



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

FERTILIZACIÓN FOLIAR ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CIRUELA SANTA ROSA
EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

JOSÉ LUIS VELÁZQUEZ FERMÍN

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, Diciembre 2022.



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

FERTILIZACIÓN FOLIAR ORGÁNICA Y QUÍMICA EN CIRUELA SANTA ROSA
EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

JOSÉ LUIS VELÁZQUEZ FERMÍN

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

ASESORES

M.C. GUILLERMO JESUITA PÉREZ MARROQUÍN

M.C. PABLO ZALDÍVAR MARTÍNEZ

DR. FABIAN ENRÍQUEZ GARCÍA

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, Diciembre 2022

La presente tesis titulada: **Fertilización foliar orgánica y química en ciruela Santa Rosa en rendimiento y calidad de fruto** y realizada por **José Luis Velázquez Fermín**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular por:

Firma

Director: Dr. Raúl Berdeja Arbeu

Asesor: M. C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín

Asesor: M. C. Pablo Zaldívar Martínez

Asesor: Dr. Fabian Enríquez García

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 Recursos Fitogenéticos**. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo:

A mis queridos padres: Sr. Emilio Velázquez García y Sra. Dominga Fermín Esteban, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente apoyándome con todos sus esfuerzo, amor, sabiduría y confianza en mí para poder cumplir una meta y un sueño más en mi vida.

A toda mi familia: Hermanos, abuelos, tíos que siempre estuvieron al pendiente para darme muchos ánimos y consejos, de nunca darme por vencido para poder alcanzar una de muchas metas que me he propuesto y además de dar un ejemplo de que todos somos capaces de concluir una etapa de formación profesional.

A mi novia: Por brindarme todo el apoyo desde el inicio de mi carrera, por ser una gran persona motivadora, amable, respetosa y amiga a la vez. Por estar siempre en cada momento que me parecía difícil para poder apoyarme y salir adelante.

A todos mis compañeros de generación 2017 por haberme permitido trabajar con ustedes en algún momento de la carrera. En especial a Nimbe Marisol Simón, Ianira vándala, Andrea Monroy, Joiseth Loyo, Aldair Santiago, Bernardo Moreno, Israel Luna y German Anastasio por su amistad y apoyo brindado para obtener una mejor experiencia relacionada a nuestra carrera. Le deseo éxito en su vida profesional a cada uno de ustedes 2017.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por darme la oportunidad de culminar un objetivo para comenzar mi vida profesional.

A la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla** por haberme dado la oportunidad de formar parte de ella y formarme profesionalmente.

A la **Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias** y a todo el personal académico y no académico que la integran por estos años de estadía en mi vida universitaria en donde obtuve los conocimientos y experiencias para poder cerrar este ciclo.

A mi **director de tesis el Doctor Raúl Berdeja Arbeu** por darme la oportunidad de trabajar con él. También su interés, dedicación, tiempo apoyo y conocimientos los cuales me ayudaron a realizar el presente trabajo. Gracias por ser una gran persona y por la amistad que me brindó.

A **mis asesores:** M. C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín, M. C. Pablo Zaldívar Martínez y el Dr. Fabián Enríquez García por su interés, apoyo, experiencia y tiempo dedicado para la asesoría y revisión de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1.Objetivo general.....	3
2.2.Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Origen y Taxonomía de la ciruela	5
4.2. Variedades.....	5
4.3.Estadísticas de países productores de ciruela.....	5
4.4. Manejo Agronómico.....	5
4.4.1. Agricultura convencional	5
4.4.2. Agricultura orgánica.....	6
4.5.Nutrición vegetal en frutales.....	6
4.6.Fertilización.....	6
4.6.1. Fertilización Foliar.....	6
4.7.Fenología de ciruela.....	7
4.8.Factores que modifican el rendimiento y calidad de fruto en ciruela.....	7
4.9.Trabajos de investigación en ciruela y otros frutales.....	7
V. MATERIALES Y MÉTODOS	9
5.1.Localización del área de estudio.....	9
5.2.Material vegetal y manejo agronómico.....	9
5.3.Diseño experimental.....	10
5.4.Variables a evaluar.....	10

5.4.1. Número de flores abiertas por brindilla.....	10
5.4.2. Número de frutos amarrados por brindilla.....	10
5.4.3. Número de frutos cosechados por brindilla.....	10
5.4.4. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol.....	10
5.4.5. Características físicas y químicas de fruto.....	10
5.4.6. Número de frutos por árbol.....	10
5.4.7. Peso de fruto.....	11
5.4.8. Diámetro polar de fruto.....	11
5.4.9. Diámetro ecuatorial de fruto.....	11
5.4.10. Sólido solubles totales.....	11
5.4.11. Estimación de rendimiento de fruto por árbol.....	11
5.4.12. Clasificación de peso de fruto.....	11
5.5. Análisis estadístico.....	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
6.1. Número de flores abiertas por brindilla.....	12
6.2. Número de frutos amarrados por brindilla.....	12
6.3. Número de frutos cosechados por brindilla.....	12
6.4. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol.....	13
6.5. Características físicas y químicas de fruto	13
6.6. Estimación de rendimiento de fruto por árbol.....	14
6.7. Clasificación de peso de fruto.....	15
VII. CONCLUSIÓN.....	17
VIII. LITERATURA CITADA.....	18

