

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Sociedad Colombiana
de la Ciencia del Suelo

DOI 10.47864/SE(53)2023p12-17 169

FERTILIZACIÓN DE BASE ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE ZARZAMORA (*Rubus fruticosus* L.): EFECTO EN VARIABLES DE RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO

Víctor Manuel Montoya-Jasso¹✉, Jesús Manuel Arreola-Tostado², Ximena Castillo-Valdez¹, Jesús Manuel Arreola-Nava² y Aurelio Báez-Pérez³

¹Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco Km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. 56230.

✉ montoya.victor@colpos.mx
² Consultor agrícola privado. Apaseo el Grande 114. Colonia Guanajuato, Celaya, Guanajuato, México. 38010.
³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pesqueras. Carretera Celaya-San Miguel de Allende Km 6.5. Celaya, Guanajuato, México. 38010.

PALABRAS CLAVES:

biofertilizante, nutrición vegetal, antocianinas, microorganismos del suelo

RESUMEN

En los últimos años, la producción de zarzamora ha cobrado tal relevancia a nivel nacional lo que se ha visto reflejado en la generación de criterios específicos para su establecimiento, producción y exportación a mercados internacionales, además de esquemas de sanidad vegetal para demostrar la inocuidad del producto al emplear insumos, incluidos aquellos que apoyan la nutrición vegetal. El objetivo fue evaluar la factibilidad de la producción de zarzamora empleando un biofertilizante orgánico a base de mosto de caña de azúcar. El experimento se realizó en un sistema de producción en macro túnel ubicado en Santiago Maravatio, Guanajuato, México, se evaluaron cinco tratamientos de fertilización bajo un diseño experimental de bloques al azar. Se midió el efecto en rendimiento, adicionalmente, la calidad de fruto obtenido en cada tratamiento. Los tratamientos de fertilización orgánica presentaron un efecto positivo en rendimiento y calidad de fruto, en comparación con la fertilización química, éstos tratamientos superaron en 21% el rendimiento y, en un 90%, la producción de frutos de mayor contenido de antocianinas, proteína y vitamina C en fruto. El empleo de biofertilizante orgánico a base de mosto de caña de azúcar contribuye al aumento del rendimiento, así como la potencialización en los contenidos de compuestos fenólicos y organolépticos en el fruto de zarzamora.

ORGANIC-BASED FERTILIZATION IN BLACKBERRY (*Rubus fruticosus* L.) PRODUCTION: EFFECT ON YIELD VARIABLES AND FRUIT QUALITY

KEY WORDS:

biofertilizer, vegetal nutrition, anthocyanins, soil microorganisms

ABSTRACT

In recent years, blackberry production has gained national significance, reflected in the establishment of specific criteria for its cultivation, production, and export to international markets. Additionally, there are plant health schemes to demonstrate the safety of the product when using inputs, including those supporting plant nutrition. The aim of this researcher was to assess the feasibility of blackberry production using an organic biofertilizer based on sugarcane molasses. The experiment was conducted in a high tunnel production system located in Santiago Maravatio, Guanajuato, Mexico, evaluating five fertilization treatments under a randomized block design. The impact on yield and the quality of fruit obtained in each treatment was measured. Organic fertilization treatments showed a positive effect on yield and fruit quality compared to chemical fertilization. These treatments exceeded yield by 21%, and fruit production with higher anthocyanin, protein, and vitamin C content increased by 90%. The use of organic biofertilizer based on sugarcane molasses contributes to increased yield and enhances the phenolic and organoleptic compound contents in blackberry fruit

Rec : 07/09/2022

Acep : 01/12/2023

INTRODUCCIÓN

La producción de zarzamora en México ha cobrado relevancia, siendo el principal exportador de zarzamoras frescas de contratemperada (Meza et al., 2013). La producción de zarzamora en México está distribuida en los estados de Jalisco, Colima y Michoacán destacando éste último con una producción de más de 100 mil toneladas anuales (Zamora-Torres et al., 2023). Esta especie tiene un rendimiento promedio de 18.7 t ha⁻¹, llegando a rendimientos superiores a las 20 t ha⁻¹ en sistemas de producción protegida, además de la rentabilidad y las posibilidades de exportación, el interés generado hacia el consumo de alimentos con propiedades nutraceuticas (Martínez-Camacho et al., 2022), propias de las berries, ha sido un factor importante para el rápido crecimiento de la producción y comercialización a nivel (Zamora-Torres et al., 2023).

