



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE ZARZAMORA 'TUPI' CON
FERTILIZACIÓN FOLIAR**

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

**PRESENTA
RUBBÍ ELIZABETH LECHUGA GARCÍA**

**DIRECTOR
DR. RAÚL BERDEJA ARBEU**

SAN JUAN ACATENO, TEZIUTLÁN, PUEBLA. NOVIEMBRE DE 2021.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE ZARZAMORA 'TUPI' CON
FERTILIZACIÓN FOLIAR**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**

PRESENTA

RUBBÍ ELIZABETH LECHUGA GARCÍA

DIRECTOR

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

ASESORES

M.C. JOSÉ MÉNDEZ GÓMEZ

M.C. GUILLERMO PÉREZ MARROQUÍN

M.C. FABIEL VÁZQUEZ CRUZ

SAN JUAN ACATENO, TEZIUTLÁN, PUEBLA. NOVIEMBRE DE 2021.

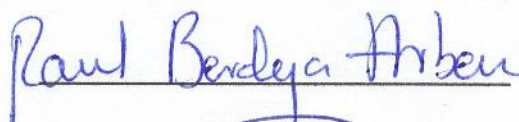
La presente tesis titulada **RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE ZARZAMORA 'TUPI' CON FERTILIZACIÓN FOLIAR** y realizada por **RUBBÍ ELIZABETH LECHUGA GARCÍA**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular integrado por:

Director: Dr. Raúl Berdeja Arbeu



Asesor: M.C José Méndez Gómez



Asesor: M.C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín



Asesor: M.C. Fabiel Vázquez Cruz



San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Noviembre de 2021.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **BUAP CA-234-Manejo de Recursos Fitogenéticos** y de la línea de investigación: **Manejo y Conservación de los Recursos Fitogenéticos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios con todo mi amor por ser mi padre celestial y por amarme sin condiciones, aunque no lo merezca. Dios mío gracias porque nunca me dejas sola ni te olvidas de mí a pesar de que yo lo hago con frecuencia. Gracias por permitirme llegar hasta este día que muchas veces lo vi inalcanzable, pero tomada de tu mano nada es imposible.

A mis padres con el más sincero amor que puedo ofrecerles. A mi papi Rafael Eduardo Lechuga y Lechuga por apoyarme y motivarme a cada momento a realizar este sueño que hoy se convierte en una realidad. Gracias papá porque sin esas palabras de aliento hoy seguiría en otros lugares donde no hubiera encontrado la satisfacción que hoy siento al concluir esta etapa. Te agradezco de igual manera por el apoyo económico que me brindas porque a pesar de las situaciones difíciles que a menudo pasamos nunca has dejado a tu familia a la deriva. A ti mami Margarita García Gutiérrez por estar siempre en todas las fases de mi vida, gracias por ser mi amiga, mi confidente y porque siempre me esperaste con un plato de comida caliente en la mesa, (no solo en mi vida de estudiante) gracias a ti también por siempre aconsejarme y animarme a salir adelante. Estas palabras se quedan cortas comparadas con lo que siento por ustedes, los amo infinitamente y le doy gracias a Dios por permitirme ser su hija.

Gracias a mis hermanos Christian Rafael, José Fernando, Guillermo Alejandro y Raquel por siempre estar y hacerme la vida más amena con sus palabras, historias, chistes y muestras de amor que tienen para conmigo. Gracias por ser mis hermanos, los amo como no tienen idea. También les doy las gracias por darme a los sobrinos más maravillosos que hay y porque siempre hacen y dicen cosas para alegrarnos el día a todos... Diego Rafael, Fernando Daniel, Rodrigo, María José, Paula Fernanda, Ximena Alexandra y José Guillermo Rafael, espero que siempre recuerden a su tía que los ama con todo su corazón, aunque muchas veces no les tenga paciencia, pero son y serán la razón de mi alegría por siempre. Ojalá que este

trabajo les sirva de inspiración y ejemplo para su futuro y vean que los sueños se cumplen con mucho esfuerzo y dedicación a pesar de los obstáculos, pero siempre apoyados de la mano de Dios y de la familia.

No quiero continuar sin antes mencionar a mis abuelos que son parte importante de esta historia, aunque no estuvieron presentes al concluir este ciclo siempre los llevo en mi corazón de una u otra manera. Rafael Prisciliano Amando Lechuga Aparicio, Sonia Guadalupe Lechuga Hernández, Fernando García Santander y Margarita Gutiérrez Sánchez, gracias por darme a los mejores padres que pude haber tenido y por darme muchísimo amor cuando los tuve conmigo.

Gracias infinitas a mis tías (hermanas de mi papá) y a mis tíos (hermanos de mi mamá) por formar parte de este logro y preguntar siempre por mí y como iba en la escuela, agradezco bastante sus atenciones y su interés. Los quiero mucho a todos. A mis primas y primos de igual manera.

Dedico también esta tesis a mi padrino Zeferino Deustua Romero† que, aunque ya no está con nosotros siempre lo recordaré de una manera muy especial. Gracias padriniuri por tus palabras de apoyo, por transmitir toda esa alegría que había dentro de ti y que por más que uno anduviera triste siempre tenías algo que contar y se olvidaba ese sentimiento. Gracias Dios por ponerlo en mi camino y gracias padrino por ser la persona que eras. Siempre te llevo en el corazón.

A todas esas personas especiales que en algún momento me apoyaron y ayudaron les agradezco bastante, aunque no los mencione, pero ustedes saben quiénes son y lo importantes que son para mí. Gracias por estar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias por permitirme haber sido parte de ella tantos años, jajaja... pero agradezco mucho más al cuerpo de docentes que me tuvieron demasiada paciencia desde un principio (a los que no también) porque eso ayudó mucho en mi formación. Haber pertenecido a esta gran Facultad me llena de orgullo ya que gracias a ella obtuve muchísimos conocimientos, experiencia en diferentes ámbitos y sobre todo vivencias que me hicieron una mejor persona.

Dr. Raúl Berdeja Arbeu no tengo palabras para agradecer el gran apoyo que me brindó, más que un docente lo considero un amigo. Gracias infinitas por el tiempo invertido en mi formación, que muchas veces como estudiantes no lo valoramos. Gracias por compartir sus conocimientos, por aconsejarme y por estar siempre pendiente de mi trabajo. De igual manera gracias por el material otorgado para la realización de este trabajo. El compromiso de Ud. con los alumnos nadie lo tiene.

Agradezco de igual manera a mis asesores M.C José Méndez Gómez, M.C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín y M.C. Fabiel Vázquez Cruz por compartir sus conocimientos tan valiosos en la revisión de este trabajo, sin duda son pilares importantes en la obtención de este logro. Gracias por su amistad durante este gran trayecto.

Gracias a todo el personal que conforma la Facultad por haberme brindado su amistad, a ustedes también les dedico este trabajo por hacer mi vida más placentera dentro de esta gran institución (administrativos, personal de intendencia, personal de almacén, choferes, personal de la cooperativa, etc.) nunca los olvidaré y no me queda más que agradecer todo el apoyo brindado hacia mi persona.