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Fenología de ciruela Methley	7
Cuadro 2. Manejo agronómico del experimento.....	9
Cuadro 3. Diseño de tratamientos.....	10
Cuadro 4. Promedio de número de flores abiertas, número de frutos amarrados y número de frutos cosechados por brindilla.....	12
Cuadro 5. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol, 1 de junio de 2022.....	13
Cuadro 6. Promedio de número de frutos por árbol y características físicas químicas de fruto.....	14
Cuadro 7. Estimación de rendimiento de fruto por árbol.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Localización del experimento.....	9
Figura 2. Porcentaje de peso de fruto de ciruela Santa Rosa.....	16

RESUMEN

En México se cultivan diferentes especies de *Prunus*, una de ellas es el ciruelo japonés (*Prunus saliciana*), la producción de ciruela es afectada por factores ambientales y de manejo agronómico como son: tipo de suelo, portainjerto, nutrición entre otros. La fertilización foliar es la penetración de los nutrimentos al interior de la hoja incrementando rendimiento y calidad de fruto. El experimento se desarrolló de enero a junio del año 2022 en la localidad de Apatauyan, Atempán, Puebla. Se utilizaron árboles de ciruela Santa Rosa injertadas en duraznos criollos de seis años de edad con una distancia de plantación de 3x3, se tomaron cuatro ramas al azar por árbol y de cada rama de la parte media se tomaron cuatro brindillas en el mes de febrero evaluando cada 3 días. El objetivo evaluar fertilización foliar orgánica y química en ciruela Santa Rosa. Utilizando un diseño experimental en bloques completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones. El mayor número de frutos cosechados por brindilla fue de 0.87 en el tratamiento orgánico superando estadísticamente ($P \leq 0.05$) al demás tratamiento. El mayor número de frutos por árbol fue de 99.5 en el tratamiento orgánico y sólo superó estadísticamente ($P \leq 0.05$) al testigo. Los grados brix en fruto oscilaron de 15.6 a 16 sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El máximo rendimiento de fruto por árbol fue de 5.22 kg en el tratamiento orgánico y menor en el testigo con 1.30 kg. Por los resultados obtenidos se concluye que la fertilización orgánica en ciruela Santa Rosa aumenta el rendimiento de fruto.

Palabras claves: *Prunus saliciana*, brindillas, grados brix, clasificación de frutos.

ABSTRACT

In Mexico, different species of *Prunus* are cultivated, one of them is the Japanese plum (*Prunus saliciana*), plum production is affected by environmental factors and agronomic management such as: soil type, rootstock, nutrition, among others. Foliar fertilization is the penetration of nutrients into the leaf, increasing yield and fruit quality. The experiment was carried out from January to June 2022 in the town of Apatauyan, Atempan, Puebla. Santa Rosa plum trees grafted on Creole peaches of six years of age with a planting distance of 3x3 were used, four branches were taken randomly per tree and from each branch of the middle part four brindillas were taken in the month of February evaluating every 3 days. The objective was to evaluate organic and chemical foliar fertilization in Santa Rosa plum. Using a completely randomized block experimental design with three treatments and six replications. The highest number of fruits harvested per brindilla was 0.87 in the organic treatment, statistically surpassing ($P \leq 0.05$) the other treatment. The highest number of fruits per tree was 99.5 in the organic treatment and only statistically exceeded ($P \leq 0.05$) the control. The brix degrees in fruit ranged from 15.6 to 16 without statistical differences ($P \leq 0.05$) between treatments. The maximum fruit yield per tree was 5.22 kg in the organic treatment and lower in the control with 1.30 kg. From the results obtained, it is concluded that organic fertilization in Santa Rosa plum increases fruit yield.

Keywords: *Prunus saliciana*, brindillas, brix degrees, fruit classification.

I. INTRODUCCIÓN

En México se cultivan diferentes especies de *Prunus*, una de ellas es el ciruelo japonés (*Prunus saliciana*), los principales estados productores son: Jalisco, Michoacán, Zacatecas y Sinaloa (Quadratin, 2021).

Los fertilizantes foliares se clasifican en orgánicos e inorgánicos y aportan a las plantas uno o más elementos (Salgado *et al.*, 2006). Srivastava y Singh (2003) indican que la fertilización foliar es la penetración de los nutrimentos al interior de la hoja, diversos factores afectan este proceso como son ambiente, fenología de la hoja, hidratación de la hoja y variedad.