La producción de zarzamora con calidad de exportación debe cumplir las especificaciones dictadas por los mercados internacionales, sin embargo, el fruto de zarzamora presenta sensibilidad al efecto de reversión que se manifiesta como alteraciones de la coloración en su etapa de madurez al ser cosechadas (Edgley et al., 2019); es por ello que debe manejarse con sumo cuidado durante su crecimiento con apoyo de insumos y posterior a su cosecha para asegurar la conservación de sus características organolépticas, además de la sanidad requiere demostrar la inocuidad del producto (Kim et al., 2019).

De acuerdo con Wiens y Reynolds (2008), un biofertilizante orgánico puede derivarse de residuos de origen animal y vegetal, de los cuales las plantas obtienen nutrientes además de ofrecer mejoras al suelo mediante la humificación de la materia orgánica y el aumento de la actividad microbiana (Esquivel-Paz et al., 2016). Es sumamente conocido que el empleo de fertilizantes sintéticos en la agricultura incrementa el rendimiento y, en algunos casos, la rentabilidad de los cultivos, su uso constante altera el crecimiento y desarrollo de la biomasa microbiana produciendo graves daños en los ecosistemas (Laila et al., 2013). Por ello, el objetivo de ensayo fue evaluar la factibilidad de emplear el mosto de caña de azúcar como biofertilizante orgánico en la producción y composición organoléptica de frutos de zarzamora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en el municipio de Santiago Maravatío, Guanajuato, México (20°11'58.07" LN y 100°58'13.90" LO) en un sistema de producción de zarzamora bajo macro túnel. Se estableció la variedad Tupy y se evaluaron cinco tratamientos de fertilización (Tabla 1): un tratamiento absoluto sin fertilización, el tratamiento químico regional (300-75-150 kg ha⁻¹ de N-P-K) y tres dosis crecientes de biofertilizante orgánico. El biofertilizante orgánico a base de mosto de caña de azúcar presentó las características que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 1. Tratamientos de fertilización evaluados en el cultivo de zarzamora.

Tratamientos	Descripción	Clave	Dosis (m ³ ha ⁻¹)
1	Testigo absoluto	TA	--
2	Testigo químico regional	TQ	--
3	Biofertilizante orgánico	BO1	0.25
4	Biofertilizante orgánico	BO2	0.50
5	Biofertilizante orgánico	BO3	0.75

Tabla 2. Composición del biofertilizante orgánico a base de mosto de caña de azúcar.

Variable	Valor	Unidad
pH	6.66	---
Densidad aparente	1.22	Mg m ⁻³
Nitrógeno total	1.03	
Fósforo	0.65	%
Potasio	6.92	
Calcio	10 200	
Magnesio	7 840	mg kg ⁻¹
Materia orgánica	34.05	
Materia seca	48.10	
Cenizas	19.50	%
Humedad	37.00	

Las descripciones de los parámetros medidos se describen en la Tabla 3:

Tabla 3. Variables medidas y metodologías aplicadas para la caracterización del cultivo de zarzamora.