A mis compañeros de la generación 2012 porque sin duda pase momentos muy agradables con todos y cada uno de ustedes. Pero sin dejar de lado a las

generaciones 2014 y 2017 que incondicionalmente me brindaron su amistad a pesar de que no era su compañera del todo... gracias por siempre incluirme en sus grupos, los estimo mucho.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos particulares.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Estadísticas.....	5
4.2. Berries.....	5
4.3. Taxonomía	6
4.4. Variedades	6
4.5. Producción de zarzamora	7
4.6. Nutrición vegetal.....	8
4.7. Fertilización	8
4.8. Fertilización foliar	8
4.9. Bayfolan Forte®	9
4.10. Factores que modifican rendimiento y calidad de fruto	10
4.11. Trabajos de investigación en frutillas	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1. Localización del área de estudio	14
5.2. Material vegetal	14
5.3. Diseño de tratamientos	15
5.4. Variables	15
5.4.1. Número de flores por inflorescencia.	15
5.4.2. Número de inflorescencias por caña.	15
5.4.3. Cosecha de fruto.	15
5.4.4. Número de frutos cosechados.....	15

5.4.5. Porcentaje de fruto formado y mal formado.....	16
5.4.5.1. Peso de fruto.....	16
5.4.5.2. Diámetro ecuatorial.....	16
5.4.5.3. Diámetro polar.....	16
5.4.5.4. Relación diámetro ecuatorial/polar.....	16
5.4.5.5. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix).....	16
5.4.6. Área foliar.....	16
5.5. Diseño experimental.....	16
5.6. Análisis estadístico.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1. Flores por inflorescencia.....	18
6.2. Número de inflorescencias por caña.....	18
6.3. Número y rendimiento de fruto.....	19
6.4. Frutos cosechados por fecha.....	20
6.5. Porcentaje acumulado de fruto formado y mal formado.....	21
6.6. Primera cosecha.....	22
6.7. Segunda cosecha.....	22
6.8. Tercera cosecha.....	23
6.9. Cuarta cosecha.....	24
6.10. Quinta cosecha.....	25
6.11. Sexta cosecha.....	26
6.12. Séptima cosecha.....	27
6.13. Octava fecha.....	28
6.14. Área foliar.....	29
VII. CONCLUSIONES.....	31
VIII. LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Estados productores de zarzamora en México.....	5
Cuadro 2. Etapas fenológicas de flor y fruto en zarzamora.....	6
Cuadro 3. Funciones de los nutrientes en los árboles frutales.....	9
Cuadro 4. Contenido de sustancias en Bayfolan Forte®.....	10
Cuadro 5. Diseño de tratamientos.....	15
Cuadro 6. Número de flores por inflorescencia en zarzamora.....	18
Cuadro 7. Número de inflorescencias por caña en zarzamora.....	19
Cuadro 8. Número de frutos totales, peso promedio de fruto y rendimiento acumulado en 10 plantas de zarzamora 'Tupi'.....	20
Cuadro 9. Porcentaje de fruto formado y mal formado de zarzamora 'Tupi'.....	21
Cuadro 10. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	22
Cuadro 11. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	23
Cuadro 12. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	24
Cuadro 13. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	25
Cuadro 14. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	26
Cuadro 15. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	27

Cuadro 16. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	28
Cuadro 17. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	29
Cuadro 18. Área foliar en zarzamora con fertilización foliar, 2020.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Etapas de maduración de frutos de zarzamora.....	7
Figura 2. Fruto mal formado de zarzamora.....	7
Figura 3. Localización del sitio experimental.....	14
Figura 4. Número de frutos cosechados por fecha de corte.....	21

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE ZARZAMORA 'TUPI' CON FERTILIZACION FOLIAR

RESUMEN

La fertilización foliar es un respaldo en el cultivo de zarzamora que aumenta el rendimiento y la calidad del fruto. El presente trabajo de investigación se realizó en el Rancho "Loma Bonita", ubicado en la Junta Auxiliar de San Juan Acateno Teziutlán, Puebla. El objetivo del trabajo fue evaluar fertilización foliar en dosis de 1 %, 2 % y 3 % con Bayfolan, en plantas de zarzamora variedad 'Tupi'. El diseño experimental que se empleó fue bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones, utilizando una planta como unidad experimental. El mayor número de flores por inflorescencia fue en el tratamiento Bayfolan 3 % y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El mayor número de frutos totales y rendimiento acumulado de 8 cosechas fue en el tratamiento 3 % de Bayfolan y menor en el testigo. Las características físicas y químicas de frutos dependieron del tratamiento utilizado y de la fecha de cosecha. Por los resultados obtenidos se concluye que la aplicación de fertilización foliar con Bayfolan al 3 % aumenta el rendimiento y calidad de fruto de zarzamora variedad 'Tupi'.

Palabras clave: *Rubus spp.*, número de flores, peso de fruto, grados Brix.

YIELD AND FRUIT QUALITY OF BLACKBERRY 'TUPI' WITH FOLIAR FERTILIZATION

ABSTRACT

Foliar fertilization is a support in the blackberry crop that increases yield and fruit quality. The present research work was carried out at Rancho "Loma Bonita", located in the Junta Auxiliar of San Juan Acateno Teziutlán, Puebla. The objective of the work was to evaluate foliar fertilization in doses of 1 %, 2 % and 3 % with Bayfolan, in blackberry plants variety 'Tupi'. The experimental design used was completely randomized blocks with four treatments and 10 replications, using one plant as experimental unit. The highest number of flowers per inflorescence was in the Bayfolan 3% treatment and lower in the control with statistical differences ($P \leq 0.05$). The highest number of total fruits and accumulated yield of 8 harvests was in the 3 % Bayfolan treatment and lower in the control. The physical and chemical characteristics of fruits depended on the treatment used and the harvest date. From the results obtained, it is concluded that the application of foliar fertilization with 3% Bayfolan increases the yield and fruit quality of blackberry variety 'Tupi'.

Key words: *Rubus spp.*, number of flowers, fruit weight, Brix degrees.

I. INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 13,316 ha de zarzamora, con rendimiento de fruto de 21.81 t·ha⁻¹, el principal estado productor es Michoacán (SIAP, 2018). Una de las principales variedades de zarzamora que se producen en México es 'Tupi', esta variedad es de bajos requerimientos de horas frío, lo que favorece su cultivo en grandes áreas de México (Andersen, 2017).

En los frutales existen diferentes factores que afectan el rendimiento y la calidad de fruta como son el clima, la variedad, la aplicación de hormonas al follaje, el riego, la nutrición mineral y las podas, entre otros factores (Aular *et al.*, 2017).