La nutrición al suelo y al follaje incrementa rendimiento y calidad de fruto, Ali Suhail *et al.* (2020) en ciruela citan que la aplicación de biofertilizantes y materia orgánica al suelo incrementa altura de planta, longitud de brote, diámetro de tallo, número de ramas, peso seco de hojas y contenido de clorofilas. El-Sherif *et al.* (2008) comparando fertilización foliar a base de potasio en ciruela encontraron amarre de fruto de 7.25 a 12.83 % con fertilización foliar y menor de 5.78 % en el testigo sin aplicación, el menor rendimiento de fruto de 40.6 kg por árbol en el testigo y mayor de 49.33 kg por árbol con potasio líquido, el testigo mostró los menores valores en peso, volumen y diámetros de fruto (Azza *et al.*, 2018) evaluando variedades de ciruela mencionan que el porcentaje de flores abiertas, frutos amarrados, número de frutos por árbol y kilos de frutos por árbol dependen de la variedad, el fertilizante foliar utilizados, dosis y época de aplicación.

En diversos frutales se citan resultados de fertilización foliar, Ochmian (2012) evaluando fertilizaciones foliares en arándano, encontraron que las características físicas y químicas de fruto se modifican dependen del tipo de fertilizante foliar utilizado. Y Morgado *et al.* (2018) realizando aplicaciones foliares en higo mencionan que el mayor número de frutos por rama fue de 15.13 con nitrato de calcio y menor de 10.31 con fosforo-potasio, el máximo peso de fruto con nitrato de potasio y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

La producción de ciruela es afectada por factores ambientales y de manejo agronómico como son: tipo de suelo (Oltenacu y Petrisor, 2021), portainjerto (Czinege *et al.*, 2012) y nutrición (Cuquel *et al.*, 2011) entre otros.

El Gobierno de México en la base de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera no tiene información del cultivo del ciruelo. Sin embargo, en el estado de Puebla, algunos municipios de la Sierra Nororiental producen este frutal en pequeñas superficies. En el

Municipio de Atempán, Puebla, existen diversas localidades en donde se cultivan distintos materiales de ciruela, esta producción se comercializa en la zona, sin embargo, el rendimiento y la calidad de fruto se ven afectados por que no tienen manejo agronómico.

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 química y orgánica en el cultivo de ciruela Santa Rosa.

2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar rendimiento y calidad de fruto de ciruela Santa Rosa con fertilización foliar química y orgánica.

III. HIPÓTESIS

La fertilización foliar orgánica en ciruela Santa Rosa tiene el mismo efecto que la fertilización foliar química en rendimiento y calidad de fruto.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen y taxonomía de la ciruela

Existen diferentes centros de origen para las ciruelas: *Prunus doméstica* en Europa, *P. insititia* y *P. cerasifera* en Asia, *P. saliciana* en China y *P. americana* en América. Se reportan 42 especies de ciruelas (Wangchu *et al.*, 2021).

La ciruela pertenece al Orden Rosales, Familia Rosaceae y género *Prunus*. Existen dos especies: ciruelo europeo (*P. doméstica*) y japonés (*P. saliciana*) (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas Argentina 2021).

Rzedowski (2021) menciona que la familia de las Rosaceae incluye aproximadamente 90 géneros y supera las 3,000 especies. Algunas especies que pertenecen al género *Prunus* son: Almendra (*P. dulcis*), cereza (*P. avium*), chabacano (*P. armeniaca*), durazno (*P. pérsica*) y la ciruela (*P. doméstica* y *P. saliciana*).

4.2. Variedades

Curzel y Achem (Sin año) mencionan que existen diferentes variedades de ciruela como Gulf Beauty, Gulf Blaze, Pizzurno, Missot, Harries y Santa Rosa entre otras. La variedad Santa Rosa presenta de mediana a alta producción de fruto, el fruto es redondo, grande, rojo granate, pulpa firme y jugosa.

4.3. Estadísticas de países productores de ciruela

Los principales países productores de ciruela son: China, Serbia, Rumania, Irán, India y Estados Unidos. México ocupa el lugar 22 (Atlasbig, 2018).

En México se cultiva ciruelas en 23 estados y los principales productores son: Jalisco, Michoacán, Zacatecas y Sinaloa (Quadratin, 2021).

4.4. Manejo agronómico

4.4.1. Agricultura convencional

Es un sistema de producción en donde se utilizan insumos externos al sistema productivo natural (productos químicos sintéticos) (Ecured, 2022).

4.4.2. Agricultura orgánica

Es un sistema de producción que rechaza el uso de productos químicos sintéticos (Murillo *et al.*, 2010).

Pérez *et al.* (2017) mencionan que el manejo orgánico y químico en dos variedades de ciruela japonesa modifican el crecimiento vegetativo, el grado de defoliación, época de floración y características químicas de fruto.

4.5. Nutrición vegetal en frutales

Almaguer (1991) indica que la nutrición es el proceso por el medio del cual los árboles frutales absorben, transportan y metabolizan las sustancias que requieren para el desarrollo y fructificación.

El crecimiento de los árboles frutales se relaciona con la nutrición. 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 (Díaz, 2002).

4.6. 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 Plant 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).

