**A mis hermanos:** Esperanza, Carlos, Verónica y Mónica por el apoyo y la alegría que me han dado a lo largo de mi vida, por su compañía, amor y los consejos siempre me han brindado.

**A mi novia:** Rosario Juárez Piña quien siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, apoyándome en cada momento, quién con sus palabras de aliento me motivaba a seguir adelante todos los días, quien me ayudó a ser mejor persona y sobre todo, siempre estuvo conmigo cuando la necesitaba.

**A la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda:** Por darme la oportunidad de realizar mi tesis, quien me alentaba y me aconsejaba cuando estuve en la Universidad.

**A mi primo:** Alfredo Contreras Reséndiz quien siempre me orientó, me apoyó y me aconsejó a lo largo de mi etapa universitaria lo cual fue una gran ayuda.

**A Don Antonio Narro:** Por haber donado sus tierras y haber creado una Universidad Agraria que lograra expandir la investigación en el campo.

**A mis amigos:** Heriberto, Eleazar, Ameyalli, Rocio, Mauricio, Lalo, Migue, Camilo, Paco, Jorge, Ricardo, Molina, Edwin, Mario, Max, quienes compartieron cada alegría durante mi carrera.

**A mis paisanos:** A todos los integrantes del estado de Michoacán por brindarme apoyo y acogimiento en la Universidad, por haber compartido momento de alegría.

## DEDICATORIA

**A Dios:** Por darme bienestar, esperanzas y oportunidades en mi vida por hacerme el hombre que soy y por permitirme llegar a donde estoy.

**A mis padres:** Antonio Gaona Moreno y Esperanza Contreras Lule por el apoyo y crianza que me dieron, que nunca se rindieron y creyeron en mí, porque sin ellos yo no hubiera logrado nada.

**A mis hermanos:** Esperanza, Carlos, Verónica y Mónica por ser parte importante en mi vida y por lograr la integridad familiar.

**A mi novia:** Rosario Juárez Piña por estar a mi lado siempre y en cada momento por el apoyo incondicional que me brindó, por volverse una parte fundamental en mi vida y por los triunfos que realizamos juntos que nos ayudaron a salir adelante en la vida mejorando en cada instante.

**A mis sobrinos:** Allison, Soraya, Alexia, Said, Ximena, Alondra, Ilan, Itan, Sofía y Yoel quienes me recibieron siempre con alegría cada vez que regresaba a mi casa durante las vacaciones.

**A mi familia en general:** Por los consejos y el ejemplo que me brindaron y me dieron a seguir, por las convivencias y buenos momentos vividos.

## RESUMEN

El cultivo de la zarzamora ha convertido a México en uno de los principales países productores a nivel mundial, exportando el 90% de la producción, de la cual Michoacán es el principal estado productor debido a las condiciones climáticas con las que cuenta. Lamentablemente, la zarzamora (como todo cultivo) se ve afectada por problemas causados por plagas y enfermedades, que reducen de manera significativa su producción y rendimiento, causando graves pérdidas económicas.

Las enfermedades se presentan con gran frecuencia en temporadas de alta temperatura y humedad, principalmente en época de lluvias. La bacteria *Xanthomonas fragariae* causante de la mancha angular de la hoja de la fresa es transmitida principalmente desde el vivero por medio de la plántula debido a que se presenta de manera asintomática con un lento desarrollo y crecimiento dentro de la planta, provocando grandes pérdidas en el rendimiento y producción.

Actualmente se conocen microorganismos benéficos para las plantas, que actúan en simbiosis proporcionando protección antagónica a ciertos patógenos que pueden provocar daños a las plantas, a cambio de nutrientes y ambiente para desarrollarse. El hongo *Trichoderma* y la bacteria *Bacillus* poseen buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo,

Debido a que las plantas activan sus mecanismos de defensa contra plagas y enfermedades mediante el tipo de fertilización que estas reciban, se realizaron 5 tratamientos en el experimento para comparar la fertilización química contra la biológica mediante la aplicación de *T. harzianum*, *B. subtilis*, lombricomposta y fertilizantes químicos en 30 plantas por tratamiento, obteniendo como resultado una mayor respuesta en cuando desarrollo vegetativo en el Tratamiento 2 tratado con fertilizantes químicos, seguido del Tratamiento 1 de igual manera tratado con fertilizantes químicos (Testigo). En cuanto a producción el tratamiento que mostró mayor respuesta fue el Tratamiento 5 tratado con *Trichoderma harzianum*.

**Palabras clave:** Zarzamora, *Xanthomonas fragariae*, Control biológico *Trichoderma* y *Bacillus*.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
Justificación .....	3
Objetivo .....	3
Hipótesis .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
Antecedentes del Cultivo .....	4
Producción en México .....	4
Descripción del Cultivo .....	5
Información Taxonómica de la Zarzamora .....	7
Requerimientos Para el Cultivo de Zarzamora .....	7
Recorte de brotes .....	8
Defoliación .....	8
Estimulación de rompimiento de yemas .....	8
Fertirriego .....	8
Estimulación de rompimiento de yemas (segunda aplicación) .....	9
Conducción de cañas .....	9
Propiedades de la Zarzamora .....	10
Principales Plagas Insectiles en el Cultivo de Zarzamora .....	10
Barrenador de tallos y ramas, <i>Hepialus sp.</i> .....	10
Barrenador del cuello de la planta <i>Zascelis sp.</i> .....	11
Mosca del vinagre ( <i>Drosophila suzukii</i> ) .....	12
Principales Problemas Fitopatológicos en el Cultivo de Zarzamora .....	13
Pudrición del fruto o moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex. Fr.) .....	13
Antracnosis del fruto, muerte descendente o secadera <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. y Sacc. .....	14
Roya <i>Gerwasia lagerheimii</i> (Magnus) Buriticá .....	16
Marchitez y pudrición de las raíces <i>Verticillium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> y <i>Rosellinia sp.</i> .....	16
Agalla de la corona <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (Smith & Townsend) Conn. ....	17

<i>Xanthomonas fragariae</i> Kennedy y King, 1962 .....	18
Taxonomía de <i>Xanthomonas fragariae</i> .....	19
<i>Trichoderma harzianum</i> .....	19
<i>Bacillus subtilis</i> .....	20
Clasificación taxonómica de <i>Bacillus subtilis</i> .....	20
Hongos Endófitos .....	21
Papel de la Nutrición Mineral en la Tolerancia a las Enfermedades de las Plantas	21
Pasos para la fertilización: .....	22
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
Localización .....	23
Acondicionamiento y Manejo de Plantas .....	23
Control de malezas .....	24
Poda inicial .....	24
Podas de formación y saneamiento .....	25
Tutoreo .....	25
Riegos .....	26
Control de plagas y enfermedades .....	26
Incremento de Microorganismos a Evaluar .....	27
<i>Bacillus</i> .....	27
<i>Trichoderma</i> .....	27
Lombricomposta .....	28
Materiales Utilizados .....	28
Descripción de los Tratamientos .....	29
Distribución de los tratamientos .....	30
Aislamiento e Incremento de <i>X. fragariae</i> .....	30
Preparación del Inóculo .....	31
Inoculación de la Bacteria .....	32
Variables a Evaluar y Toma de Datos .....	32
Incidencia .....	32
Severidad .....	33
Peso de frutos .....	35
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	36
Evaluación de Incidencia y Severidad en el Cultivo .....	37

<b>Cosecha de Frutos</b> .....	38
<b>CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>BIBIOGRAFÍA</b> .....	42
<b>ANEXOS</b> .....	46
<b>Calendario de Actividades</b> .....	46



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de producción de zarzamora.....	6
Figura 2. Flor y hojas de la zarzamora. ....	6
Figura 3. Acomodo de cañas en el sistema de tutoreo.....	9
Figura 4. Establecimiento del cultivo con tutoreo.....	9
Figura 5. Adulto de <i>Hepialus sp.</i> .....	11
Figura 6. Daño causado por <i>Hepialus sp.</i> .....	11
Figura 7. Daño causado por <i>Zascelis sp.</i> .....	11
Figura 8. Mosca de la fruta.....	12
Figura 9. Trampa para mosca de la fruta.....	13
Figura 10. Síntoma causado por <i>Botrytis sp.</i> , en fruto.....	14
Figura 11. Síntoma causado por <i>Botrytis sp.</i> , en hojas.....	14
Figura 12. Síntomas de antracnosis en hojas.....	15
Figura 13. A y B Síntomas de antracnosis en tallo.....	15
Figura 14. Síntomas causados por roya en hojas.....	16
Figura 15. Síntomas de marchitez.....	17
Figura 16. Síntomas causados por agalla de la corona.....	17
Figura 17. Síntomas causados por <i>X. fragariae</i> en hojas de fresa.....	18
Figura 18. Ubicación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, lugar donde se llevó a cabo el experimento.....	23
Figura 19. Control de malezas de manera manual.....	24
Figura 20. Poda en zarzamora al inicio del experimento.....	24
Figura 21. Poda de formación y saneamiento en el cultivo.....	25
Figura 22. Reacomodo del tutoreo en el cultivo de zarzamora.....	25
Figura 23. Sistema de riego por goteo utilizado para la zarzamora.....	26
Figura 24. Aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades de la zarzamora.....	27
Figura 25. Incremento e incubación de <i>Bacillus subtilis</i> en Caldo Nutritivo.....	27
Figura 26. Envasado de lombricomposta utilizado en el tratamiento como fuente de fertilización.....	28
Figura 27. Aplicación de los tratamientos en las plantas de zarzamora.....	29
Figura 28. Distribución de los tratamientos de manera consecutiva (T1, T2, T3, T4, T5)..	30
Figura 29. Aislamiento e incremento de <i>X. fragariae</i> en medio de cultivo KB.....	31
Figura 30. Preparación del inóculo <i>X. fragariae</i> para la realización de los Postulados de Koch.....	31
Figura 31. Inoculación de la bacteria <i>X. fragariae</i> en el cultivo de zarzamora.....	32
Figura 32. Obtención de datos de incidencia en el cultivo.....	33
Figura 33. Escala para evaluar severidad en hojas infestadas por <i>X. fragariae</i> (UAAAN, 2019).....	34
Figura 34. Toma de datos posterior a la inoculación de <i>X. fragariae</i> .....	34
Figura 35. Toma de datos de la cosecha obtenida, por tratamiento.....	35
Figura 36. Severidad causada por <i>X. fragariae</i> en el cultivo de zarzamora durante el desarrollo del cultivo.....	38