La nutrición vegetal se debe realizar a base de macro y microelementos para obtener altos rendimientos y calidad de fruta; la fertilización se puede realizar al suelo o al follaje, y esta va a estar en función de muchos factores como variedad, edad de la planta, rendimiento de fruto por hectárea, etc. (Davies y Albrigo, 1999).

La fertilización foliar es la absorción foliar en el paso de sustancias a través de la hoja y la penetración de las sustancias es por estomas, cutícula, ectodesmos y tricomas. También ayuda a los frutales a aumentar el rendimiento y calidad de fruta, algunas consideraciones son edad de la planta, etapa fenológica, concentración del producto, pH del agua y compatibilidad de los productos (Alcantar y Trejo, 2007).

Existen diferentes trabajos de investigación en donde se indica la importancia que tiene la fertilización foliar en las frutillas (zarzamora, frambuesa, arándano, fresa y uva). Ochmian (2012) realizando fertilizaciones foliares a base de calcio en arándano, mencionan que el peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales, pH de jugo, vitamina C y acidez titulable de fruto, dependen del tipo de fertilizante foliar utilizado.

En la zona de Teziutlán, Puebla, existen pequeñas plantaciones de zarzamora en producción, sin embargo, los productores no tienen un paquete técnico de fertilización foliar lo que trae como consecuencia disminución de rendimiento y calidad de fruto. Por lo antes mencionado se realizó el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos e hipótesis.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar fertilización foliar en rendimiento y calidad de fruto de zarzamora.

2.2 Objetivos particulares

Identificar el número de flores por inflorescencia y por caña en zarzamora.

Examinar las características físicas de fruto de zarzamora.

Cuantificar rendimiento de fruto en zarzamora.

III. HIPÓTESIS

El mayor rendimiento y calidad de fruto en zarzamora 'Tupi' será con 3 % de fertilización foliar.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Estadísticas

En México se cultivan 13,316 ha de zarzamora, el mayor estado productor es Michoacán con 12,441 ha, el rendimiento de fruto nacional es de 21.81 t·ha⁻¹ (SIAP, 2018). En el Cuadro 1 se presentan los estados productores de zarzamora en México.

Cuadro 1. Estados productores de zarzamora en México.

Estados	ha	t·ha ⁻¹
Baja California	56.00	13.54
Colima	138.75	12.39
Ciudad de México	4.69	3.37
Guanajuato	20.50	10.49
Hidalgo	1.00	2.00
Jalisco	591.90	14.02
México	19.50	11.61
Michoacán	12,441.95	22.42
Morelos	11.60	3.10
Nayarit	2.00	0
Puebla	23.00	9.22
Querétaro	3.00	10.37
Veracruz	3.00	7.10
Total	13,316.89	21.81

Fuente. SIAP, 2018.

4.2. Berries

González *et al.* (2019) indican que las berries son las bayas, frutos o frutillas del bosque, el concepto se aplica a distintas especies que tienen como característica

un lapso reducido de vida de anaquel. En nuestro país algunos ejemplos de estas frutillas son zarzamoras, frambuesas, arándanos y fresas.

4.3. Taxonomía

La zarzamora pertenece a la familia de las *Rosaceas*, el nombre científico es *Rubus sp.* (Andersen, 2017).

4.4. Variedades

Existen diferentes variedades de zarzamora en el mercado como: 'Apache', 'Arapaho', 'Brazos', 'Chickasaw', 'Choctaw', 'Flordagrand', 'Kiowa', 'Natchez', 'Navaho', 'Tupi', etc. (Andersen, 2017).

La variedad 'Tupi' es un híbrido de zarzamora semierecta que se desarrolló en Brasil, en México crece en zonas con bajas horas frío y el peso promedio de fruto es de 4.9 g (Andersen, 2017). En el Cuadro 2 se muestran las etapas fenológicas de flor y fruto en zarzamora.

Cuadro 2. Etapas fenológicas de flor y fruto en zarzamora.

Estado	Duración (días)
De yema a botón floral	5-6
De inicio de floración a apertura de flor	22-24
De apertura de flor a polinización	2-5
De polinización a formación de fruto	6-8
De formación de fruto a cosecha	40-48
Total	75-91

Fuente. Franco, 2020.

Chávez *et al.* (2012) identificaron 6 estadios de maduración en frutos de zarzamora 'Brazos' con características bien definidas (Figura 1).







Estadio	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Imagen del fruto						
Color drupelas % crecimiento	100% verdes 40% crec.	80% verdes 70% crec.	60% rojas 90% crec.	90% rojas 100% crec.	100% rojas 100% crec.	100% negras 100% crec.

Figura 1. Etapas de maduración de frutos de zarzamora (Chávez *et al.*, 2012).

Bolda (2012) menciona que el fruto mal formado de zarzamora es ocasionado por vientos, excesos de lluvia, calor excesivo y falta de polinizadores que afectan el grano de polen y el estigma (Figura 2).



Figura 2. Fruto mal formado de zarzamora (Bolda, 2012).

4.5. Producción de zarzamora

Coronado *et al.* (2014) mencionan que la producción de zarzamora en México es del mes de octubre al mes de abril, es un fruto para mercado nacional e internacional. México exporta principalmente la producción a los Estados Unidos.

4.6. Nutrición vegetal

Díaz (2002) indica que el crecimiento de los árboles está relacionado con la nutrición de la planta. Un nutriente se considera como esencial en el ciclo de vida normal y este no puede ser remplazado por otro elemento. La absorción de los nutrientes se da por raíz y hoja.

4.7. Fertilización

El fertilizante debiera definirse como la sustancia que contiene uno, o más, de los elementos químicos alimenticios para los vegetales, en formas tales que puedan ser absorbidos por las plantas y que favorezcan el desarrollo de las mismas (National Plan Food Institute, 1996).

Los fertilizantes son de origen orgánico o inorgánico que proporcionan a los vegetales uno o más elementos, estos se clasifican en orgánicos (estiércoles, abonos verdes y compostas) y en fertilizantes químicos (naturales y sintéticos) (Salgado *et al.*, 2006).

Los fertilizantes por el tipo de estado físico se clasifican en sólidos (cristales, polvos y gránulos), líquidos y gaseosos. Algunos de los criterios para la elección de los fertilizantes son: disponibilidad en el mercado, manejabilidad, precio y eficiencia (Salgado *et al.*, 2006).

4.8. Fertilización foliar

Srivastava y Singh (2003) mencionan que la fertilización foliar es el paso de los nutrientes minerales al interior de la hoja, existen varios factores que van a determinar la eficiencia de la fertilización foliar como son: edad de la hoja, turgencia de la hoja, variedad, condiciones ambientales y factores asociados a la solución a

utilizar. En el Cuadro 3 se presentan algunas funciones de los elementos en los árboles frutales.

Cuadro 3. Funciones de los nutrientes en los árboles frutales.

Función	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	B
Tamaño de órganos	x	x	x		x		x	x	x
Azúcares	x		x		x	x			x
Pigmento	x					x			
Firmeza de tejido				x					x
Fotosíntesis	x	x	x		x	x	x	x	x
Respiración	x	x	x	x	x			x	
Hormonas estimulantes de crecimiento	x			x			x		x
Transpiración			x						

Fuente. Díaz, 2002.