4.7. 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. Trinidad y Aguilar (1999) menciona

que los factores que influyen en la fertilización foliar son: pH de la solución, surfactantes, adherentes, presencia de sustancias activadoras, nutrimento y el ion acompañante de la aspersión, concentración de la solución, temperatura, luz, humedad relativa y hora de aplicación.

4.8. Fenología de ciruela

La fenología estudia el crecimiento de las plantas y la relación con el ambiente (González *et al.*, 2018). En el Cuadro 1 se muestra la fenología de la ciruela.

Cuadro 1. Fenología de ciruela Methley.

Fase fenológica	Duración
Crecimiento vegetativo	12 enero al 3 septiembre
Hinchamiento de yemas	11 enero al 6 febrero
Brotación de yemas florales	5 al 17 febrero
Crecimiento foliar	8 febrero al 17 julio
Floración	18 febrero al 9 marzo
Madurez de cosecha de fruto	23 mayo al 23 junio
Abscisión foliar	26 junio al 21 septiembre
Ecoletargo	22 septiembre al 1 noviembre
Endoletargo	23 octubre al 7 febrero

Fuente: (González *et al.*, 2018).

4.9. Factores que modifican el rendimiento y calidad de fruto en ciruela

Czinege *et al.* (2012) mencionan que los portainjertos en ciruela modifican el crecimiento vegetativo del árbol, rendimiento y calidad de fruto. El ambiente donde desarrollan como tipo de suelo (Oltenucu y Petrisor, 2021) y la fertilización (Cuquel *et al.*, 2011) entre otros factores.

4.10. Trabajos de investigación en ciruela y otros frutales

Dekena *et al.* (2017) indican que la productividad de fruto de ciruela se modifica por la localidad, año de evaluación y portainjerto utilizado.

Cuquel *et al.* (2011) evaluando fertilización química al suelo en ciruela mencionan que al aumentar el contenido de nitrógeno por ha disminuye el contenido de sólidos solubles totales.

Ali Suhail *et al.* (2020) en ciruela encontraron que la aplicación de biofertilizantes (bacterias) y compostas al suelo modifican altura de planta, longitud de brote, diámetro de tallo, número de ramas, peso seco de hojas y contenido de clorofilas.

Milosevic y Milosevic (2011) analizando la fertilización química al suelo (NPK) en ciruela injertada en diferentes portainjertos encontraron que el crecimiento de tallo del portainjerto se modifica, peso de fruto, kilos de fruto por árbol, eficiencia productiva y contenido nutrimental en hoja.

Hassan *et al.* (2010) evaluando fertilización foliar en ciruela indican que el menor rendimiento de fruto por árbol; peso, volumen, diámetros y grosor de cáscara de fruto fue en el testigo sin aplicación.

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.

Ochmian (2012) analizando 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.

Berdeja *et al.* (2016) evaluando fertilización foliar con nitratos en lima Persa, reportan que las aspersiones con nitrato de potasio, calcio, magnesio no difieren estadísticamente del testigo sin aplicación en peso, diámetros de fruto, grosor de cáscara, firmeza de fruto y porcentaje de frutos de exportación.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área de estudio

El experimento se realizó del mes febrero al mes de julio del 2022 en la localidad de Apatauyan, Municipio de Atempan, Puebla, con coordenadas $19^{\circ} 47' 44.47''$ N y $97^{\circ} 26' 30.76''$ O con elevación de 2,178 msnm (Google Earth, 2022). En la Figura 1 se muestra la localización del experimento.

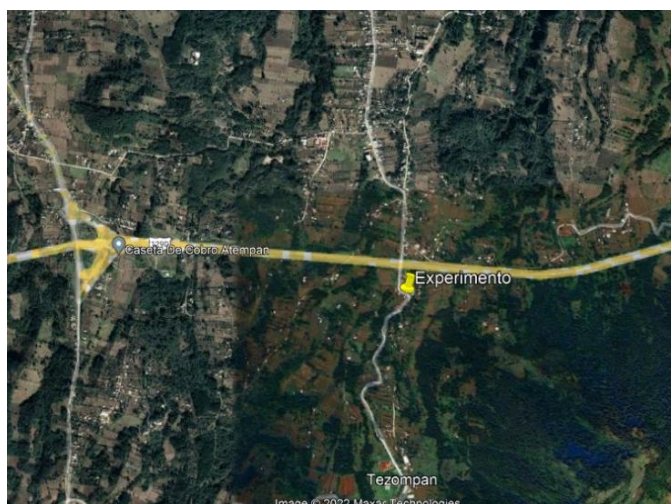


Figura 1. Localización del experimento

5.2. Material vegetal y manejo agronómico

Se utilizaron árboles de ciruela Santa Rosa injertados en duraznos criollos de la región de 6 años de edad con distancia de plantación de 3 X 3 metros en un suelo franco arcilloso arenoso.

Durante el experimento se le dio un manejo agronómico que se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Manejo agronómico del experimento.