Figura 37. Defoliación en el cultivo de zarzamora (distribuidos de izquierda a derecha T1,T2,T3,T4,T5). .....	38
Figura 38. Representación gráfica de las cosechas de frutos de manera comparativa durante el periodo productivo. ....	40
Figura 39. Foliolo con presencia de síntomas. ....	47
Figura 40. Foliolo con síntomas causantes de la defoliación. ....	47
Figura 41. Foliolo del tratamiento 1 químico (testigo). ....	47
Figura 42. Foliolo del tratamiento 2 (químico más patógeno). ....	47
Figura 43. Foliolo del tratamiento 3 (lombricomposta más patógeno). ....	48
Figura 44. Foliolo del tratamiento 4 ( <i>Bacillus subtilis</i> más patógeno). ....	48
Figura 45. Foliolo del tratamiento 5 ( <i>Trichoderma harzianum</i> más patógeno). ....	48

## ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1. Producción de zarzamora en México. ....	5
Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo. ....	30
Tabla 3. Incidencia y severidad en zarzamora al inicio y al término del experimento. ....	37
Tabla 4. Peso de frutos en gramos para 30 plantas por tratamiento. ....	39

## INTRODUCCIÓN

México es el quinto productor de berries del mundo. En esta categoría están incluidos cultivos como arándano, fresa, frambuesa y zarzamora. La producción y el valor comercial de berries en nuestro país han aumentado notablemente durante los últimos años. En el 2003 se cosecharon 3,750 hectáreas y el valor de producción representó 0.9 por ciento del valor total de la producción agrícola en México. Para el 2014, la superficie cosechada de berries había aumentado a 17,512 hectáreas y los cultivos representaron el 3.1 por ciento del valor total de la producción agrícola en México. Con estas cifras podemos ver que las berries no solo son un fruto altamente rentable, sino que también son bastante versátiles para su consumo; lo cual aumenta su potencial de mercado y exportación (LifeScience, 2017).

La zarzamora es un cultivo que se ha venido expandiendo durante los últimos años en diferentes zonas del país, siendo la región de Michoacán, donde se ha alcanzado el mayor desarrollo, debido a lo favorable en sus condiciones climáticas, de suelo y agua que prevalecen en la región. El mercado de la zarzamora, es principalmente para uso en fresco, y su uso industrial se enfoca a la elaboración de mermeladas, vinos, concentrados, entre otros; por su alta demanda en los países desarrollados, se considera un producto altamente rentable (Morales, 2013).

El cultivo de zarzamora (*Rubus sp.*), ha adquirido mayor importancia en México; ya que este frutal puede adaptarse a condiciones templadas y tropicales representando ventaja competitiva como cultivo de exportación; lo que ha ayudado a posicionar a México dentro de los primeros países productores del mundo, exportando 90% de su producción en producto fresco o congelado (Aguilar, 2016).

Como todos los cultivos, la zarzamora es susceptible de presentar daño por enfermedades bióticas y no bióticas en cualquier etapa de su desarrollo. Las enfermedades bióticas son causadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Las enfermedades no bióticas o no infecciosas son causadas por factores externos

como temperatura, luz, humedad del suelo y por desbalance nutricional (Madinaveitia, 2008).

La frecuencia e intensidad de las precipitaciones, así como la elevada humedad ambiental en los períodos lluviosos, son condiciones favorables para la reproducción y dispersión de patógenos hacia sitios no afectados, atacando diferentes órganos de la planta y disminuyendo la calidad de la fruta y el rendimiento de las cosechas. Ante esta situación es importante aplicar una serie de medidas preventivas y de control que permitan reducir el impacto de enfermedades y plagas (Salazar, 2011).

Aunque no todas las enfermedades se presentan en diferentes regiones, éstas reducen la producción y calidad del fruto, por lo que su diagnóstico es el primer paso para un manejo adecuado de las mismas, ya que de ello dependen las estrategias a seguir (Madinaveitia, 2008).

*Xanthomonas fragariae* hiberna en plantas y hojas muertas, que son las fuentes primarias de infección en primavera. La bacteria también se introduce en un cultivo a través de los trasplantes nuevos. La bacteria es muy resistente a la desecación y puede sobrevivir bien en hojas secas o en hojas en el suelo, pero no de modo independiente en este medio. En condiciones húmedas, las bacterias emanan de las lesiones de las hojas y forman una segunda fuente de infección. Se dispersan con la lluvia, agua de irrigación o manipulación de las plantas. La infección de las plantas sucede de forma pasiva y activa. La infección y el desarrollo de la enfermedad se ven favorecidos por una temperatura de unos 20 °C durante el día y noches frías, en combinación con una humedad elevada o la presencia de agua. Estas condiciones son habituales si llueve en la primavera o si se utiliza riego por aspersión. Las plantas bien desarrolladas y sanas son menos susceptibles que las plantas enfermas o estresadas (Koppert, 2019).

El género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que

producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Ezziyyani, 2004).

En el control de enfermedades de los cultivos agrícolas se han empleado en los últimos años los microorganismos benéficos como las rizobacterias, en especial las del género *Bacillus subtilis* que presentan amplias potencialidades para este fin. Tratando las plantas de jitomate con *Bacillus subtilis* cepa No. 21 en la raíz y asperjándolo en el follaje se obtuvo, por planta, mayor número de frutos con más peso y tamaño. Con lo anterior, la aplicación de *Bacillus subtilis* en el cultivo de jitomate parece ser una opción viable para el control de enfermedades y como regulador de crecimiento (Vásquez, 2016).

### **Justificación.**

Michoacán es un estado de gran importancia productora de zarzamora, la cual es afectado por la bacteria *Xanthomonas fragariae* que afecta el rendimiento y producción de las plantas y se cuenta con poca información para el manejo de la bacteria.

### **Objetivo.**

Determinar la efectividad de la nutrición química contra la biológica mediante *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, lombricomposta en el cultivo de zarzamora, para activar los mecanismos de defensa de la planta al inocular la bacteria *Xanthomonas fragariae*.

### **Hipótesis.**

La zarzamora responderá significativamente al fertilizar con *Bacillus subtilis* contra el nutriente químico al ataque de *X. fragariae*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Antecedentes del Cultivo

Las zarzamoras, también conocida comúnmente como mora o por su nombre científico, *Rubus ulmifubus* es una Rosácea presentada en forma de vigoroso arbusto, con tallos subterráneos, erectos y espinados. Su reproducción se presenta mayormente en bosques. Se caracteriza por tener un acelerado crecimiento, invasivo y rápidamente expansivo en zonas húmedas (Anónimo, 2016).

Por su parte, es principalmente proveniente de Europa, Asia y África del Norte. Igualmente, ha sido introducida en América, principalmente en Chile. Donde la masificación de su reproducción ha tenido efectos negativos en la región. Tal es así que ha sido catalogada como una especie invasora dentro del propio cultivo (Anónimo, 2016).

A la zarzamora le encantó el clima cálido y los manantiales de agua con los que cuenta Michoacán, estado que produce la mayor cantidad de frutos rojos y que se han convertido en un éxito de exportación (Sader, 2019).

### Producción en México

La zarzamora es una fruta que ha colocado en alto al campo mexicano en todo el mundo. En los últimos años, la producción mexicana de zarzamora fue creciendo hasta colocar a nuestro país como el primer productor a nivel mundial de esta pequeña fruta. Actualmente México aporta una cuarta parte de la producción mundial de zarzamora, esto es posible ya que:

- En 2017 se obtuvo una producción que superó las 270 mil toneladas.
- Es cultivada en 13 estados, colocándose Michoacán, Jalisco y Colima como los principales productores.
- Se cosecharon más de 12 mil hectáreas de esta fruta (SADER, 2019).

Michoacán es el estado que aporta la mayor producción de zarzamora en el país, con un total de 248 mil 303 toneladas, lo cual representa 96.5 por ciento del total nacional (Sedrua, 2017).

ENTIDAD FEDERATIVA	SUPERFICIE (ha)			Producción	Rendimiento (udm/ha)	PMR (\$/udm)	Valor Producción (miles de pesos)
	Sembra da	Cosecha da	Siniestra da				
Baja California	56.00	56.00	0.00	721.52	12.88	106,651.93	76,951.93
CDMX	4.80	4.80	0.00	15.93	3.32	11,153.43	177.67
Colima	136.00	136.00	0.00	1,669.80	12.28	31,739.38	52,998.41
Guanajuato	5.50	4.00	0.00	58.80	14.70	12,095.89	711.24
Hidalgo	1.00	1.00	0.00	2.30	2.30	10,800.00	24.84
Jalisco	536.50	536.50	0.00	7,565.79	14.10	14,936.17	113,003.90
México	19.50	19.50	0.00	123.40	6.33	15,315.26	1,889.90
Michoacán	12,033.75	11,782.75	0.00	260,143.25	22.08	39,633.76	10,310,455.16
Morelos	11.50	11.50	0.00	35.88	3.12	14,203.76	509.63
Nayarit	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Puebla	3.00	3.00	0.00	13.20	4.40	15,203.41	200.69
Querétaro	3.00	3.00	0.00	33.00	11.00	27,440.31	905.53
Veracruz	3.00	3.00	0.00	16.50	5.50	14,600.00	240.90
Total	12,815.55	12,561.05	0.00	270,399.37	112.01	313,773.30	10,558,069.80

Tabla 1. Producción de zarzamora en México.

### Descripción del Cultivo

La zarzamora es un arbusto sarmentoso trepador, original de Europa (Países Bajos e Italia) a África del Norte que puede llegar a alcanzar tres metros de altura más ancho que alto pues cada año produce unos vástagos muy largos de color violeta, espinosos, acanalados, cubiertos de una cera blanca-azulada con frutos de color negro azulado (EcuRed, s/f).