4.9. Bayfolan Forte®

Es un fertilizante foliar con macro y micronutrientes que contiene vitaminas y fitohormonas, estimula el metabolismo de las plantas y las vigoriza. La dosis que se recomienda en diferentes especies es de 2 a 4 L·ha⁻¹ (Bayer, 2020). En el Cuadro 4 se muestra el análisis del contenido.

Cuadro 4. Contenido de sustancias en Bayfolan Forte®.

Análisis garantizado	Porcentaje en peso/peso
Nitrógeno total	11.470 %
Clorhidrato de tiamina	0.004 %
Fósforo	8.000 %
Azufre	0.230 %
Potasio	6.000 %
Calcio	0.025 %
Boro	0.036 %
Cobalto	0.002 %
Cobre	0.040 %
Manganeso	0.036 %
Fierro	0.050 %
Magnesio	0.025 %
Molibdeno	0.005 %
Ácido Indol Acético	0.003 %
Zinc	0.080 %

Fuente. Bayer, 2020.

4.10. Factores que modifican rendimiento y calidad de fruto

Aular *et al.* (2017) mencionan que existen diferentes factores que modifican el rendimiento y calidad de fruto en frutales como son: clima, variedad, aplicación de hormonas, riego, nutrición mineral, entre otros.

4.11. Trabajos de investigación en frutillas

Andersen (2017) indica que el rendimiento de fruto de zarzamora por planta se modifica por el sustrato orgánico en el que se desarrollan las plantas y la variedad.

Esquivel *et al.* (2016) evaluando en Michoacán, México, zarzamora 'Tupi' con aplicaciones de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos mencionan que el diámetro de tallo y el número de yemas no presentaron diferencias estadísticas. La longitud de tallo, número de flores, número de frutos cuajados y número de frutos cosechados se modifican por el tipo de fertilización, de manera general la fertilización con Bayfolan fue la que mostró la mejor respuesta.

Parra *et al.* (2004) evaluando en Chihuahua, México, rendimiento de zarzamora 'Cheyenne' con cubiertas orgánicas al suelo, encontraron mayor rendimiento de fruto por ha con estiércol más paja de avena con 4.3 t y superó estadísticamente a las cubiertas con estiércol más aserrín y sólo aserrín. El peso de fruto no presentó diferencias estadísticas. Los grados Brix oscilaron de 9.5 a 11.

Stojanov *et al.* (2019) comparando en Serbia, variedades de frambuesa mencionan que la altura de caña, grosor de caña, número de flores por caña, número de frutos por inflorescencia, peso de fruto, diámetro de fruto, sólidos solubles totales y pH se modifican por la variedad y el año de evaluación.

Jara *et al.* (2003) en el Estado de México, México, aplicando vermicompostas en frambuesa indican que con aplicaciones de 60 y 90 gramos de vermicomposta en macetas de 6 kilos con tierra se logró el mayor número de hojas, altura de planta y diámetro de caña.

Singh *et al.* (2010) evaluando en India, fertilizantes foliares orgánicos (lixiviados de vermicompostas) en fresa mencionan que el contenido mineral en hoja depende del tratamiento, el peso de frutos por planta osciló de 281 g en el testigo sin aplicación a 320 g con fertilización foliar a base de lixiviados de estiércol de vaca más vegetales. Otras variables que se modifican por el tipo de lixiviados son firmeza de fruto, color, sólidos solubles totales, acidez y ácido ascórbico.

Medvecký *et al.* (2014) estudiando en Eslovaquia, fertilización química y orgánica en arándano mencionan que el contenido mineral en hoja se afecta por la variedad y el tipo de nutrición.

Bautista *et al.* (2019) investigando en Colombia, dosis de fertilización química de N, P, K, Ca en mora encontraron que la dosis de fertilizante disminuye la presencia de antracnosis en tallo. La menor severidad del hongo fue con dosis de 32 (N), 35 (P), 48 (K) y 9 (Ca) gramos por planta.

Ochmian (2012) en Polonia, analizó el efecto de fertilizaciones foliares a base de calcio en arándano, cita que el peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales, pH de jugo, vitamina C y acidez titulable de fruto, dependen del tipo de fertilizante foliar utilizado.

Wach y Blazewicz (2012) en Polonia investigaron fertilización foliar (nitrógeno, fósforo, quelato de hierro) en arándano cada 1, 2 y 3 semanas en dosis de 0.4, 0.8 y 1.2 %, encontraron el mayor rendimiento de fruto por planta con el tratamiento fertilización foliar cada 2 semanas en dosis de 0.4 %.

Davarpanah *et al.* (2018) en Irán, asperjando al follaje diferentes dosis de calcio en granada reportan que el contenido foliar de N, P, K, kilos de fruto por árbol, número de frutos por árbol, peso de fruto y contenido de fruto no se modifica por el tratamiento utilizado. Las aplicaciones de calcio al follaje disminuyeron la rajadura de fruto de granada.

Romero *et al.* (2006) en Michoacán, México, en un ensayo de fertilización foliar en mango 'Haden' con nitrato de calcio en dosis de 5, 10, 15 y 20 g·L⁻¹ desde floración hasta cosecha de fruto, encontraron que la dosis de nitrato de calcio no afecta el contenido nutrimental de N, P, K, Ca, Mg del fruto, el mayor rendimiento en kilos por árbol fue con 5 g·L⁻¹ de nitrato de calcio y menor en el testigo con 37.79

kilos por árbol, la aplicación del nitrato de calcio no modifico la firmeza de fruto y grados Brix.

Pérez *et al.* (2017) en el Estado de México, México, evaluando fertilización foliar en tomate en invernadero citan que los fertilizantes enriquecidos con potasio aumentan grados Brix y licopeno en fruto, así también el rendimiento y calidad de fruto.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El experimento se realizó en el municipio de Teziutlán, Puebla, en la localidad de San Juan Acateno, en el rancho “Loma Bonita” con coordenadas $19^{\circ}52'17.4''\text{N}$ y $97^{\circ}21'34.19''\text{O}$, con elevación de 1641 m (Google Earth, 2019). El lugar presenta temperatura media anual de $15.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la precipitación es de 2,200 mm (Gobierno Estatal de Puebla, 2014). En la Figura 3 se muestra la localización del sitio experimental.