Actividades	Época enero – mayo 2022
Control de maleza	1 enero- 1 febrero- 1 marzo- 1 abril- 1 mayo, con azadón
Control de plagas y enfermedades	Dependiendo la incidencia de las mismas
Poda	Febrero

5.3. Diseño experimental

El diseño que se utilizó fue en bloques completamente al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, se utilizó una planta como unidad experimental. En el cuadro 3 se presenta el diseño de tratamiento.

Cuadro 3. Diseño de tratamientos

Tratamientos	Época enero- mayo 2022
¹ Fertilización orgánica más insecticida y fungicida orgánico	Cada 30 días desde inicio de brotación hasta cosecha
² Fertilización química más insecticida y fungicida químico	Cada 30 días desde inicio de brotación hasta cosecha
Testigo	El manejo que le da el productor

¹Vita Full Best, Serenade (Basillus), Biodie (Extractos vegetales). ² Nutri 20-30-10, Thiaba (Abamectina), Tega (Trifloxystribin).

5.4. Variables a evaluar

Para la toma de datos se tomaron cuatro ramas al azar por árbol y de cada rama de la parte media se tomaron 4 brindillas en el mes de febrero y se evaluó cada 3 días desde inicio de floración hasta amarre de fruto.

5.4.1. Número de flores abiertas por brindilla. Se contó el número total de flores abiertas cada 3 días del 16 de febrero al 15 de marzo.

5.4.2. Número de frutos amarrados por brindilla. Se contó el número de frutos amarrados cada 3 días del 21 de marzo al 11 de abril.

5.4.3. Número de frutos cosechados por brindilla. Al final del experimento se contó el número de frutos cosechados por brindilla el 1 de junio.

5.4.4. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol. Se realizó un conteo total de todos los frutos y se clasificó en brindillas con un fruto, dos frutos y tres frutos el 03 de junio.

5.4.5. Características físicas y químicas de fruto. Se cosecharon 30 frutos de la parte media de los árboles de cada tratamiento el 3 de junio y se evaluó:

- 5.4.6. Número de frutos por árbol.** Se realizó un conteo total de frutos por árbol de cada tratamiento el 3 de junio.
- 5.4.7. Peso de fruto.** El fruto se pesó en gramos con una báscula digital modelo Scout pro marca Ohaus®.
- 5.4.8. Diámetro polar de fruto.** Se midió la altura del fruto en centímetros con un vernier.
- 5.4.9. Diámetro ecuatorial de fruto.** Se midió en la parte central del fruto el ancho en centímetros con un vernier.
- 5.4.10. Sólidos solubles totales.** Los 30 frutos de cada tratamiento Cuando el fruto alcanzo un color rojo intenso se colocó unas gotas del fruto y se evaluó con un refractómetro HI96801 marca Hanna® (Alvares *et al.*, 2015).
- 5.4.11. Estimación de rendimiento de fruto por árbol.** Se calculó con el peso promedio de fruto multiplicado por el número frutos por árbol
- 5.4.12. Clasificación de peso de fruto.** Los frutos se agruparon en menor de 40 g, de 40.1 a 50 g y más de 50.1 g y se obtuvo el porcentaje.

5.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y pruebas de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$). Se utilizó el programa de cómputo SAS.

VI. RESULTADOS DISCUSIÓN

6.1. Número de flores abiertas por brindilla

El mayor número de flores abiertas por brindilla del 16 de febrero al 15 de marzo fue de 4 en el tratamiento orgánico y menor en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 4). González *et al.* (2018) analizando fenología de ciruelo japonés Methley mencionan que la floración fue del 18 de febrero al 9 de marzo.

6.2. Número de frutos amarrados por brindilla

El número de frutos amarrados por brindilla se evaluó del 21 de marzo al 11 de abril, el máximo número de frutos amarrados fue de 1.79 en el tratamiento orgánico superando estadísticamente ($P \leq 0.05$) a los demás tratamientos (Cuadro 4).

6.3. Número de frutos cosechados por brindilla

La cosecha de frutos por brindilla se realizó el 1 de junio, el tratamiento orgánico con 0.87 frutos cosechados por brindilla y menor el testigo con 0.45 con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 4). González *et al.* (2018) mencionan que la cosecha de fruto en ciruelo japonés Methley fue del 25 de mayo al 23 de junio.

Cuadro 4. Promedio de número de flores abiertas, número de frutos amarrados y número de frutos cosechados por brindilla.

Tratamientos (Fertilización foliar)	Número de flores abiertas por brindilla (16 de febrero al 15 de marzo)	Número de frutos amarrados por brindilla 21 de marzo al 11 de abril)	Número de frutos cosechados por brindilla (1 de junio)
Orgánica	4 a	1.79 a	0.87 a
Químico	2.75 ab	1.66 b	0.79 ab
Testigo	2.04 b	0.95 b	0.45 b
CV	80.69	63.71	78.42
DMSH	1.63	0.64	0.38

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.4. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol

El tratamiento químico mostró 78.6 brindillas con un fruto y superó estadísticamente al testigo ($P \leq 0.05$) (Cuadro 5). El número de brindillas con dos frutos oscilaron de 0.83 a 8.16 sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El número de brindillas con tres frutos fue de 1.5 en el tratamiento químico a 0 en el testigo sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Brindillas con diferentes números de frutos por árbol. 1 de junio de 2022.