Figura 1. Sistema de producción de zarzamora.

Las hojas son estipuladas y compuestas, con 3 o 5 folíolos. Cada folíolo es elíptico, de diversas dimensiones de acuerdo a la variedad, aserrado en los bordes y dispuestos de forma palmeada. El envés de la hoja es grisáceo y aterciopelado, las nervaduras suelen estar muy marcadas (Cancino, 2016).

Las flores son blancas o rosadas, de 5 pétalos y 5 sépalos. Nacen en racimos, dando lugar a inflorescencias de forma oblonga o piramidal. Los sépalos son grises o tomentoso-blanquecinos. El color de los pétalos varía desde el blanco al rosa, tienen de 10 a 15 mm y son de forma ovada. Su fruto llamada zarzamora o mora es comestible. Desde el punto de vista botánico está formada por muchas pequeñas drupas arracimadas y unidas entre sí (polidrupa), de color roja transformándose en negra al madurar (Fonseca, 2011).



Figura 2. Flor y hojas de la zarzamora.



## Información Taxonómica de la Zarzamora

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Ranunculidae

Orden: Solanales

Familia: Rosaceae

Género: *Rubus*

Especie: *R. ulmifolius* (EcuRed, s/f)

## Requerimientos Para el Cultivo de Zarzamora

La zarzamora por ser una planta alta de clima templado. Necesita crecer en lugares donde exista un espacio vertical considerable, y, con las condiciones oportunas para su crecimiento. Es por ello que para su cultivo son necesarios:

- 2 - 3 alambres horizontales
- Postes de 2,5 m de altura y de 5-6 m de distancia entre ellos
- Sistema de Doble T
- Espaldera

Asimismo, es importante tener en cuenta que la planta inicia su período de producción a partir del segundo año, por lo que sólo hasta el tercer año es que se puede hablar de una plena producción de zarzamora.

Por su parte, durante la recolección, el fruto debe estar de color negro o cercano a él. El proceso madurativo es escalonado, por lo que tarda ente 6-8 semanas. Es decir, que cada culminación del ciclo madurativo es recomendable realizar otro corte de la cosecha. Durante la etapa de cosecha es importante abstenerse del rocío, ya que las frutas maduras pueden tornarse rojizas, fermentarse y descomponerse.

Razón por la cual se exponen el cuidado y elaboración de las siguientes condiciones agrícolas necesarias a tener en cuenta para garantizar el éxito del cultivo (Anónimo, 2016).

### **Manejo Cultural de la Zarzamora**

Las primeras plantas que se establecen se dejan desarrollar hasta que alcancen una altura mayor de 120 cm y conforme vayan creciendo se van amarrando a los alambres tensores que las sostienen. La primera poda se realiza cuando las plantas iniciales alcanzan una altura mayor de 120 cm, las cañas se deben podar a 1 o 1.2 m de altura (despunte) para favorecer el desarrollo de yemas laterales (Cancino, 2016).

#### **Recorte de brotes**

Recorte de brotes que ya fructificaron, para preparar a la planta para una segunda cosecha (Maldonado, 2014).

#### **Defoliación**

Aplicación de defoliante para eliminar inhibidores de crecimiento en hojas e imitar dormancia buscando la brotación de yemas que no lo hicieron durante el primer ciclo de desarrollo. Por cada 100 litros de agua se adicionan en mezcla: 5 kg de urea, 20 kg de sulfato de amonio, 2 kg de sulfato de cobre pentahidratado, 2 litros citrolina y 5 ml de Revent 500, con un gasto mínimo de 800 L/ha y estando el día totalmente soleado (Maldonado, 2014).

#### **Estimulación de rompimiento de yemas**

Para compensar requerimientos de horas-frío y estimular rompimiento de yemas se realiza una aplicación foliar de una mezcla de 10 ml de Revent 500 SC (Thidiazurón 42.4%), 50 gramos Gibiotin (8% de AG3), 250 ml de Megafol (aminoácidos 28%) y 2 kg de MKP (00-52-34), mezclados por cada 100 litros de agua (Maldonado, 2014).

#### **Fertirriego**

Aplicación de 20 minutos de riego adicionando por el sistema 8 kg de nitrato de calcio, 150 gramos de enraizador (Rootex) y 40 gramos de microelementos quelatados (6.5% de Fe como referencia), dejando lavar los últimos 10 minutos

antes de finalizar el riego (gasto de sistema de riego de 36 m<sup>3</sup> /ha/hora) (Maldonado, 2014).

### **Estimulación de rompimiento de yemas (segunda aplicación)**

Para compensar requerimientos de horas-frío y estimular rompimiento de yemas se realizó una aplicación foliar, por cada 100 litros de agua de una mezcla de 500 ml de Erger G (compensador de horas-frío/estimulante de brotación), 500 ml de Breakout (fertilizante foliar 5-14-02 estimulante de brotación) y 1 kg de nitrato de calcio (Maldonado, 2014).

### **Conducción de cañas**

Acomodo de cañas (guías) sobre espaldera.



Figura 3. Acomodo de cañas en el sistema de tutoreo.

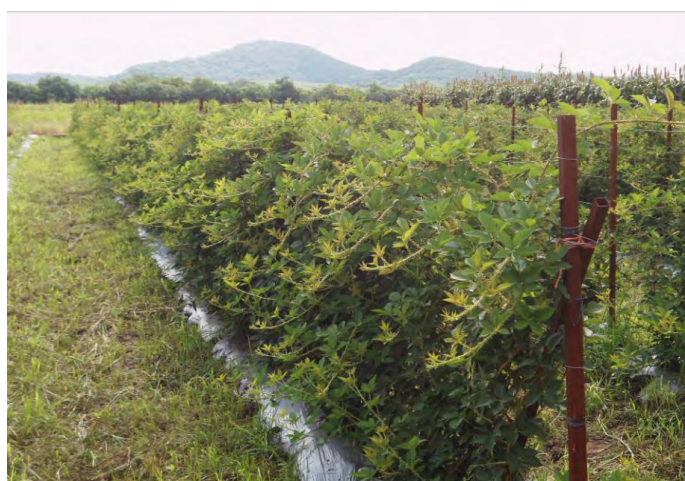


Figura 4. Establecimiento del cultivo con tutoreo.

## **Propiedades de la Zarzamora**

Los frutos presentan altos contenidos de agua; por lo que tienden a presentar más jugo que pulpa, alrededor del 80% de su peso total; dentro del jugo se encuentran disueltas una gran cantidad de sustancias, siendo las principales los azúcares y los ácidos orgánicos. Presentan vitaminas C, A y E; ácidos orgánicos como málico, cítrico, láctico, succínico, oxálico y salicílico; sales de calcio, potasio, hierro, manganeso y fibras. Contienen ácido clorogénico, ferúlico, ursólico y málico que le conceden propiedades anticancerígenas. Además, los frutos se caracterizan por poseer pigmentos como carotenoides y antocianinas que les confieren color, sabor y acción antioxidante (Martínez, 2011).

## **Principales Plagas Insectiles en el Cultivo de Zarzamora**

### **Barrenador de tallos y ramas, *Hepialus sp.***

El insecto es atraído por secreciones de la planta, producto de la presencia de patógenos o por heridas causadas durante la ejecución de las prácticas culturales. Este insecto puede causar daños severos y reducción drástica de la producción las larvas perforan la base de la planta, el tallo o la rama, dirigiéndose hacia el centro, construyen galerías y dejan sus excrementos en el orificio de entrada, lo cual permite, en principio, encontrar la plaga. El daño se manifiesta por clorosis, necrosis y posteriormente la muerte de las plantas. A medida que avanza el daño, el follaje se marchita y se seca en forma descendente hacia la base de la rama o el tallo.

### **Manejo cultural**

Mantener los primeros 50 cm de los tallos libres de hojas y realizar control de malezas en plato; regular el sombrío mediante poda de ramas; hacer fertilización oportuna, para que la planta emita nuevos brotes. Es importante mantener la corona libre de malezas y evitar toda clase de heridas en las plantas.

### **Manejo mecánico**

Eliminación de las larvas retirándolas de los orificios de penetración de la plaga.

### Manejo químico

Dependiendo de los niveles de infestación que se establezcan con el monitoreo, el ingeniero agrónomo determinará la necesidad de aplicar un insecticida aprobado para el cultivo y dará la asesoría para su utilización (Salazar, 2011).



Figura 5. Adulto de *Hepialus sp*



Figura 6. Daño causado por *Hepialus sp.*

### Barrenador del cuello de la planta *Zascelis sp.*

Esta plaga causa graves daños porque se disemina rápidamente y provoca la muerte de las plantas. La larva de esta plaga hace galerías en la corona de la raíz y la base del tallo. Como consecuencia del ataque, la planta presenta engrosamiento, agallas y el tallo es corchoso. La planta detiene su crecimiento, no emite tallos y la producción de frutos disminuye.



Figura 7. Daño causado por *Zascelis sp.*

### **Mosca del vinagre (*Drosophila suzukii*)**

La mosca del vinagre de alas manchadas es un insecto polífago que se encuentra principalmente en climas frescos y húmedos, pero ha mostrado gran capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas. Ataca a cultivos frutales, y recientemente se ha convertido en un problema grave en los cultivos de berries en México. *Drosophila* posee una estructura denominada oviscapto aserrado que le confiere capacidad de dañar a frutos aun en su pleno desarrollo, cortando una ranura donde depositan sus huevecillos, esto incrementa los riesgos de aparición de larvas al momento de la cosecha. Paralelamente al ingreso de sus huevecillos también se corren grandes riesgos de que se desarrollen enfermedades fungosas, lo que demerita aún más la calidad de los frutos. Las hembras de *D. suzukii* tienen la capacidad de depositar hasta 100 huevecillos por día, esto aclara el potencial de infestación y de daño que puede ocasionar esta especie.

Al inicio de la infestación los frutos aparentemente no muestran síntomas, sin embargo, con un monitoreo detallado se revelan “pinchazos” del tamaño de un piquete de alfiler, que son los orificios donde se depositaron los huevecillos. Los síntomas posteriores son: pudrición de la fruta, manchas sobre la cutícula de los frutos y posteriormente el colapso de los mismos.