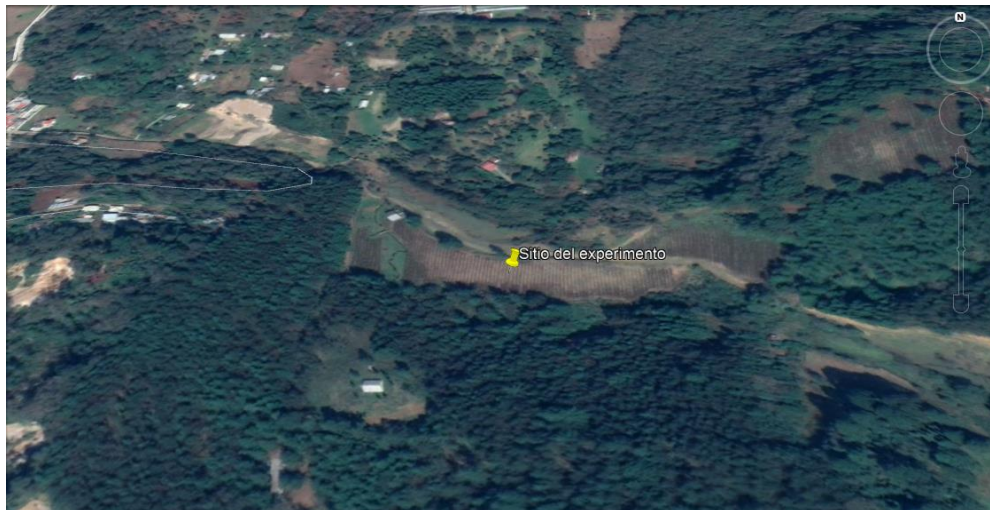


Figura 3. Localización del sitio experimental (Google Earth, 2019).

5.2. Material vegetal

Se utilizaron plantas de zarzamora 'Tupi' de 2 años. El control de plagas ($\text{Thiamethoxam } 2\text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$) y enfermedades ($\text{Oxicloruro de cobre } 3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) dependiendo de la incidencia de las mismas, el control de maleza se realizó con machete.

5.3. Diseño de tratamientos

El diseño de tratamientos se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Diseño de tratamientos.

Tratamiento	Descripción
1	1 % de fertilizante foliar
2	2 % de fertilizante foliar
3	3 % de fertilizante folia
4	Testigo sin aplicación

Nota. Las fertilizaciones foliares fueron cada 30 días a partir del inicio de brotación (Bayfolan Forte®).

5.4. Variables

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

De cada planta se tomaron 4 inflorescencias de la parte media y se contó:

- 5.4.1. Número de flores por inflorescencia.** Flores cerradas y abiertas el 14 de mayo de 2020.
- 5.4.2. Número de inflorescencias por caña.** Se tomó una caña al azar por planta y se contaron todas las inflorescencias el 14 de mayo de 2020.
- 5.4.3. Cosecha de fruto.** Se realizaron ocho cosechas del 14 de mayo al 7 de julio.
- 5.4.4. Número de frutos cosechados.** De cada tratamiento se cosechó el fruto y se contó y con la media de peso de fruto de cada tratamiento se calculó el rendimiento.

5.4.5. Porcentaje de fruto formado y mal formado. Se consideró fruto bien formado a las polidrupas que tenían todas las drupas formadas y frutos mal formados a los que les faltaban drupas.

De cada tratamiento se tomaron 10 frutos y se evaluó:

5.4.5.1. Peso de fruto. Los frutos se pesaron con ayuda de una balanza digital marca SCOUT PRO y se reportaron en gramos.

5.4.5.2. Diámetro ecuatorial. Con un vernier digital marca ELECTRONIC CALIPER modelo VER-6P se midió en centímetros la parte media de fruto.

5.4.5.3. Diámetro polar. Con un vernier digital marca ELECTRONIC CALIPER modelo VER-6P se midió en centímetros la longitud de fruto.

5.4.5.4. Relación diámetro ecuatorial/polar. Se dividió el diámetro ecuatorial entre diámetro polar.

5.4.5.5. Contenido de sólidos solubles totales (° Brix). Se colocaron 3 gotas de jugo de zarzamora en un refractómetro HANNA modelo HI96801 y los datos obtenidos se reportaron en grados Brix.

5.4.6. Área foliar. De cada planta se tomó una hoja sana de la parte media de la copa y se midió el área foliar. Se tomaron 10 hojas por tratamiento y se midió de cada hoja el foliolo de mayor tamaño para obtener área foliar. El foliolo se escaneó y con el programa Image J[®] se obtuvo el área de hoja en cm².

5.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones, se utilizó una planta como unidad experimental.

5.6. Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$). Para el análisis de los datos obtenidos se empleó el programa de cómputo SAS (Statistical Analysis System).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Flores por inflorescencia

El 14 de mayo de 2020 se evaluó el número de flores por inflorescencia, el mayor valor fue de 4.85 con aplicaciones de Bayfolan 3 % y menor en el testigo con 3.25 flores con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 6). Esta variable está relacionada con el número de frutos cosechados por racimo, posiblemente al aumentar el número de flores por inflorescencia disminuye el tamaño de fruto de zarzamora. Parra *et al.* (2014) mencionan que el raleo en frutos de durazno aumenta el crecimiento de fruto y que al incrementar la carga de fruto disminuye rendimiento. Esquivel *et al.* (2016) evaluando fertilizantes foliares orgánicos y químicos en zarzamora señalan que el número de flores por rama lateral osciló de 1.4 a 2.4.

Cuadro 6. Número de flores por inflorescencia en zarzamora.

Tratamiento	Número de flores por inflorescencia
1. Bayfolan 1 %	4 ab
2. Bayfolan 2 %	4.47 a
3. Bayfolan 3 %	4.85 a
4. Testigo	3.25 b
CV	46.39
DMSH	1.11

Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.2. Número de inflorescencias por caña

El 14 de mayo de 2020 el mayor número de inflorescencias por caña fue de 9 con aplicaciones de Bayfolan 3 % y menor en el testigo con 2.6 con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 7). Esta variable se puede afectar por la longitud de

la caña, ambiente y manejo agronómico. En los trabajos de investigación sólo se mencionan número de yemas y flores por rama lateral (Esquivel *et al.* 2016).

Cuadro 7. Número de inflorescencias por caña en zarzamora.

Tratamiento	Número de inflorescencias por caña
1. Bayfolan 1 %	4.2 b
2. Bayfolan 2 %	3.8 b
3. Bayfolan 3 %	9 a
4. Testigo	2.6 b
CV	45
DMSH	4.14

Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.3. Número y rendimiento de fruto

El número y rendimiento de fruto acumulado de 8 cosechas en zarzamora presentó el mayor valor de 284 frutos y rendimiento de 1.61 kg en el tratamiento 3 % de Bayfolan y menor en el testigo con 152 frutos y 0.79 kg (Cuadro 8). La fertilización foliar aumenta el rendimiento de fruto en zarzamora. Wach y Blazewicz (2012) analizando fertilización foliar en arándano en intervalos de 1, 2 y 3 semanas en dosis de 0.4, 0.8 y 1.2 %, mencionan que el máximo rendimiento de fruto por planta fue con el tratamiento fertilización foliar cada 2 semanas en dosis de 0.4 %. Ochmian (2012) analizó fertilizaciones foliares con calcio en arándano e indica que el peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales, pH de jugo, vitamina C y acidez titulable de fruto, dependen del tipo de fertilizante foliar utilizado. La fertilización foliar también incrementa la resistencia de enfermedades (Bautista *et al.*, 2019) y malformaciones de fruto (Davaranpanah *et al.*, 2018).