Tratamiento (Fertilización foliar)	Brindilla con un fruto	Brindilla con dos frutos	Brindilla con tres frutos
Orgánico	52.17 ab	5.16 a	0.83 a
Químico	78.6 a	8.16 a	1.5 a
Testigo	27 b	0.83 a	0 a
CV	44.6	114.34	204.1
DMSH	37.2	8.54	2.51

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.5. Características físicas y químicas de fruto

El mayor número de frutos por árbol fue de 99.5 en el tratamiento orgánico y menor de 28.6 en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El peso de fruto osciló de 52.7 g en el tratamiento químico a 46.6 g en el testigo con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro polar fue de 4.3 cm en el testigo a 4.6 cm en el tratamiento químico con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El diámetro ecuatorial osciló de 4.2 cm en el testigo a 4.46 en el tratamiento químico con diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). Los grados Brix oscilaron de 15.6 a 16 sin diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 6).

Algunos factores que modifican los grados brix en la ciruela son la variedad y el manejo agronómico. Álvarez *et al.* (2015) evaluando ciruela Horvin encontraron contenidos de grados Brix de 12 a 15. Parra *et al.* (2007) de 11.8 en la misma variedad y Eduardo *et al.* (2001) en ciruela Methley de 15.2 a 19.5 grados Brix por efecto del riego y la cobertura del suelo. Pérez *et al.* (2017) mencionan que los azúcares solubles en fruto de ciruela japonesa se modifican por el manejo orgánico, químico, variedad y año de evaluación.

Ohata *et al.* (2017) mencionan que el rendimiento de fruto y características físicas en fruto se modifica por la localidad, el ambiente, año de evaluación y la variedad utilizada. El rendimiento de fruto de 10 árboles osciló de 284 kg a 1,704 kg, el peso de fruto de 54 g a 117 g, la forma de redonda a elíptica y grados brix de 15.5 a 25.8.

El-Sherif *et al.* (2008) menciona que la fertilización foliar en ciruela con diferentes fuentes de potasio modifica rendimiento de fruto y características de fruto. El peso de fruto por árbol osciló de 40 Kg a 49 Kg, peso de fruto 31.92 g a 50.36 g, diámetro polar de 3.77 cm a 4.30 cm, diámetro ecuatorial de 3.8 cm a 4.5 cm y grados brix de 11.83 a 12.67.

Cuadro 6. Promedio de número de frutos por árbol y características físicas y químicas de fruto.

Tratamiento (Fertilización foliar)	Número de frutos	Peso/fruto	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial	° brix
Orgánico	99.5 a	52.5 a	4.4 ab	4.4 ab	15.9 a
Químico	65.0 ab	52.7 a	4.6 a	4.46 a	15.6 a
Testigo	28.6 b	46.6 b	4.3 b	4.2 b	16.0 a
CV	58	18	6.5	5.8	9.25
DMSH	59.25	5.6	0.18	0.15	0.90

Medidas con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). DMSH: diferencia mínima significativa honesta; CV: Coeficiente de variación.

6.6. Estimación de rendimiento de fruto por árbol

El tratamiento orgánico presentó el mayor rendimiento de fruto por árbol con 5.22 kg y menor el testigo con 1.30 kg (Cuadro 7).

Existen diferentes factores que modifican el rendimiento de fruto por árbol, El-Sherif *et al.* (2008) menciona que la fertilización foliar con diferentes fuentes de potasio modifica rendimiento de fruto por árbol el cual osciló de 40 Kg a 49 Kg. Eduardo *et al.* (2001) evaluando coberturas y riego en ciruela Methley encontraron el mayor peso de fruto de 38.8 g en el tratamiento suelo desnudo más riego diario y menor de 33.7 con suelo con cobertura de paja de maíz con riego (contenido de humedad de 80 KPa); y mayor rendimiento de fruto por árbol con

6.8 kilos en el tratamiento cobertura de estiércol más riego y menor en el testigo sin cobertura más riego con 3 kilos.

Cuadro 7. Estimación de rendimiento de fruto por árbol

Tratamiento (Fertilización foliar)	Peso de fruto (Gramos)	Número de frutos	Kilos por árbol
Orgánico	52.5	99.5	5.22
Químico	52.7	65.0	3.42
Testigo	46.6	28.6	1.30

6.7. Clasificación de peso de fruto

El tratamiento orgánico logró 13.3 % con fruto menor a 40 g, 36.6 % con peso de fruto de 40.1 a 50 g y 50 % con fruto de más de 50.1 g. El tratamiento químico logro 6.6 % con fruto menor a 40 g, 36.6 % con peso de fruto de 40.1 a 50 g y 56.6 % con fruto de más de 50.1 g. El testigo logro 20 % con fruto menor a 40 g, 46.6 % con peso de fruto de 40.1 a 50 g y 33.3 % con fruto de más de 50.1 g (Figura 2).