Variables	Unidad	Metodología
Altura	m	Se empleó una cinta métrica flexible para tomar el dato desde la base del suelo hasta la punta del tallo principal.
Biomasa aérea seca	t ha ⁻¹	Una vez terminada la cosecha de fruto, se recolectó la parte aérea de la planta y se secó en una estufa a una temperatura constante de 65 °C durante cuatro días. Al terminar el periodo, el peso se obtuvo mediante una balanza analítica.
Rendimiento total	kg m ⁻²	Al momento de cada corte, se tomó el peso y se realizó una sumatoria para conocer la producción acumulada de fruto en función de la superficie. Se preparó una disolución patrón de ácido gálico de 100 mg L ⁻¹ . Posteriormente, se colocaron 5 mL de zumo de zarzamora en tubos y se agregó metanol en relación 1:2, se añadió NaF 2mM y se homogeneizó con apoyo de un vortex, se centrifugó a 10 000 rpm durante 15 minutos a una temperatura constante de 10 °C y se recuperó el sobrenadante. Para determinar el contenido de fenoles se tomaron 250 µL de la solución patrón de ácido gálico y del sobrenadante de la muestra y se colocaron en matraces de 25 cc de volumen, se añadieron 15 mL de agua destilada y 1.25 mL de reactivo Folin-Ciocalteu, se homogeneizó el contenido de los matraces y se dejó reposar en la oscuridad por ocho minutos. Pasado el tiempo, se colocaron 3.75 mL de disolución de carbonato sódico al 7.5% y se aforó a 25 mL con agua destilada. Se homogeneizó el contenido de los matraces y se dejó reposar en la oscuridad por dos horas. La lectura final se realizó en un espectrofotómetro de UV-visible a una absorbancia de 765 nm (Tomás-Barberán <i>et al.</i> , 2001).
Fenoles totales	mg EAG 100 g ⁻¹	Se inyectaron 20 µL de muestra a temperatura ambiente en un equipo SHIMADZU SPD-10AV, la absorbancia fue media a 520 nm en dos fases móviles: disolvente A con acetonitrilo y disolvente B con ácido fosfórico al 4% (Martínez-Cruz <i>et al.</i> , 2011).
Antocianinas	mg 100 g ⁻¹	Las muestras se digestaron con proteasas y amiloglucosidasa para remover proteínas y almidón, posteriormente se adicionó etanol para precipitar la fibra, el residuo se filtró y lavó con etanol y acetona. En un duplicado se analizó el contenido de proteínas y otro se calcina a 450 °C para obtener las cenizas. El total de la fibra se obtuvo por la diferencia del peso del residuo menos el contenido de proteínas, cenizas y el blanco (AOAC, 1995).
Fibra	% base seca	
Proteínas	% base seca	
Vitamina C	mg 100 g ⁻¹	Se utilizaron 5 mL de zumo de zarzamora a los que se añadieron 50 mL de ácido oxálico 0.5 g 100 mL ⁻¹ , para la titulación del ácido ascórbico se empleó el indicador 2,6-diclobencenoindofenol (Luzia-Couto y Canniatti-Brazacall, 2010).
Azúcares totales	°Brix	Se empleó un refractómetro digital y el zumo de zarzamora en cinco muestras por tratamiento para obtener el dato medio de contenido de azúcares.

El suelo donde se estableció el ensayo se muestreó a una profundidad de 0 a 30 cm, presentó una clasificación textural arcillosa, se identificó como un vertisol y presentó los siguientes valores en su caracterización química y física (Tabla 4):

Tabla 4. Caracterización química y física del suelo del sitio experimental.

Arena	Limo (%)	Arcilla	Densidad aparente (Mg m ⁻³)	pH	Materia orgánica (%)	N	P	K (mg kg ⁻¹)	Ca	Mg
24	35	41	1.29	6.5	3.08	22.41	24.32	581.55	5739	1556

Las variables se analizaron mediante un diseño de bloques al azar utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para el análisis de separación de medias. Los análisis

estadísticos se realizaron con apoyo del software estadístico SAS[®] en su versión 9.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de rendimiento

A los 180 días después de la poda formativa de rebrote, no hubo diferencias estadísticas significativas en la altura de la planta por efecto de los tratamientos (Tabla 5). Muratalla et al., (2013) reportan mejoras en la calidad del fruto cuando las plantas se podan a una altura promedio de 1.80 m, sin embargo, las plantas

tuvieron una altura superior por tratarse de una variedad de crecimiento semi-erecto que contaba con apoyo de espalderas para evitar su doblamiento y facilitar la cosecha. Dado que no hubo limitación en el aporte de humedad al suelo se propició un ambiente adecuado para favorecer el crecimiento y desarrollo radical, siendo un factor determinante para contar con plantas de mayor vigor y porte (Corral et al., 2008).

Tabla 5. Variables de rendimiento definidas en el cultivo de zarzamora.