Cuadro 8. Número de frutos totales, peso promedio de fruto y rendimiento acumulado en 10 plantas de zarzamora 'Tupi'.

Tratamiento	No. frutos totales	Peso de fruto (g)	Rendimiento de fruto (kg)
1 % Bayfolan	231	5.17	1.19 k
2 % Bayfolan	198	5.29	1.04 k
3 % Bayfolan	284	5.68	1.61 k
Testigo	152	5.23	0.79 k

6.4. Frutos cosechados por fecha

El mayor número de frutos cosechados fue de 96 el 31 de mayo de 2020, en el tratamiento Bayfolan 3 % y menor de 4 frutos el 27 de junio en el testigo (Figura 4). Este comportamiento es producto de la dosis de fertilización foliar y la época de cosecha. Stojanov *et al.* (2019) estudiando variedades de frambuesa mencionan que el número de frutos por inflorescencia, peso de fruto, diámetro de fruto, sólidos solubles totales y pH se modifican por la variedad y el año de evaluación. Singh *et al.* (2010) evaluando fertilizantes foliares orgánicos en fresa mencionan que el peso de frutos por planta osciló de 281 g en el testigo sin aplicación a 320 g con fertilización foliar a base de lixiviados de estiércol de vaca más vegetales.

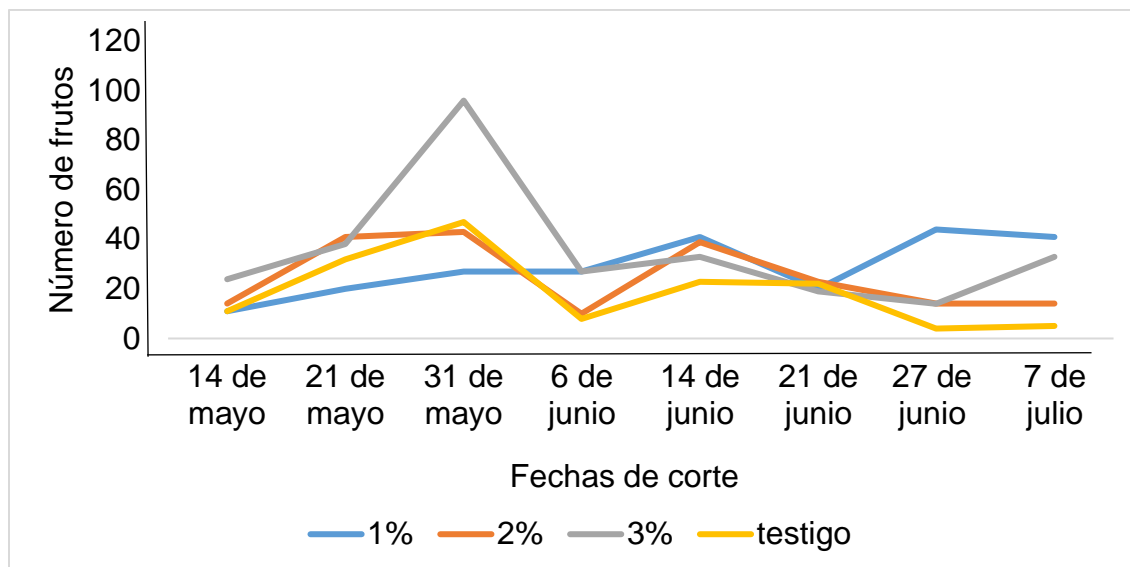


Figura 4. Número de frutos cosechados por fecha de corte.

6.5. Porcentaje acumulado de fruto formado y mal formado

El mayor porcentaje de frutos formados fue de 83.45 % con fertilización foliar 3 % y el máximo porcentaje de frutos mal formados fue de 24.67 % con fertilización 1 % de Bayfolan (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de fruto formado y mal formado de zarzamora 'Tupi'.

Tratamiento	% de fruto formado	% de fruto mal formado
1 % Bayfolan	75.32	24.67
2 % Bayfolan	78.28	21.71
3 % Bayfolan	83.45	16.54
Testigo	78.94	21.05

Se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) en las características físicas y químicas (grados Brix) de fruto dependiendo del tratamiento y la fecha de muestreo.

6.6. Primera cosecha

En la primera fecha de evaluación el 14 de mayo de 2020, el peso de fruto no mostró diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamiento, el tratamiento 3 % Bayfolan presentó el mayor valor con 5.45 g y menor el testigo. El diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial y la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor contenido de grados brix fue de 9.35 en el testigo y menor en el tratamiento 3 % de Byfolan con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	4.74 a	2.3 a	1.91 a	1.22 a	8.18 b
2 %	5.01 a	2.4 a	1.93 a	1.28 a	8.63 ab
3 %	5.45 a	2.4 a	2.04 a	1.23 a	8.17 b
Testigo	4.49 a	2.07 a	1.91 a	1.11 a	9.35 a
CV	26.68	16.16	11.65	15.46	10.99
DMSH	1.60	0.46	0.27	0.22	1.15

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.7. Segunda cosecha

En la segunda fecha de evaluación el 21 de mayo de 2020 el mayor peso de fruto fue de 7.26 g en el tratamiento Bayfolan 3 % y menor en el testigo con 5.96 g con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar de fruto máximo fue de 2.60 en el tratamiento 3 % con Bayfolan y menor en el testigo con 2.26 presentando

diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro ecuatorial de fruto y la relación de diámetro polar/ecuatorial no mostraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El mayor contenido de grados brix se logró en el testigo con 10.34 y menor en el tratamiento 3 % de Bayfolan con 9.49 sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	6.38 ab	2.44 ab	1.93 a	1.27 a	9.63 a
2 %	7.13 a	2.58 a	2.04 a	1.27 a	9.98 a
3 %	7.26 a	2.60 a	2.0 a	1.29 a	9.49 a
Testigo	5.96 b	2.26 b	1.90 a	1.19 a	10.34 a
CV	14.26	8.71	6.88	11.78	14.55
DMSH	1.16	0.26	0.16	0.18	1.75

T, Tratamientos. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.8. Tercera cosecha

En la tercera fecha de evaluación el 31 de mayo de 2020 el tratamiento 3 % de Bayfolan mostró el mayor peso de fruto con 8.25 g y menor el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El mayor diámetro polar de fruto fue en el testigo con 4.21 superando estadísticamente a los demás tratamientos. El diámetro ecuatorial de fruto no mostró diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. La mayor relación diámetro ecuatorial/diámetro polar fue en el testigo con 1.93 superando estadísticamente a los demás tratamientos. Los grados brix oscilaron 8.52 en el tratamiento Bayfolan 2 % a 9.56 en el testigo sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	7.77 a	2.60 b	2.18 a	1.20 b	8.82 a
2 %	6.73 b	2.60 b	1.98 a	1.32 b	8.52 a
3 %	8.25 a	2.78 b	2.15 a	1.30 b	8.91 a
Testigo	6.57 b	4.21 a	2.15 a	1.93 a	9.56 a
CV	9.30	33.74	8.49	31.85	12.07
DMSH	0.83	1.25	0.21	0.56	1.32