Eduardo *et al.* (2001) mencionan que la calidad de fruto de primera, segunda y tercera en ciruela Methley depende de la frecuencia de riego y la cobertura que tenga el suelo. En la Figura 2. Se muestran los porcentajes de peso de fruto de ciruela Santa Rosa.

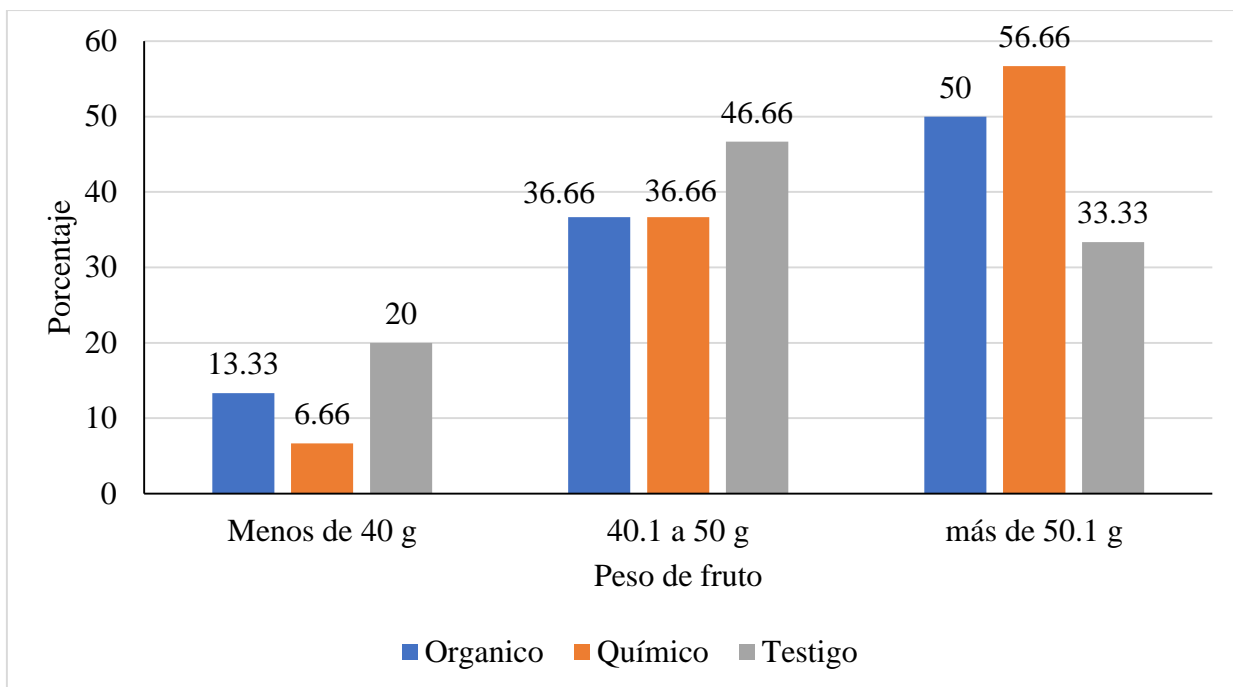


Figura 2. Porcentaje de peso de fruto de ciruela Santa Rosa.

VII. CONCLUSIONES

El mayor número de frutos cosechados por brindilla fue en el tratamiento orgánico.

El mayor número de frutos por árbol se logró con el tratamiento orgánico.

El máximo peso de fruto fue en el tratamiento químico.

La fertilización química y orgánica no modifica el contenido de grados Brix en fruto.

El mayor rendimiento de fruto por árbol fue en el tratamiento orgánico.

El mayor porcentaje de fruto con más de 50.1 g fue en el tratamiento químico.

La fertilización orgánica más aplicación de insecticidas y fungicidas orgánicos aumentan rendimiento y calidad de fruto en ciruela Santa Rosa.

VIII. LITERATURA CITADA

- Almaguer V G. 1991. Fruticultura general. Serie textos agronómicos. Universidad Autónoma Chapingo. México. P. 372.
- Alvares H. J. G., X. Rozo R., A. J. Reyes. 2015. Comportamiento postcosecha de frutos de ciruela (*Prunus salicina Lindl.*) en cuatro estados de madurez tratados con etileno. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 9 (1): 46-59.
- AtlasBig. (2018). Lista de países por producción de ciruela. Obtenido de: <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-ciruela>. 16 de noviembre 2022
- Ali Suhail T., Al-Dulaimi., W. A. A. Al-Rawi. 2020. Effects biofertilizers and compost application on vegetative growth of plum transplants. Plant Archives 20 (1): 2215-2220.
- Azza I. M., Abd A. B., Fathi M a. 2018. Efecto de algunos estimulantes en el cuajado, el rendimiento y la calidad de los frutos de las cultivares de ciruela Hollywood y Pioneer. Departamento de investigación de horticultura. P. 613-628.
- Berdeja A. R., K. Hernández S., R. I. Salazar S., F. Vázquez C., J. Méndez G., D. Moreno V. 2016. Aspersiones foliares con nitratos en lima Persa. Acta Agrícola y Pecuaria 2 (3): 72-77.
- Curzel V., V. Achem. Sin año. Ciruelos y damascos. Boletín de Fruticultura No. 10. INTA. Argentina.
- Czinege A., M. Soltesz, J. Nyeki, Z. Szabo. 2012. The use of rootstocks for European (*Prunus domestica*) and for Japanese (*Prunus saliciana*) plums (review). International Journal of Horticultural Science, 8 (2): 7-13.
- Cuquel F. L., A. C. Vargas M., I. Tutida, L. L. M. de Mio. 2011. Nitrogen and potassium fertilization affecting the plum postharvest quality. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, Volumen Especial, E. 328-336.