Tratamientos	Altura total (m)	Biomasa aérea seca (t ha ⁻¹)	Rendimiento acumulado (kg m ⁻²)
TA	1.69 a	5.92 c	2.34 c
TQ	1.78 a	9.97 b	5.75 b
BO1	1.90 a	10.28 b	5.84 b
BO2	2.09 a	11.30 a	7.31 a
BO3	2.00 a	10.69 a	7.18 a
DMS (≤ 0.05)	0.72	0.84	0.52
CV (%)	19.73	4.50	4.75

Dónde: DMS: diferencia mínima significativa y CV: coeficiente de variación. Valores con literales

diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.

Se presentaron diferencias estadísticas significativas en la producción de biomasa aérea seca (Tabla 5) siendo el TA quien menor producción de biomasa seca produjo (5.92 t ha⁻¹), contrastando el BO2 que obtuvo una producción de 11.30 t ha⁻¹. Derivado de las podas de manejo durante el ciclo de crecimiento, en el cultivo de zarzamora se presentan translocaciones de compuestos nitrogenados y almidones hacia la reserva nutrimental en tallos (Martínez et al., 2017), lo anterior, en conjunto con la suficiencia nutrimental de los tratamientos bajo BO2 y BO3, ocasionó una mayor producción de biomasa en parte aérea.

La producción de zarzamora mostró diferencias significativas por efecto de los tratamientos (Tabla 5). El máximo rendimiento se obtuvo en los tratamientos BO2 y BO3, donde se obtuvieron más 7 kg m⁻² de fruto de zarzamora, lo cual fue 21% superior a la producción reportada en el TQ lo que significa un aumento de 1.49 kg m⁻² de mayor rendimiento de fruto fresco de

zarzamora debido a la reducción de los déficits nutrimentales (Valdivia y Rodríguez, 2014).

Variables de calidad organoléptica

El contenido de fenoles totales presentó diferencias significativas por efecto de los tratamientos y fue particularmente elevado en las muestras de zarzamora de este experimento. Si se compara el nivel aquí reportado de estos compuestos (Tabla 6), se puede ver que es hasta de tres veces mayor a lo reportado en otros estudios (341-499 mg 100g⁻¹) (Hassimotto et al., 2008). Estas diferencias con respecto a lo reportado en la literatura, puede deberse al binomio genotipo-medio ambiente; pues por un lado está el efecto de los genotipos utilizados, ya que su diversidad es considerable, asimismo dichas diferencias pueden deberse a las condiciones de suelo o factores agroclimáticos propios de cada región de producción (Muratalla et al., 2013).

Tabla 6. Composición organoléptica de los frutos de zarzamora.

Tratamientos	Fenoles (mg EAG 100 g ⁻¹)	Antocianinas (mg 100 g ⁻¹)	Proteínas (% base seca)	Fibra	Vitamina C (mg 100 g ⁻¹)	Azúcares totales (°Brix)
TA	1318.04 b	241.24 b	1.08 c	4.76b	12.54 c	3.40 b
TQ	1470.93 a	284.65 a	1.57 b	4.94b	13.77 b	4.42 a
BO1	1546.11 a	274.78 a	1.62 b	5.92a	14.87 a	4.16 a
BO2	1473.42 a	295.93 a	1.98 a	6.26a	15.31 a	5.46 a
BO3	1505.29 a	286.74 a	1.79 a	6.28a	14.70 a	4.84 a
DMS (≤ 0.05)	185.11	24.63	0.34	0.64	1.18	1.32
CV (%)	6.53	4.59	11.17	5.86	4.29	16.11

Dónde: DMS: diferencia mínima significativa y CV: coeficiente de variación. Valores con literales