### **Control**

Remoción de frutas demasiado maduras y de plantas hospederas silvestres cercanas al cultivo, programación adecuada de la cosecha y control químico con los ingredientes activos: Fenpropatrina, Spinetoram, Malathion, Zeta-cipermetrina, Spinosad y Lambda-cyhalothrin (INTAGRI, 2015).



Figura 8. Mosca de la fruta.

Los países compradores de frutas restringen la importación de productos provenientes de zonas donde la plaga está presente.



Figura 9. Trampa para mosca de la fruta.

### **Principales Problemas Fitopatológicos en el Cultivo de Zarzamora**

Normalmente, el cultivo de mora es atacado por varias plagas y enfermedades que afectan diferentes órganos de la planta, como raíces, tallos, hojas, flores y los frutos, disminuyendo la calidad de la fruta y reduciendo el volumen de producción. En la temporada invernal, algunos de estos problemas fitosanitarios se incrementan, por lo que se hace necesario implementar medidas de prevención, vigilancia y control, bajo un esquema de manejo integrado de cultivo.

#### **Pudrición del fruto o moho gris (*Botrytis cinerea* Pers. ex. Fr.)**

Esta enfermedad, causada por el hongo *Botrytis cinerea*, es una de las más limitantes del cultivo de la mora y tiene una importancia económica considerable.

El hongo es un parásito facultativo que tiene numerosos hospederos incluyendo malezas; causa una gran cantidad de enfermedades comunes y ampliamente distribuidas, principalmente en cultivos hortícolas, ornamentales y frutales de climas fríos y fríos moderados en todo el mundo. Las principales fuentes de inóculo primario son las conidias (esporas asexuales) que provienen de la germinación de los esclerocios (estructuras de supervivencia), formados sobre tallos de mora en

descomposición, además del micelio formado en hojas muertas y frutos momificados.



Figura 10. Síntoma causado por *Botrytis sp.*, en fruto.

Cuando la enfermedad se presenta en frutos ya formados, el moho gris causa una pudrición húmeda que los descompone totalmente; en los que apenas se están formando, ocasiona necrosis y momificación. Aparentemente, los frutos verdes son muy susceptibles si existen las condiciones adecuadas (temperatura y humedad) para el desarrollo del microorganismo.



Figura 11. Síntoma causado por *Botrytis sp.*, en hojas.

**Antracnosis del fruto, muerte descendente o secadera *Colletotrichum gloesporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.**

Es una de las enfermedades más frecuentes y de mayor incidencia en los cultivos de frutales ubicados tanto en los climas fríos como en los cálidos. El principal síntoma que ocasiona en los cultivos de mora es la muerte progresiva y descendente de los brotes y las ramas, dejando los frutos muertos adheridos a éstas.



El desarrollo de la enfermedad es favorecido por temperaturas de 25°C y humedad relativa mayor del 95%. Estas condiciones son favorables para la formación de los apresorios y la germinación de las esporas. Sin embargo, es necesario que una película de agua permanezca sobre el tejido vegetal por lo menos cuatro horas, para que se inicie el proceso infectivo.

Las conidias de *Colletotrichum* germinan sobre la superficie del hospedante y penetran la planta por aberturas naturales, heridas o directamente a través del tejido utilizando fuerza mecánica del apresorio; luego penetra la pared celular de la planta, ocasionando la necrosis del tejido que se expresa por medio de los síntomas de antracnosis, característicos de las enfermedades y ocasionadas por este género de patógenos.



Figura 12. Síntomas de antracnosis en hojas.



Figura 13. A y B Síntomas de antracnosis en tallo.

### **Roya *Gerwasia lagerheimii* (Magnus) Buriticá**

Esta enfermedad es causada por un hongo que deja pústulas de color anaranjado sobre las hojas. Al observar el envés, se notan tumores pequeños. En los tallos produce agrietamientos; ataca también flores y frutos, donde se observa polvo de color naranja.



Figura 14. Síntomas causados por roya en hojas.

### **Marchitez y pudrición de las raíces *Verticillium sp.*, *Fusarium sp.* y *Rosellinia sp.***

El marchitamiento y la muerte de plantas puede ser el resultado de la infección de alguno de los hongos fitopatógenos que viven en el suelo, como algunas especies de los géneros *Verticillium*, *Fusarium* y *Rosellinia*. Aunque puede haber ligeras diferencias en los síntomas causados por cada patógeno, en general causan daño en las raíces, lo que lleva al amarillamiento general de planta; las hojas se marchitan, se secan y caen; finalmente, toda la planta se marchita y muere.

La enfermedad se presenta a partir de focos y afecta primero un pequeño número de plantas; la invasión del sistema radical algunas veces es rápida y la muerte sobreviene abruptamente manteniendo la planta sus hojas por algunas semanas; sin embargo, en la mayoría de los casos la invasión es lenta y progresiva, presentándose la declinación y el estancamiento de la planta. El cuello de las plantas parece ser el sitio más vulnerable al patógeno, razón por la cual se debe

tener cuidado con las heridas causadas en la ejecución de labores agrícolas. Al cortar un tallo enfermo se observa una coloración café en la parte leñosa.



Figura 15. Síntomas de marchitez.

**Agalla de la corona *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Conn.**

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*, que se encuentra en el suelo y penetra a la planta por medio de heridas. Los síntomas consisten en tumores o agallas irregulares, que inicialmente se presentan en el cuello de la planta, pero pueden desarrollarse en cualquier órgano aéreo si es transmitida mecánicamente. Se propaga principalmente por las herramientas empleadas para la siembra y el agua ayuda a su dispersión. Esta bacteria tiene numerosos hospederos, pero los más importantes son las especies de la familia Rosaceae, como el manzano y la rosa; la mayor severidad de la agalla se presenta en plantas jóvenes o en material de propagación (Salazar, 2011).



Figura 16. Síntomas causados por agalla de la corona.

## ***Xanthomonas fragariae* Kennedy y King, 1962**

*X. fragariae* es el agente causal de la enfermedad bacteriana de la mancha angular de la hoja. Se trata de una enfermedad prevalente principalmente en América del Norte que se observó por primera vez en los Estados Unidos de América en 1962; sin embargo, posteriormente se ha registrado en numerosas zonas de cultivo de fresa en todo el mundo, con inclusión de América del Sur y Europa. *Fragaria x ananassa*, la fresa cultivada más difundida, es el principal hospedante de *X. fragariae*.



Figura 17. Síntomas causados por *X. fragariae* en hojas de fresa.

Los análisis de las cepas de *X. fragariae* aisladas en diversos momentos y lugares en todo el mundo indican que existe un cierto grado de diversidad genética y fenotípica entre ellas. Asimismo, se han observado algunas diferencias de patogenicidad entre las cepas de *X. fragariae*. No obstante, hay un alto grado de parecido entre las cepas patógenas de este fitopatógeno y no se ha encontrado ninguna correlación entre los genotipos o los fenotipos y el origen geográfico de las cepas. En consecuencia, es probable que las cepas de *X. fragariae* que se conocen actualmente en todo el mundo constituyan una población clonal. Para evitar la

propagación del patógeno y el avance de la enfermedad, es fundamental detectar de forma temprana la presencia de *X. fragariae* en el material de plantación infectado pero asintomático (CIPF, 2016).

### **Taxonomía de *Xanthomonas fragariae***

Reino: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Gammaproteobacteria

Orden: Xanthomonadales

Familia: Xanthomonadaceae

Género: *Xanthomonas*

Especie: *X. fragariae* Kennedy y King, 1962  
(CIPF, 2016).

### ***Trichoderma harzianum***

El género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros.

Las especies de *Trichoderma* actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa. Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores. Los

mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos: competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos fitopatógenos (Mohammed, 2004).

### ***Bacillus subtilis***

Es una bacteria Gram positiva, produce endospora las que son termorresistentes y también resiste factores físicos perjudiciales como la desecación la radiación los ácidos y los desinfectantes químicos, produce enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuente de carbono y electrones, producen antibióticos como la bacitricina, polimixina, gramicidina y circulina, fermentan la caseína y el almidón. Es un gran controlador biológico. *Bacillus subtilis* promueve el desarrollo de las plantas y previene las enfermedades del suelo causadas por *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* spp., *Verticillium* spp, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora capsici*, *Pythium* spp, y el nematodo nodulador de raíces (*Meloidogyne* spp) y *Rhizoctonia solani*, agente causal de la enfermedad denominada “mal del tallito” del algodónero (Cuervo, 2010).

#### **Clasificación taxonómica de *Bacillus subtilis***

Dominio: Bacteria

Filo: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

Especie: *B. subtilis* (López, 2019)

## **Hongos Endófitos**

Los hongos endófitos habitan en las plantas sin causar síntomas aparentes de enfermedad. La estrecha relación que existe entre el endófito y su planta hospedera se considera de gran importancia, ya que el hongo es capaz de producir metabolitos bioactivos, así como modificar los mecanismos de defensa de su hospedera, permitiendo e incrementando la sobrevivencia de ambos organismos (Fernández, 2013).

Estos microorganismos pueden ser Hongos, Bacterias, Cianobacterias y Actinobacterias, y se han encontrado en diferentes tipos de tejidos vegetales como tubérculos, raíces, tallos, hojas, semillas, frutos, entre otros. Los hongos endófitos pasan la mayor parte o todo su ciclo de vida colonizando los tejidos de la planta hospedera, sin causar daño evidente (Bucarei, 2017).