- Dekena D., A. V. Poukh, K. Kahu, V. Laugale, I. Alsina. 2017. Influence of rootstocks on plum productivity in different growing regions. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B 71 (3): 233-236.
- Díaz M. D. H. 2002. Fisiología de árboles frutales AGT. México. 390 p.
- Ecuared. (2022). Agricultura convencional. Consultado en: https://www.ecured.cu/Agricultura_convencional. Fecha de consulta: 7 de octubre 2022
- El-Sherif. Hanaa M.; Neven M. Taha, E. M. El- FahKarani. 2008. Effect of potassim fertilizer source on tree fruiting, fruit quality and storability of Golden japanese plum. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 33 (4): 2743- 2756.
- Eduardo A. J. J., Tijerina C. L., Acosta H. R., López J. A. 2001. Producción de ciruelo con fertirriego en función de contenidos de humedad y coberturas orgánicas. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Chapingo México. Terra volumen 19 (4): 317-326.
- 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: 25-36.
- González P. J. S., A. Quevedo N., A. E. Becerril R., C. Velasco C., D. Jaén C. 2018. Fenología del ciruelo Japonés cv. Methley injertado sobre ciruelo Mirobolano, en Texcoco, México. Agroproductividad 11 (10): 33-41.
- Hassan H. S. A., S. M. A. Sarrwy., E. A. M. Mostafa. 2010. Effect of foliar spraying with liquid organic fertilizer, some micronutrients, and gibberellins on leaf mineral content, fruit set, yield, and fruit quality of Hollywood plum trees. Agriculture and Biology Journal of North America 1 (14): 638-643.
- Milosevic T., N. Milosevic. 2011. Growth, fruit size, yield performance and micronutrient status of plum tres (*Prunus domestica L.*). Plant Soil Environ. 57 (12): 559-564.
- Morgado G. A., A. E. Becerril R., G. Calderón Z., E. Villanueva G., V. Velasco C., J. Alberto V. 2018. Bioestimulantes y nutrimentos foliares en la producción de higo (*Ficus carica L.*) Café Turquía. Agroproductividad 11 (9): 15-19.

- Murillo A. B., E. O. Rueda P., J. L. García H., F. C. Ruiz E., F. A. Beltrán M. 2010. Agricultura orgánica. Tema de actividad. Editorial plaza y valdes. México. 389 p.
- National Plant Food Institute. 1996. Manual de fertilizantes. Uteha Noriega Editores. México. 291 p.
- Ohata K., Y. Togano, T. Matsumoto, Y. Uchida, T. Kurahashi and H. Itamura. 2017. Selection of Prune (*Prunus domestica* L.) Cultivars Suitable for the East Asian Temperate Monsoon Climate: Ripening Characteristics and Fruit Qualities of Certain Prunes in a Warm Southwest Region of Japan. The Horticulture Journal 86 (4): 437- 446.
- Oltenacu V., C. Petrisor. 2021. Yield and fruit chemical composition of some plum cultivars affected by different soil types. Scientific Papers. Serie B, Horticulture LXV (1): 2285-5653.
- 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.
- Pérez R. L. F., A. Daza, J. F. Herencia, F. T. Arroyo. 2017. Carbohydrate and nitrogen reserves in two cultivars of japanese plum grown under organic and conventional management. Hort. Sci. 44 (4): 163-170.
- Parra A.C., J. E. Hernández H., J. H. Camacho T. 2007. Estudio de algunas propiedades físicas y fisiológicas precosecha de la ciruela variedad Horvin. Universidad nacional de Colombia. 29 (3):431-437.
- Quadratin. 2021. Produce Michoacán más de 13 mil toneladas de ciruela. Tomado de: <https://www.quadratin.com.mx/sucesos/produce-michoacan-mas-de-13-mil-toneladas-de-ciruela>. 20 de septiembre 2022.
- Rzedowski J. 2021. La familia Rosaceae en México. Polibotánica 51: 1-16.
- 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.

Srivastava A. K., S. Singh. 2003. Foliar fertilization in citrus-A review. *Agric. Rev.* 24 (4): 250 – 264.

Trinidad S. A. y D. A. Manjarrez. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra* 17: .248.

Wangchu L., T. Angami, D. Mandal. 2021. Temperate Fruits. *In: Mohammed Wasim Siddiqui.* Plum 297-331.