Por otro lado, se encontraron diferencias significativas en el contenido de antocianinas, se ha reportado un contenido de antocianinas en zarzamora entre 116 y 194 mg 100 g⁻¹ (Hassimotto et al., 2008) y de 70.3 a 201 mg 100 g⁻¹ (Fan-Chiang y Wrolstar, 2005). Los resultados observados muestran que la zarzamora presenta un rango en estos compuestos de entre 241 mg 100 g⁻¹ y 296 mg 100 g⁻¹; correspondiendo el valor más alto al tratamiento BO2, con 296 mg 100 g⁻¹ (Tabla 6). La USDA (2017) ha reportado que la zarzamora contiene 1.39% de proteína y 5.3% de fibra; mientras que Hassimotto et al., (2008) reporta un contenido de entre 6.19% y 9.32 para °Brix. En éste sentido, el contenido de proteína de los frutos de zarzamora cosechados en los tratamientos TQ, BO1, BO2 y BO3 son ligeramente superiores (1.57, 1.62, 1.98 y 1.79%) al reportado por el USDA (2017). Los frutos de zarzamora analizados muestran que el contenido de fibra de los frutos de los tratamientos BO1, BO2 y BO3 son superiores a los reportado por el USDA (2017) en una media de 14%. En comparativa, el contenido de fibra de los tratamientos BO2 y BO3 fue muy similar a lo reportado por Hassimotto et al., (2008). Referente a los °Brix, no se encontraron diferencias significativas y el contenido de todos los tratamientos se presentó por debajo de los valores requeridos en zarzamora, sin embargo, es importante destacar que los °Brix no es un criterio definitorio para su comercialización por lo que su importancia es relativa en este aspecto.

En lo referente al contenido de vitamina C se encontraron diferencias significativas y se han reportado contenidos de 21 mg 100 g⁻¹ para la zarzamora (USDA, 2017). Como se puede ver en la Tabla 6, el contenido de vitamina C en las muestras analizadas es, en promedio, 42% menor a lo reportado. Sin embargo, en diferentes variedades de zarzamora de Brasil se observaron contenidos entre 9.9 y 21.0 mg 100 g⁻¹ de vitamina C (Martínez-Cruz et al., 2011). Algunas variedades de zarzamora reportada por Hassimotto et al., (2008) presentaron contenidos similares de vitamina C al compararse con las muestras analizadas: la variedad Tupy presentó 14.0 mg 100 g⁻¹ y, la variedad/línea Seleccion 97, 15.6 mg 100 g⁻¹. Los mejores tratamientos que confirieron mayor contenido de vitamina C fueron BO2 y BO3 con valores de 13.72 y 13.64 mg 100 g⁻¹, respectivamente.

CONCLUSIONES

El manejo nutricional del cultivo de zarzamora con el biofertilizante orgánico a base de mosto de caña de azúcar permite incrementar el rendimiento de fruto y su calidad organoléptica, indicando una ventaja comparativa en la producción de berries, así como una estrategia para incrementar el rango de vida de anaquel

diferentes en la misma columna son significativamente diferentes.

del fruto en casos donde sea comercializada a zonas lejanas y/o al extranjero contribuyendo considerablemente a la generación de rentabilidad del sistema de producción agrícola.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa SAFMEX S.A. de C.V. del Grupo Lesaffre por el financiamiento para diseñar, ejecutar y dar seguimiento al experimento en sus diversas etapas. Al señor Norberto Ríos Cerda, productor de zarzamora en el municipio de Santiago Maravatio, Guanajuato. México por facilitar el predio, así como la infraestructura material y humana para culminar con éxito este experimento. Al Lic. Guillermo Rendón Santana por su apoyo en los trabajos de campo, aplicación de tratamientos y toma de datos.

REFERENCIAS

AOAC (1995). *Methods of Analysis of AOAC International*. 16th edition. Association of Official Analytical Chemists. Volumen II.

CORRAL A.R.D., YAHIA E.M., CARRILLO L.A. AND GONZÁLEZ A.G. (2008). Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. *J. Agric Food Chem.* 56(22):10498–10504.
<https://doi.org/10.1021/jf801983r>

EDGLEY M., CLOSE D., MEASHAM P. AND NICHOLS D. (2019). Physiochemistry of blackberries (*Rubus* l. subgenus *Rubus watson*) affected by red drupelet reversion. *Postharvest Biology and Technology*. 153. 183-190.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.04.012>

ESQUIVEL-PAZ G., GUDIÑO-CÉSAR E., ROJAS-MURILLO J.P. Y RAMÍREZ-MANDUJANO C.A. (2016). Evaluación de fertilizantes foliares orgánicos e inorgánicos en zarzamora (*Rubus* sp.) cv. “Tupy”. *Ciencia Nicolaita*. 67. 25-36.