Los hongos endófitos son organismos inherentes a las plantas que establecen una asociación específica con su hospedero para mutuo beneficio. La planta provee al hongo alimento, hospedaje y protección; por su parte, aunque no hay certeza sobre los mecanismos de acción, los endófitos confieren gran potencial adaptativo a las especies vegetales hospederas frente a condiciones adversas que generen estrés, ya sean de tipo abiótico (salinidad, acidez) o biótico (ataque de plagas). Esta simbiosis otorga mayor habilidad competitiva a las plantas y permite una plena expresión de su potencial genético traducido en altas tasas de germinación, mejor densidad, más biomasa en los tejidos y mayor producción de semilla. (Abello, 2007)

### **Papel de la Nutrición Mineral en la Tolerancia a las Enfermedades de las Plantas**

Los nutrimentos influyen en el crecimiento y la supervivencia de los patógenos, en la predisposición, tolerancia y resistencia de las plantas. De igual forma, las enfermedades causadas por virus alteran a los nutrimentos en su absorción, translocación y concentración en las plantas. Sin embargo, las plantas enfermas desarrolladas con una nutrición balanceada pueden resistir más el efecto de los

patógenos, lo cual se traduce en un mejor desarrollo y rendimiento de la propia planta (Velasco, 2000).

Para una adecuada fertilización de la zarzamora es necesario elaborar un análisis de suelo y foliar previamente. Este es un indicador que puede predecir, según los minerales encontrados en el suelo, el índice de crecimiento de la planta (Anónimo, 2016).

### **Pasos para la fertilización:**

Es necesario seguir los siguientes pasos para la adecuada fertilización durante el cultivo de zarzamora, desde el primer año de crecimiento de la planta:

1. La primera fertilización debe ser realizada durante la preparación del terreno antes de la plantación. Esta aplicación debiera cumplir los requerimientos iniciales de materia orgánica y algunos minerales para el cultivo. Se sugiere entre 20-30 T/Ha de estiércol.
2. Posteriormente es necesario aplicar una dosis a base de nitrógeno con urea (150-200 kg/ha). A los tres meses se puede aplicar una fórmula más completa como la 10-10-10 (180 kg/ha).
3. Desde la segunda temporada en adelante, como recomendación general, se sugiere aplicar entre 55 y 112 de Kg de N /Ha (100 a 200 Kg urea), aplicada sobre la línea de plantación.
4. Durante el cultivo es importante controlar las deficiencias de boro que pueda presentar el suelo, ya que es muy común la generación de brotes de moras con punta de maguey o arrosetada, por la deficiencia de los minerales y nutrientes necesarios en el suelo.
5. Por último, es importante mantener fertirrigando el suelo con niveles iguales o superiores de 70 N - 40 P - 70 K - 30 Ca - 20 Mg. Es por ello que se recomienda realizar periódicamente análisis foliares para compensar las deficiencias en nutrientes que la planta pueda necesitar (Anónimo, 2016).



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La presente investigación tiene como inicio en el Invernadero del Departamento de Forestal con coordenadas  $25^{\circ}21'10.57''$  N  $101^{\circ}01'38.10''$  O y con elevación de 1784 m, lugar en donde se trabajaron las plantas de zarzamora. Posteriormente se sembró, inoculó y aisló el patógeno en la institución de estudios UAAAN específicamente en el Departamento de Parasitología para su posterior evaluación de tratamientos biológicos y químico antes mencionado.

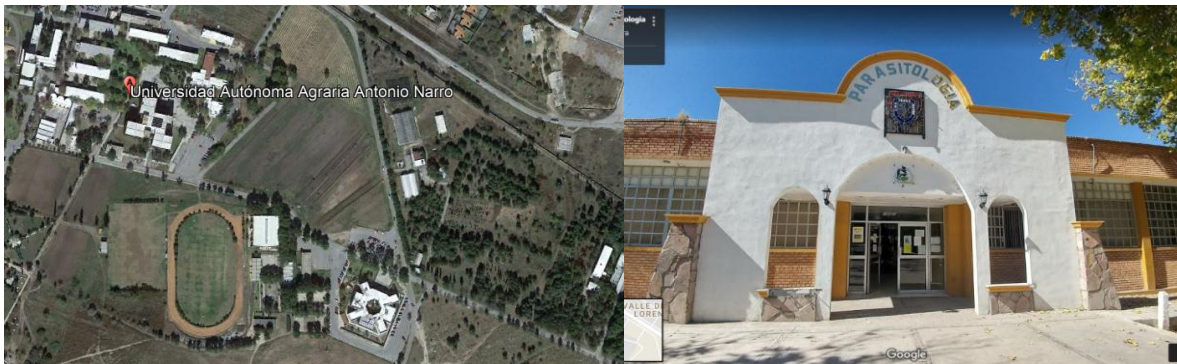


Figura 18. Ubicación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, lugar donde se llevó a cabo el experimento.

### Acondicionamiento y Manejo de Plantas

Las plantas trabajadas fueron llevadas a un acondicionamiento que le permitiera la capacidad de inducir a su correcto desarrollo debido a que estas mismas habían tenido desarrollo un ciclo anterior a cargo de otro personal.

Como en todo cultivo, durante el trabajo de investigación, se continuaron realizando las labores de manejo que permiten el correcto funcionamiento fisiológico, de manera que este continúe en un correcto estado vegetativo y por supuesto, obtener una mejor producción.

Dentro de estas actividades se incluyen: la aplicación de riegos de manera periódica, el control de malezas, el control de plagas y enfermedades y, poda de formación y sanación.

### **Control de malezas**

Debido a que las malezas compiten principalmente por luz, agua, nutrientes y espacio en el cultivo, se realizó un control de manera manual para evitar competencia entre ellos. Esta actividad se realizó por lo general cada 15 días con la utilización de guantes protectores principalmente para las espigas del cultivo.



Figura 19. Control de malezas de manera manual.

### **Poda inicial**

Se realizó la poda en el cultivo debido a que las plantas habían sido tratadas un ciclo anteriormente, esto con la finalidad de reacomodar las plantas a una altura uniforme de manera que cambiara la fisiología de la planta, indujeran a desarrollo vegetativo y posteriormente entraran en producción.



Figura 20. Poda en zarzamora al inicio del experimento.

### **Podas de formación y saneamiento**

Como el cultivo no se encontraba en las condiciones adecuadas para su correcto desarrollo, se llevó a la necesidad de realizar podas de formación y saneamiento para obtener mejoras en el crecimiento vegetativo. Para realizar estas actividades se utilizaron guantes y tijeras de podar, tanto para la poda como para recolectar los residuos que quedaban del cultivo, debido a la cantidad de espinas con las que cuenta.



Figura 21. Poda de formación y saneamiento en el cultivo.

### **Tutoreo**

Con motivo del reacomodo de las plantas se realizó el tutoreo utilizando 3 alambres espaciados entre sí a 40 cm de altura cada uno y sujetos de una base de caña para sostener el peso tanto de los alambre como de las plantas y su producción.



Figura 22. Reacomodo del tutoreo en el cultivo de zarzamora.

## Riegos

El riego en el cultivo se realizó utilizando un tinaco de 250 litros que almacenaba el agua la cual posteriormente era inyectada por una bomba en el sistema de riego (riego por goteo mediante estacas tipo L) y este se mandaba hacia todas las plantas. El riego se realizó todos los días durante los primeros días que se comenzó a trabajar el cultivo, debido a la falta de atención que se le había dado; posteriormente el riego se realizaba cada tercer día.



Figura 23. Sistema de riego por goteo utilizado para la zarzamora.

## Control de plagas y enfermedades

A lo largo del desarrollo del desarrollo del cultivo se presentaron algunas plagas y enfermedades, tales como: mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*, trips *Frankliniella occidentalis*, araña roja *Tetranychus urticae*, mildiu *Peronospora sparsa*, *Botrytis cinerea* y tizón por *Xanthomonas fragariae*; para las cuales se estuvieron realizando aplicaciones de agroquímicos para su control. Para controlar arañita roja se aplicó Kelthane MF a dosis de 3 ml/litro de agua, para controlar mosca blanca y trips se aplicó Confidor y, para controlar las demás enfermedades se realizó una aplicación de Mancozeb a una dosis de 200 g en 100 litros de agua.



Figura 24. Aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades de la zarzamora.

### Incremento de Microorganismos a Evaluar

#### ***Bacillus***

Las cepas de *Bacillus* fueron incrementadas mediante temperatura en Caldo Nutritivo y puestas en incubadora a 26°C, agregando 1 ml de la concentración de las bacterias en cada matraz erlenmeyer de 300 ml cada uno, se utilizaron 2 matraces.



Figura 25. Incremento e incubación de *Bacillus subtilis* en Caldo Nutritivo.

#### ***Trichoderma***

El hongo *Trichoderma* fue incrementado en arroz estéril a temperatura ambiente y empaquetado de manera que estuviera en ausencia de algún contaminante.

## Lombricomposta

La lombricomposta se obtuvo de la sedimentación de los líquidos del material composteado dentro de la Universidad y envasado en garrafas para transportar el líquido hacia el Invernadero de Forestal de la misma Universidad.



Figura 26. Envasado de lombricomposta utilizado en el tratamiento como fuente de fertilización.

## Materiales Utilizados

Para la presente investigación realizaron diferentes materiales e instrumentos tanto vegetales como no vegetales, tales como: plantas de zarzamora, cepas bacterianas de *X. fragariae*, guantes y tijeras de podar, bisturí, cajas petri con medio de cultivo YDC, hipoclorito de sodio, agua destilada estéril, cámara de flujo laminar, papel estraza, cajas petri con medio de cultivo KB, aguja bacteriológica, cepas de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*, varilla de cristal, productos orgánicos (lombricomposta, *B. subtilis* y *T. harzianum*) y productos químicos (fertilizantes, insecticidas, acaricidas y fungicidas).

## Descripción de los Tratamientos

La fertilización química se realizó en base a una fórmula realizada en colaboración con la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, un compañero de estudios Edén Cortés Cortés y el tesista del experimento, aplicando primeramente una fórmula de 200 g de Triple 20 por tratamiento y 200 g de Urea por tratamiento; posteriormente modificando la fertilización se aplicó una fórmula para fructificación a una dosis de 46.88 g por tratamiento. La lombricomposta se aplicó a una dosis de 50 ml por planta, la cual fue proporcionada por uno de los profesores de la institución, el Ing. Víctor Villanueva Coronado. Los tratamientos restantes (*Bacillus* y *Trichoderma*) fueron proporcionados por la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, los cuales fueron aplicados a una dosis de 12 g de *Trichoderma* por planta y 10 ml de *Bacillus* por planta.



Figura 27. Aplicación de los tratamientos en las plantas de zarzamora.