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.9. Cuarta cosecha

En la cuarta fecha el 6 de junio de 2020 el menor peso de fruto fue en el tratamiento 2 % de Bayfolan con 5.28 g y mayor en tratamiento 3 % de Bayfolan con 6.74 g con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar, diámetro ecuatorial y relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto no presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). Los valores de grados brix oscilaron de 6.62 en el tratamiento 2 % a 7.55 en el tratamiento 1 % de Bayfolan sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	6.34 ab	2.35 a	2.0 a	1.18 a	7.55 a
2 %	5.28 b	2.20 a	1.83 a	1.20 a	6.62 a
3 %	6.74 a	2.45 a	1.99 a	1.23 a	7.21 a
Testigo	6.6 a	2.26 a	2.0 a	1.13 a	6.98 a
CV	16.91	12.85	8.50	16.49	13.45
DMSH	1.29	0.36	0.20	0.23	1.16

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.10. Quinta cosecha

En la quinta fecha de evaluación el 14 de junio de 2020 el mayor peso de fruto fue de 4.83 g en el tratamiento 2 % de Bayfolan y no se presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) con los demás tratamientos. El diámetro polar, diámetro ecuatorial y la relación diámetro polar/diámetro ecuatorial no presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El mayor contenido de grados brix fue en el tratamiento 3 % de Bayfolan con 8.53 y no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) con los demás tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 14. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	4.08 a	1.96 a	1.81 a	1.08 a	7.91 a
2 %	4.83 a	2.09 a	1.90 a	1.10 a	8.51 a
3 %	4.68 a	2.09 a	1.83 a	1.16 a	8.53 a
Testigo	4.48 a	1.97 a	1.82 a	1.09 a	8.32 a
CV	19.94	10.57	7.57	11.24	16.04
DMSH	1.10	0.26	0.17	0.15	1.63

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.11. Sexta cosecha

En la sexta fecha de evaluación el 21 de junio de 2020 el mayor peso de fruto fue en el tratamiento 3 % de Bayfolan con 5.08 g menor en el testigo con 3.75 g y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El mayor diámetro polar de fruto fue en el tratamiento 2 % de Bayfolan con 2.28 cm y menor en el testigo con 1.82 cm y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El máximo diámetro ecuatorial fue en tratamiento 3 % con 1.96 cm y menor en el testigo con 1.80 cm y diferencias estadísticas entre tratamientos. La relación diámetro polar/diámetro ecuatorial osciló de 1.01 en el testigo a 1.25 en el tratamiento 2 % de Bayfolan con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El tratamiento 3 % de Bayfolan mostró el mayor contenido de grados brix con 8.74 y sólo superó estadísticamente ($P \leq 0.05$) al tratamiento 2 % de Bayfolan (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	5.0 a	2.13 a	1.90 ab	1.13 ab	7.77 ab
2 %	4.79 a	2.28 a	1.88 ab	1.25 a	7.64 b
3 %	5.08 a	2.08 ab	1.96 a	1.06 b	8.74 a
Testigo	3.75 b	1.82 b	1.80 b	1.01 b	8.43 ab
CV	16.63	11.27	6.80	10.34	10.50
DMSH	0.94	0.28	0.15	0.14	1.04

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.12. Séptima cosecha

En la séptima fecha de evaluación el 27 junio de 2020 el mayor peso de fruto fue en el testigo con 5.03 g y menor el tratamiento 3 % de Bayfolan con 4.28 g sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar de fruto no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos. El diámetro ecuatorial de fruto mayor fue en el testigo con 1.96 cm y menor en el tratamiento 1 % de Bayfolan con 1.18 cm y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). La relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos. El mayor contenido de grados brix fue en el testigo con 8.04 y menor en el tratamiento 1 % de Bayfolan con 6.72 y diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 16).

Cuadro 16. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	4.50 a	2.11 a	1.18 b	1.16 a	6.72 b
2 %	4.42 a	2.10 a	1.82 b	1.14 a	7.50 ab
3 %	4.28 a	2.0 a	1.93 ab	1.03 a	7.87 ab
Testigo	5.03 a	2.17 a	1.96 a	1.11 a	8.04 a
CV	16.94	12.17	5.37	12.70	13.25
DMSH	0.94	0.31	0.12	0.17	1.22

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.13. Octava fecha

En la última fecha de evaluación el 7 de julio de 2020 el mayor peso de fruto fue en el testigo con 4.25 g y menor en el tratamiento 1 % de Bayfolan con 3.07 g sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar, el diámetro ecuatorial y relación diámetro polar/diámetro ecuatorial no presentó diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El mayor contenido de grados brix fue en el tratamiento 2 % de Bayfolan con 8.13 y menor en el testigo con 7.13 sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 17).

Las características físicas y químicas de fruto de zarzamora dependieron de la época de cosecha y del tratamiento aplicado. En las seis primeras cosechas de fruto el tratamiento 3 % de fertilización foliar obtuvo el mayor peso de fruto, esto producto del tratamiento utilizado. Esquivel *et al.* (2016) aplicando fertilización foliar en zarzamora encontraron que dependiendo del producto utilizado y dosis empleada se modifican número de flores, número de frutos cuajados y número de frutos cosechados, el mejor tratamiento fue la aplicación de Bayfolan.

Morgado *et al.* (2018) indican que la aplicación de reguladores de crecimiento y fertilizantes foliares en higo modifican diámetro de tallo, longitud de rama, diámetro de rama, frutos por rama y características físicas de fruto.

El contenido de grados Brix en las ocho fechas evaluadas osciló de 6.62 a 10.34.

Parra *et al.* (2004) encontró valores en zarzamora de 9.5 a 11. Stojanov *et al.* (2019) indican que los sólidos solubles totales en frutos de frambuesa se modifican por la variedad y la época de evaluación.

Cuadro 17. Promedio de peso de fruto (PF), diámetro polar de fruto (DP), diámetro ecuatorial de fruto (DE), relación diámetro polar/diámetro ecuatorial de fruto (DP/DE) y grados brix en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

T	PF (g)	DP (cm)	DE (cm)	DP/DE	°Brix
1 %	3.07 a	1.84 a	1.72 a	0.99 a	7.30 a
2 %	4.19 a	1.99 a	1.84 a	1.12 a	8.13 a
3 %	3.73 a	1.87 a	1.76 a	1.06 a	7.28 a
Testigo	4.25 a	1.86 a	1.79 a	1.04 a	7.13 b
CV	26.26	17.58	10.10	13.50	12.76
DMSH	1.22	0.40	0.21	0.17	1.16

T, Tratamiento. Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

6.14. Área foliar

El 7 de julio de 2020 la mayor área foliar fue de 110.6 cm² en el tratamiento 3 % de Bayfolan y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 18).