FAN-CHIANG H.J. AND WROLSTAR R.E. (2005). Anthocyanin Pigment Composition of Blackberries. *J. Food Sci.* 70(3):C198-C202.
<https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2005.TB07125.X>

HASSIMOTTO N.M.A., DA-MOTA R.V., CORDENUNSI B.R. AND LOJOLO F.M. (2008). Physicochemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. *Cien. Tecnol. Aliment. Campinas* 28(3):702-

708. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300029>
KIM M.J., LEE M.Y., SHON, J.C., KWOM Y.S., LIU K.H., LEE C.H. AND KU K.M. (2019). Untargeted and targeted metabolomics analyses of blackberries understanding postharvest red drupelet disorder. *Food Chemistry*. 300. 125169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125169>.
- LAILA F., HAGAGG M.F.M., SHAHIN M.A., MAHDY H.A. AND EMAN S. EL-HADY. (2013). Effect of spraying humic acid during fruit set stage on fruit quality and quantity of Picual olive trees grown under Sinai condition. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(3): 1484-1489.
- LUZIA-CUOTO M.A. Y CANNIATTI-BRAZACALL S.G. (2010). Cuantificación de vitamina C y capacidad antioxidante de variedades de cítricos. *Food Science Technology*. 30(1). 15-19 <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500003>
- MARTÍNEZ-CAMACHO J.E., MELO-SABOGAL D.V., CARBAJAL-VALENZUELA I.A. Y TORRES-PACHECO I. (2022). Efecto de tratamientos precosecha en la reversión y contenido de antocianinas del fruto de zarzamora (*Rubus sp.*). *Perspectivas de la Ciencias y la Tecnología*. 5(9). 11-18.
- MARTÍNEZ-CRUZ N.S., ARÉVALO-NIÑO K., VERDE-STAR M.J., RIVAS-MORALES C., ORANDAY-CÁRDENAS A., NÚÑEZ-GONZÁLEZ A. Y MORALES-RUBIO M.E. (2011). Antocianinas y actividad antirradicales libres de *Rubus adenotrichus* Schltdl (zarzamora). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 42(4). 66-71.
- MARTÍNEZ, J., HERNÁNDEZ J. Y ARIAS A. (2017). Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de arroz (*Oryza sativa* L.) blanco e integral. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 25(41): 15-30.
- MEZA M.A., ROMO F.M.G., DUARTE O.V.R. Y NAVARRO A.R. (2013). La zarzamora (*Rubus sp.*), cultivo alternativo para el estado de sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios* 33-600-613.
- MURATALLA-LÚA A., JAEN-CONTRERAS D. Y ARÉVALO-GALARZA L. (2013). La producción de frambuesa y zarzamora en México. *Agroproductividad*. 6(5). 3-12.
- TOMÁS-BARBERÁN F.A., GIL M.I., PAEDAR-CREMIN A.L., WATERHOUSE B., HESS-PIERCE L. AND KADER. A. (2001). "HPLC-DAD-ESIMS Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines, Peaches, and Plums". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 49. 4748-4760. <https://doi.org/10.1021/jf0104681>
- USDA. 2017. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Food Composition Database. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>
- VALDIVIA R.G. Y RODRÍGUEZ G.R. (2014). Evaluación de un compresor de horas frío en plantas de zarzamora (*Rubus spp.*) var. Tupy, para estimular la brotación. *Innovación Agrícola*, 19-24.
- WIENS G. AND REYNOLDS A.G. (2008). Efficacy Testing of Organic Nutritional Products for Ontario Canada Vineyards. *International Journal of Fruit Science*, Vol. 8(1-2): 125-145. <https://doi.org/10.1080/15538360802368040>
- ZAMORA-TORRES A.I., BÁEZ-FIGUEROA I. Y MARÍN-LEYVA R.A. (2023). La producción de la zarzamora en México: un análisis de rentabilidad y ventaja comparativa. *Revista Inquietud Empresarial*, 23(1). 01-16. <https://doi.org/10.19053/01211048.15333>