El experimento se realizó en el cultivo de zarzamora con 5 tratamientos establecidos en bloques (un bloque por tratamiento), comprendidos por 30 plantas cada uno (150 plantas en total). Los tratamientos establecidos fueron en base a la respuesta de la planta a los diferentes tipos de fertilización en el cultivo ya hablados anteriormente como respuesta de los mecanismos de defensa de la planta a los ataques bióticos que pudieran sufrir (en este caso, patógeno inducido en el cultivo).

No.	Descripción del tratamiento
T1	Fertilización química sin patógeno (Testigo)
T2	Fertilización química + patógeno
T3	Fertilización con lombricomposta + patógeno
T4	Fertilización con <i>Bacillus</i> + patógeno
T5	Fertilización con <i>Trichoderma</i> + patógeno

Tabla 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo.

La aplicación de los tratamientos se realizó los días: primera aplicación 13/02/2019, segunda aplicación 11/05/2019, tercera aplicación 28/05/2019 y cuarta aplicación 13/06/2019.

### Distribución de los tratamientos



Figura 28. Distribución de los tratamientos de manera consecutiva (T1, T2, T3, T4, T5).

### Aislamiento e Incremento de *X. fragariae*

El aislamiento e incremento de la bacteria para reactivarla se realizó mediante una aguja bacteriológica en campana de flujo laminar, en medios de cultivo donde se encontraba la bacteria (en refrigeración para detener su crecimiento y acondicionarla a un estado de reposo), esta fue resembrada en medio de cultivo KB



e incrementada mediante temperatura en incubadora a 26°C donde se observó su crecimiento durante 14 días.



Figura 29. Aislamiento e incremento de *X. fragariae* en medio de cultivo KB.

### Preparación del Inóculo

El aislamiento bacteriano de *X. fragariae* se seleccionó de cepas proporcionadas por la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, las cuales con anterioridad ya habían sido identificadas para evaluar la susceptibilidad de los tratamientos, así como el afecto del desarrollo y producción. La bacteria se caracterizó molecularmente en el IPYCI de San Luis Potosí.

Una vez que se obtuvo un correcto crecimiento bacteriano, se aisló del medio de cultivo donde se encontraba en crecimiento y se pasó a tubos de ensayo de 10 ml con agua destilada estéril.



Figura 30. Preparación del inóculo *X. fragariae* para la realización de los Postulados de Koch.

## Inoculación de la Bacteria

Las plantas se inocularon el día 06 de junio de 2019 con una suspensión bacteriana de  $1 \times 10^4$  UFC mL<sup>-1</sup> de agua estéril preparada y se usó el método de inoculación de inyección: 10 plantas de cada tratamiento se inocularon establecidas en macetas con sustrato estéril según la metodología de Maas et al. (2000) inyectando 100 microlitros por hoja. Las plantas inoculadas se mantuvieron en invernadero a 25-30 °C con humedad relativa de 50 a 65 % y fotoperiodo de 12 h luz.



Figura 31. Inoculación de la bacteria *X. fragariae* en el cultivo de zaramora.

## Variables a Evaluar y Toma de Datos

La toma de datos se realizó en base a los tratamientos realizados y los resultados obtenidos en el cultivo durante el experimento a los 15 días después de la inoculación. Se evaluaron las siguientes variables: incidencia, severidad y cosecha obtenida durante el desarrollo del cultivo.

### Incidencia

Se observó la presencia o ausencia de la bacteria *X. fragariae* en el cultivo por motivos de ausencia de síntomas en las hojas inoculadas. Esto se realizó muestreando un foliolo de cada tratamiento establecido, un foliolo de plantas ausentes de inoculación pero que mostraron síntomas característicos de la bacteria y, un foliolo de plantas ausentes de inoculación pero que mostraron síntomas de defoliación durante el desarrollo del cultivo; todo esto con la finalidad de asegurar si

la bacteria estaba presente antes de la inoculación (durante el desarrollo del cultivo) y después de dicha inoculación. Posteriormente, los folíolos muestreados se llevaron al Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la misma Universidad, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 3% durante un minuto (dos veces), se maceraron con agua destilada estéril y de la maceración obtenida se agregaron 100 microlitros de cada folíolo en Cajas Petri con medio de cultivo YDC y se distribuyó mediante una varilla de cristal, se sellaron y se incubaron a una temperatura de 26 °C durante 5 días. Una vez obtenido el crecimiento bacteriano de las muestras, se realizó Tinción de Gram de cada folíolo muestreado para obtener los datos de incidencia de la bacteria en el cultivo.



Figura 32. Obtención de datos de incidencia en el cultivo.

### **Severidad**

En base a los resultados obtenidos de la incidencia de la bacteria *X. fragariae* en el cultivo, se obtuvieron los datos de severidad. Para ello, las plantas se observaron de manera visual a los 15 días después de la inoculación en cada tratamiento y en base a la escala diagramática de severidad se obtuvo el resultado en porcentaje, el cual se registró en el programa Excel.

Con los datos de severidad se realizó un análisis descriptivo en base a la comparación de datos mediante gráficas de diferentes tipos con las cuales se pudieron obtener conclusiones.

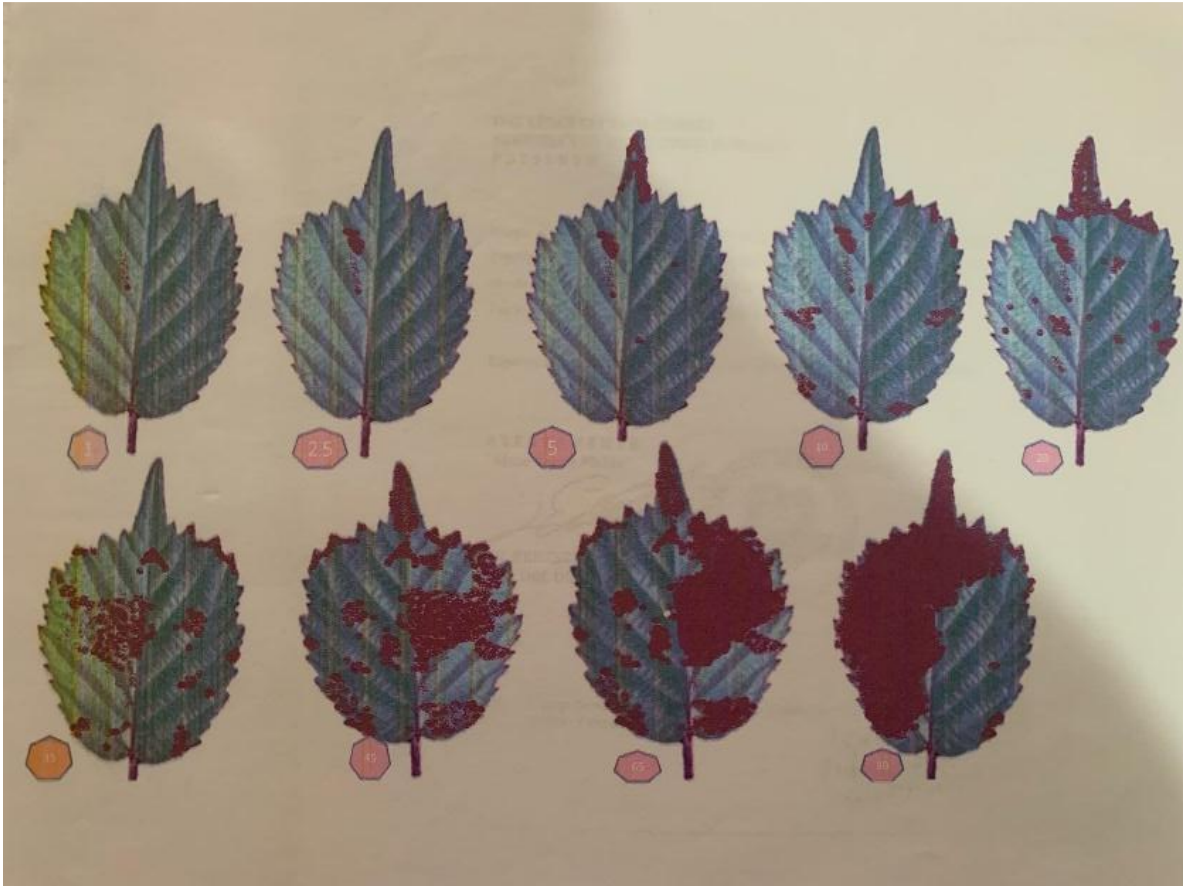


Figura 33. Escala para evaluar severidad en hojas infestadas por *X. fragariae* (UAAAN, 2019).



Figura 34. Toma de datos posterior a la inoculación de *X. fragariae*.

## **Peso de frutos**

Los frutos obtenidos de cada tratamiento del cultivo fueron cosechados de manera manual y pesados en una báscula, posteriormente se registraron en el programa Excel para que nos permitiera realizar gráficas y hacer comparaciones entre los tratamientos durante todo el periodo de cosecha.



Figura 35. Toma de datos de la cosecha obtenida, por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo se realizaron varias actividades sobre el manejo del cultivo de zarzamora, debido a que era un cultivo ya establecido y las condiciones en las que se encontraba no eran las adecuadas para su correcto desarrollo. Para ello, las actividades de poda indujeron la brotación de cargadores que dieron como resultado la producción del cultivo, pero a la vez retrasaron el desarrollo vegetal, lo que provocó que aún con el manejo que se dio, la planta no completó la arquitectura necesaria para poder producir de manera correcta.

La bacteria *X. fragariae* tiene la propiedad de reproducirse de manera lenta en medio de cultivo, por esta razón se obtuvo un buen crecimiento para poder realizar la concentración deseada ( $1 \times 10^4$  UFC ml<sup>-1</sup> de agua estéril) para la inoculación hasta los 11 días después de que se realizó el aislamiento e incremento.