En el cultivo de café la aplicación de bioestimulantes al follaje aumentan el área foliar con respecto al testigo (Diaz *et al.*, 2016).

Cuadro 18. Área foliar en zarzamora con fertilización foliar, 2020.

Tratamiento	Área foliar (cm ²)
1 % Bayfolan	71.4 bc
2 % Bayfolan	91.5 ab
3 % Bayfolan	110.6 a
Testigo	53.20 c
CV	27.08
DMSH	27.07

Valores con la misma letra en cada columna no son diferentes entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey a una ($P \leq 0.05$). CV: coeficiente de variación; DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

VII. CONCLUSIONES

El mayor número de flores por inflorescencia, número de inflorescencias por caña, mayor número de frutos y rendimiento fue con la aplicación del 3% de fertilización foliar, las características físicas y químicas del fruto dependieron del tratamiento y la época de cosecha.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alcántar G. G. y L. I. Trejo T. 2007. Nutrición de Cultivos. México-Mundi-prensa.
- Andersen P. C. 2017. The Blackberry. University of Florida. H5807.
- Aular J., M. Casares., W. Natale. 2017. Factors affecting citrus fruit quality: Emphasis on mineral nutrition. Científica, Jaboticabal 45(1):64-72.
- Bautista M. L. G., M. M. Bolaños B., J. H. Argüelles C., G. Fischer. 2019. Fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y calcio en mora (*Rubus glaucus* Benth.): Efecto sobre Antracnosis bajo condiciones controladas. Acta agronómica 68(3):228-236.
- Bayer. 2020. Bayfolan Forte. Tomado de: http://www.tacsamex.com/DEAQ/src/productos/264_28.htm
- Bolda M. 2012. Problemas de polinización en zarzamora. Tomado de: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=7591>
- Chávez B. A. T., C. Alonso O., P. A. García S. 2012. Proteómica de la maduración de frutos de zarzamora (*Rubus* sp.) cultivados en México, una primera aproximación. Revista Ra Ximhai, 8(3):143-157.
- Coronado G. M. A., M. García P., V. G. Santiago H., A. Córdova Y., R. A. Vásquez N. 2014. La zarzamora, un mercado potencial para los productores agropecuarios de la Sierra de Sonora. Revista Mexicana de Agronegocios 34:784-794.
- Davarpanah S., A. Tehranifar, J. Abadía, J. Val., G. Davarynejad, M. Aran, R. Khorassani. 2018. Foliar calcium fertilization reduces fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani). Scientia Horticulturae 230:86-91.
- Davis F. S., L. G. Albrigo. 1999. Cítricos. Acribia. España.
- Díaz M. A., C. Suárez P., D. Díaz M., Y. López P., Y. Morena B., J. López. 2016. Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de postura de café (*Coffea arabica* L.). Centro Agrícola 43(4):29-35.
- Díaz M. D. H. 2002. Fisiología de árboles frutales AGT. México. 390.

- Esquivel P. G., E. Gudiño C., J. P. Rojas M., C.A. Ramirez M. 2016. Evaluación de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos en Zarzamora (*Rubus sp.*) cv. "Tupi". Ciencia Nicolaita 67.
- Franco G. 2020. Tecnología para el cultivo de la mora. Ed. Agrosavia. Colombia.
- Gobierno del Estado de Puebla. 2017. Región Nororiental 2011-2017. Tomado de: <http://planeader.puebla.gob.mx/pdf/programas/estatales/regionales/IN.57.pdf>
- González R. F. de J., S. Rebollar R., J. Hernández M., J. L. Morales H., O. Ramírez A. 2019. Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. Revista Mexicana de Agronegocios 44.
- Jara P. E., A. Villegas, P. Sánchez, A. Trinidad, A. Muratalla, A. Martínez. 2003. Crecimiento vegetativo de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) "Autumn Bliss" con la aplicación de vermicomposta asociada con lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet.) Rev. peru. biol. 10(I):44-52.
- Medvecky M., J. Daniel, A. Vollmannova, S. Zupka. 2014. Impact of conventional and organic fertilizer application on the content of macro- and microelements in the fruit of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.).
- Morgado G. A., A. E. Becerril R., G Calderon Z., E. Garcia U., C. Velasco C., J. Alberto V. 2018. Bioestimulantes y nutrimentos foliares en la producción de higo (*Ficus carica* L.) 'Café de Turquía'. Agroproductividad 11(9):15-19.
- National Plant Food Institute. 1996. Manual de fertilizantes. Uteha Noriega Editores. México. 291 p.
- Ochmian I. 2012. The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging on the "duke" cultivar. Not bot horti agrobo 40(2):163-169.
- Parra Q. R. A., G. Acosta R., J. Arreola A. 2005. Crecimiento y producción de zarzamora cv. Cheyenne con cubiertas orgánicas. Terra Latinoamericana 23 (2):233-340.
- Parra Q. R. A., J. L. Jacobo C., J. Castro A., J. J. Salmerón Z. 2014. Intensidad de raleo y calidad de fruto en durazno cv Baby Gold 8. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5 (4):549-559.

- Pérez E. H. A., J. Chávez M., G. Carrillo F., M de las N. Rodríguez M., R. Ascencio H. 2017. Fertilización foliar en el rendimiento y calidad de tomate en hidroponía bajo invernadero. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas* 8 (2): 333-343.
- Romero G. N. R., P. Sánchez G., J. Rodríguez A., C. Saucedo V. 2006. Aplicación foliar de calcio y su relación con la calidad en frutos de mango cv. Haden. *Agricultura técnica en México* 32 (1): 5-15.
- Salgado G. S., D. J. Palma L., R. Núñez E., L. del C. Lagunes E., H. Debernardi de la V., R. H. Mendoza H. 2006. Manejo de fertilizantes y abonos orgánicos. Colegio de Postgraduados. México. 210 p.
- SIAP. 2018. Base de datos producción agrícola. Consultado en: www.siap.mx. El 30 de noviembre de 2018.
- Singh R., R. K. Gupta, R. T. Patil, R. R. Sharma, R. Asrey, A. Kumar, K. K. Jangra. 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) *Scientia Horticulturae* 124:34-39.
- Srivastava A. K., S. Singh. 2003. Foliar fertilization in citrus-A review. *Agric. Rev.* 24 (4): 250 – 264.
- Stojanov D., T. Milosevic, P. Maskovic, N. MiloseviC, I. Glisic. 2019. Influence of organic, organo-mineral and mineral fertilisers on cane traits, productivity and berry quality of red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Scientia Horticulturae* 252:370-378.
- Wach D., M. Blazewicz W. 2012. Effect of foliar fertilization on yielding and leaf mineral composition of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Sci. Pol., Hortorum cultus* 11(1):205-214.