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron de manera correcta en el cultivo (la aplicación de *Bacillus*, *Trichoderma*, lombricomposta y la fertilización química), pero la aplicación de Mancozeb para el control de las enfermedades fungosas al término del experimento se cree que tuvo un efecto en la inoculación de la bacteria, aún y cuando se dejó un plazo de 15 días posteriores a la aplicación para poder inocular la bacteria. De igual manera considerando que la bacteria *X. fragariae* tuviera demasiado tiempo en reposo, se toma la idea de que no se presentaron síntomas en las plantas que habían sido probadas para los Postulados de Koch.

Debido a que no se presentaron los síntomas característicos de la enfermedad en la inoculación, se evaluaron además folíolos de plantas distintas a las inoculadas para obtener la incidencia de la bacteria, la cual había provocado una defoliación durante el manejo del cultivo.

Se observó que tanto las plantas que habían sido inoculadas con *X. fragariae* como las que no habían sido inoculadas, presentaron incidencia de la bacteria, por lo cual prosiguió una evaluación de severidad en el cultivo comparando el comportamiento de la bacteria tratamiento por tratamiento a lo largo del desarrollo y producción de dicho cultivo.

## Evaluación de Incidencia y Severidad en el Cultivo

En la Tabla 3 se observa la variación (o la mejora) que hubo en el cultivo durante su desarrollo vegetal en el periodo que fueron trabajadas en donde todo el tiempo hubo presencia de la bacteria, haciendo presión de selección de la enfermedad en el cultivo, utilizando los 5 diferentes tratamientos (T1= fertilización química “Testigo”, T2= fertilización química más patógeno, T3= fertilización con lombricomposta más patógeno, T4= fertilización con *Bacillus* más patógeno y T5= fertilización con *Trichoderma* más patógeno).

Evaluación					
Incidencia		Severidad al inicio del exp		Severidad al final del exp	
H. Síntomas	100%	H. Síntomas	0%	H. Síntomas	55%
H.Defoliación	100%	H.Defoliación	0%	H.Defoliación	25%
T1	100%	T1	80%	T1	70%
T2	100%	T2	80%	T2	10%
T3	100%	T3	75%	T3	55%
T4	100%	T4	75%	T4	70%
T5	100%	T5	70%	T5	75%

Tabla 3. Incidencia y severidad en zarzamora al inicio y al término del experimento.

En la figura 36 se observa el comportamiento de la severidad durante el desarrollo del cultivo desde el inicio del manejo hasta el término de la investigación y el efecto que obtuvo cada tratamiento en la defoliación de cada uno de los tratamientos. Observamos que el mejor tratamiento en control en la defoliación del cultivo fue el T2 tratado con fertilización química mostrando una reducción del 60% de defoliación, seguidos por el T1 “testigo” (de la misma manera tratado con fertilización química) quien mostró una reducción del 20% en la defoliación y, el T3 tratado con *Bacillus* quien de igual manera mostró una reducción del 20% de la defoliación.

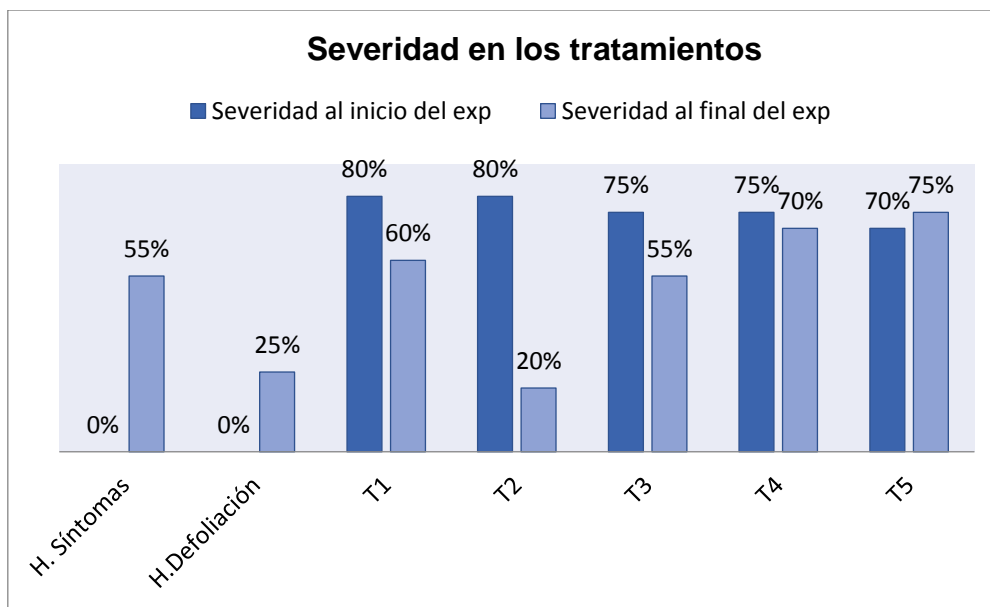


Figura 36. Severidad causada por *X. fragariae* en el cultivo de zaramora durante el desarrollo del cultivo.

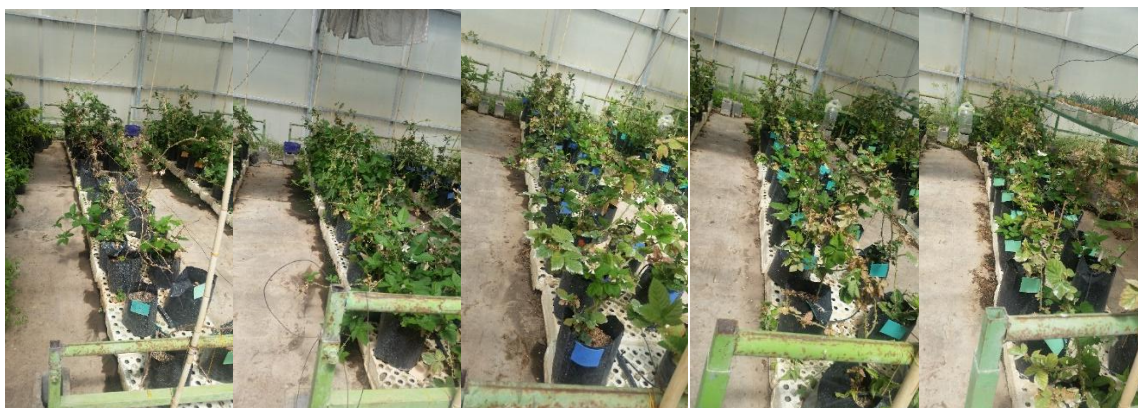


Figura 37. Defoliación en el cultivo de zaramora (distribuidos de izquierda a derecha T1,T2,T3,T4,T5).

### Cosecha de Frutos

En la Tabla 4 se observan los resultados obtenidos para la cosecha de la zaramora por tratamiento, separados por fecha en que fueron cosechados. Se observa la variación de cada tratamiento y el incremento que hubo a lo largo del desarrollo del cultivo.



Cosecha Obtenida (en gramos)					
FECHA	T1	T2	T3	T4	T5
13/02/2019	0	6.1	5.7	7.2	0
11/05/2019	40.2	13.1	38.5	48.3	52.5
14/05/2019	42.8	17.1	33.7	47.5	82.3
22/05/2019	18.3	53.2	87.5	44.4	182.8
25/05/2019	0	25.6	33.3	28.3	96.3
28/05/2019	0	36.2	40.8	36.6	88.3
03/06/2019	0	8.7	31.3	32.7	39.6
05/06/2019	2.8	32	28.4	33.8	43.2
10/06/2019	13	55.4	78	31.5	87.2
18/06/2019	5.6	17	27.5	20.7	25
24/06/2019	14.5	0	10.4	11.4	12.9
29/06/2019	19.6	17.4	19.4	19.5	43.9

Tabla 4. Peso de frutos en gramos para 30 plantas por tratamiento.

En la figura 38 se observa de manera gráfica el comportamiento de la producción del cultivo distribuida por tratamiento y por fechas donde se puede observar la variación que hubo con el paso del tiempo y donde se puede comparar el efecto que hubo en cada uno de los tratamientos establecidos. Se observa que la mayor cosecha se obtuvo en el tratamiento 5 tratado con *Trichoderma* el día 22 de mayo del 2019, también se puede observar que el mejor tratamiento en cuanto a producción continuó dominando el T5 con una producción superior a los demás tratamientos, además de esto observamos que el tratamiento con menor producción fue el T1 en comparación con los demás tratamientos, seguido del T2 los cuales fueron fertilizados con fertilización química.

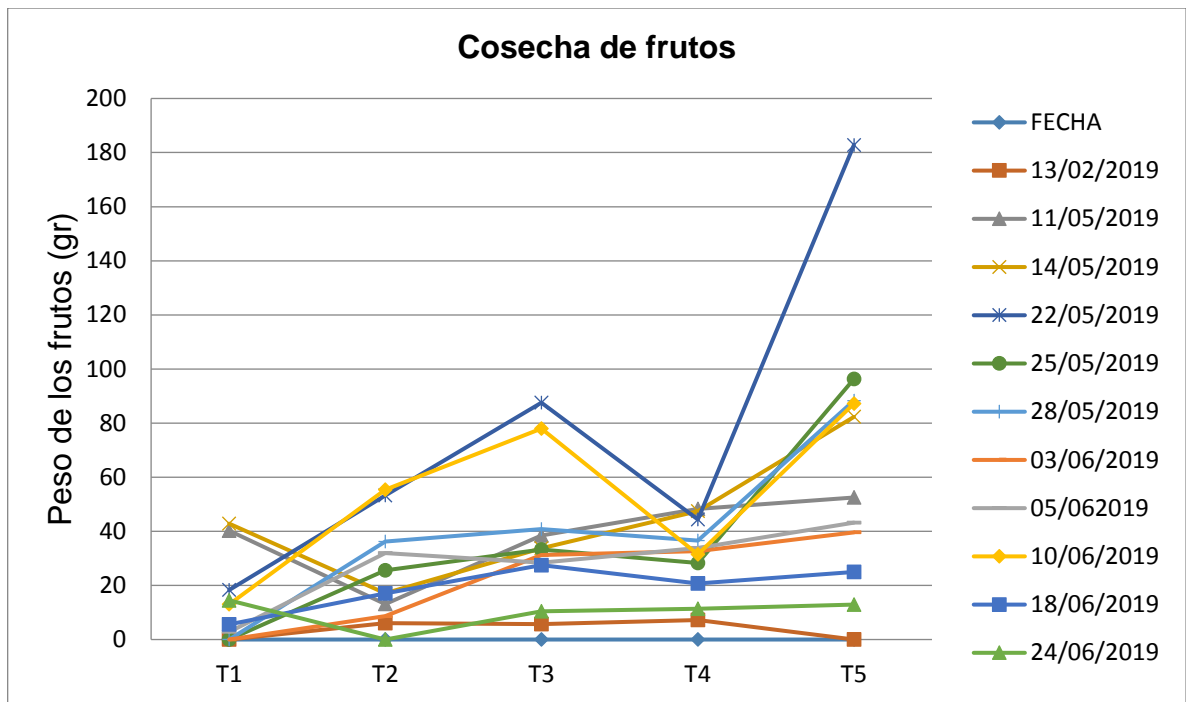


Figura 38. Representación gráfica de las cosechas de frutos de manera comparativa durante el periodo productivo.

## CONCLUSIONES

Ninguno de los tratamientos presentó síntomas por la inoculación de la bacteria.

Aún y cuando hubo presión de selección de la bacteria durante el desarrollo del cultivo que ya tenía dos ciclos, el tratamiento que arrojó mayor desarrollo vegetativo y resistencia a la bacteria *X. fragariae* fue el T2 fertilizado con fertilizantes químicos.

El Tratamiento 5 (fertilización con *Trichoderma*) fue el que tuvo mayor producción a lo largo del desarrollo del cultivo.

## BIBIOGRAFÍA

- Abello, J. (2007). Hongos endófitos: ventajas adaptativas que habitan en el interior de las plantas. Artículo. Recuperado el 04 de Diciembre de 2019, de [https://www.researchgate.net/publication/306022124\\_Hongos\\_endofitos\\_ve ntajas\\_adaptativas\\_que\\_habitan\\_en\\_el\\_interior\\_de\\_las\\_plantas](https://www.researchgate.net/publication/306022124_Hongos_endofitos_ve ntajas_adaptativas_que_habitan_en_el_interior_de_las_plantas)
- Aguilar, R. (2016). Diagnóstico de la producción de zarzamora (*Rubus sp.*) en la zona centro de Veracruz, México. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 6. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de [https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi37s7R44PmAhVD5awKHd9\\_CIQQFjAAeg QIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.revista-agroproductividad.org%2Findex.php%2Fagroproductividad%2Farticle%2Fdownload%2F768%2F634%2F&usg=](https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi37s7R44PmAhVD5awKHd9_CIQQFjAAeg QIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.revista-agroproductividad.org%2Findex.php%2Fagroproductividad%2Farticle%2Fdownload%2F768%2F634%2F&usg=)
- Anónimo. (2016). El cultivo de zarzamora y su adecuada fertilización. SistemaAgrícola. Recuperado el 22 de Noviembre de 2019, de <http://sistemaagricola.com.mx/blog/cultivo-de-zarzamora-fertilizacion/>
- Bucarei, L. B. (2017). Microorganismos endófito. Control Biológico de Chile. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de <http://www.controlbiologicochile.com/Microorganismos-End%C3%B3fitos/>
- Cancino, G. R. (2016). Manejo y producción forzada del cultivo de zarzamora. INTAGRI. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/manejo-y-produccion-forzada-del-cultivo-de-zarzamora>
- CIPF. (2016). *Xanthomonas fragariae*. Convección Internacional de Protección Fitosanitaria. FAO. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de [https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/02/DP\\_14\\_2016\\_Es\\_2017-01-23.pdf](https://www.ippc.int/static/media/files/publication/es/2017/02/DP_14_2016_Es_2017-01-23.pdf)
- Cuervo, L. J. (2010). Aislamiento y caracterización de *Bacillus spp* como fijadores biológicos de nitrógeno solubilizadores de fosfato en dos muestras de biofertilizantes comerciales. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de licenciatura. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis404.pdf>
- EcuRed. (s/f). *Rubus ulmifolius*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2019, de [https://www.ecured.cu/Rubus\\_ulmifolius](https://www.ecured.cu/Rubus_ulmifolius)
- Ezziyani, M. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Universidad de Murcia. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología. Recuperado el 22 de Noviembre de 2019, de

<https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>

- Farías, J. V. (10 de Mayo de 2018). Zarzamora mexicana tupy sin futuro de exportación. Recuperado el Noviembre de 2019, de <https://www.inforural.com.mx/zarzamora-mexicana-tupy-sin-futuro-de-exportacion/>
- Fernández, R. S. (2013). Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. Revista especializada en ciencias químico-biológicas. UNAM. Recuperado el 3 de Diciembre de 2019, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v16n2/v16n2a6.pdf>
- Fonseca, F. Á. (2011). Experiencias Laborales. UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5082/T18890%20%20%20AVILA%20FONSECA,%20FIDEL%20%20MEMORIA.pdf?sequence=1>
- ICA. (2011). Recuperado el diciembre de 2019, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbsp3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- INTAGRI. (2015). La mosca del vinagre de alas manchadas (*Drosophila suzukii*) en berries. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019, de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-mosca-vinagre-alas-manchadas-berries>
- Koppert. (2019). *Xanthomonas fragariae* mancha angular. Koppert Biological Systems. Recuperado el 19 de Noviembre de 2019, de <https://www.koppert.mx/retos/control-de-enfermedades/mancha-angular/>
- LifeScience, A. (2017). Inforural. México: productor mundial de zarzamora y principal exportador de fresa. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de <https://www.inforural.com.mx/mexico-productor-mundial-de-zarzamora-y-principal-exportador-de-fresa/>
- López, B. (2019). Lifeder. *Bacillus subtilis*: características, morfología, enfermedades. Recuperado el 03 de Diciembre de 2019, de <https://www.lifeder.com/bacillus-subtilis/>
- Madinaveitia, Y. I. (2008). Principales enfermedades del chile (*Capsicum annum* L.). SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Obtenido de [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2543/Principales enfermedades del chile capsicum annum I.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2543/Principales%20enfermedades%20del%20chile%20capsicum%20annum%20I.pdf?sequence=1)

- Maldonado, E. G. (2014). Zanzamora: cultivo alternativo. Fundaci3n Produce Sinaloa. Centro de Validaci3n y Transferencia de Tecnologa de Sinaloa. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/29-frutales?download=40:zanzamora-cultivo-alternativo-para-el-sur-de-sinaloa>
- Martinez, A. I. (2011). Caracterizaci3n de zanzamora silvestre (*Rubus spp.*) en la sierra norte y nororiente de Puebla y la sierra centro de Veracruz. Tesis. Universidad Aut3noma de Chapingo. Recuperado el 23 de Noviembre de 2019, de <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISDCH2011060806126365.pdf>
- Mohammed, E. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimienta (*Capsicum annuum* L.). Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Morales, L. E. (2013). Revista internacional administraci3n y finanzas. Volumen 6. N3mero 2. Estudio de factibilidad para la comercializaci3n de zanzamora en mercados internacionales. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjomemb44PmAhULA6wKHdsNBn4QFjAAegQIAhAC&url=ftp%3A%2F%2Fftp.repec.org%2Fopt%2FReDIF%2FRePEc%2Fibf%2Friafin%2Friafin-v6n2-2013%2FRIAfin-V6N2-2013-4.pdf&usq=AOvVaw3FxoIfqHzeFOTRB5uveii>
- SADER. (2019). M3xico, "n3mero uno" gracias a la zanzamora. Inforural. Recuperado el 01 de Diciembre de 2019, de <https://www.inforural.com.mx/mexico-numero-uno-gracias-a-la-zanzamora/>
- Salazar, J. C. (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la mora. ICA. Intituto Colombiano Agropecuario. . Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbspb3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx>
- Sedrua. (2017). Produce Michoac3n 96.5% de la zanzamora del pa3s: Sedrua. MiMorelia. Recuperado el 23 de Noviembre de 2019, de <https://www.mimorelia.com/produce-michoacan-el-96-5-de-la-zanzamora-del-pais-sedrua/>
- V3squez, M. C. (2016). Manejo de enfermedades foliares con *Trichoderma spp.* y *Bacillus subtilis* en cempas3chil (*Tagetes erecta*) del Valle de Toluca. Tesis de Licenciatura. UAEM. Universidad Aut3noma del Estado De M3xico Facultad de Ciencias Agr3colas. Toluca, M3xico. Recuperado el 22 de

Noviembre de 2019, de  
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65609/Manejo%20de%20enfermedades%20foliares%20con%20Trichoderma%20spp.%20y%20%20Bacillus%20subtilis%20en%20cempas%C3%BAchil%20%28Tagetes%20erecta%29%20del%20Valle%20de%20To-1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Vázquez, M. C. (2016). Universidad Autónoma del Estado De México Facultad de Ciencias Agrícolas. Recuperado el 28 de Noviembre de 2019, de [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65609/Manejo de enfermedades foliares con Trichoderma spp. y Bacillus subtilis en cempas%C3%BAchil %28Tagetes erecta%29 del Valle de To-1.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65609/Manejo%20de%20enfermedades%20foliares%20con%20Trichoderma%20spp.%20y%20Bacillus%20subtilis%20en%20cempas%C3%BAchil%20%28Tagetes%20erecta%29%20del%20Valle%20de%20To-1.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Velasco, V. A. (2000). Papel de la nutrición mineral en la tolerancia a las enfermedades de las plantas. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 23. Chapingo. Recuperado el 29 de Noviembre de 2019, de <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art193-207.pdf>







Figura 39. Foliolo con presencia de síntomas.



Figura 40. Foliolo con síntomas causantes de la defoliación.



Figura 41. Foliolo del tratamiento 1 químico (testigo).



Figura 42. Foliolo del tratamiento 2 (químico más patógeno).



Figura 43. Foliolo del tratamiento 3 (lombricomposta más patógeno).



Figura 44. Foliolo del tratamiento 4 (*Bacillus subtilis* más patógeno).



Figura 45. Foliolo del tratamiento 5 (*Trichoderma harzianum* más patógeno).