





Efecto del clima templado de altura en la producción y calidad de mandarina (*Citrus reticulata* L.)

Jaén-Contreras, David¹; García-Osorio, Cecilia²; Becerril-Román, A. Enrique²; Escamilla-García, José Luis³

^{1,2} Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Montecillo, Texcoco, México. C.P. 56264.

³ Escuela de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mariano Jiménez s/n colonia el Varillero, Apatzingán. CP 60660, Michoacán México.

* Autor de correspondencia: djaen@colpos.mx

Problema

El cambio climático ha afectado a la industria hortícola, la sequía, incremento de temperatura, ataque de plagas y enfermedades, aborto de flores y caída de fruto, son algunas consecuencias de esta, afectado la productividad y ocasionando el abandono gradual de las plantaciones. Por ello, la crisis climática plantea serios desafíos para la citricultura y la adaptación a sus impactos, por lo que es necesario buscar alternativas para mitigar sus efectos. A fin de controlar los factores ambientales adversos que afectan la producción, se propone la producción de frutales bajo invernadero en zonas climáticamente diferentes, por ejemplo, la producción de frutales tropicales o subtropicales en zonas de clima templado. Por lo que el objetivo de este trabajo fue la producción de árboles de mandarinas var. Reyna bajo cubierta plástica en el valle de México.

El mandarino (*Citrus reticulata* L.) es una especie frutal que requiere precipitaciones de 1200 mm, temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos, es muy sensible al viento, sufriendo pérdidas de frutos en precosecha por rozadura. Prefiere suelos arenosos o franco arenosos profundos, con pH entre 6 y 7. No tolera la salinidad, aunque la utilización de patrones permite superar este problema. La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta, por ejemplo, en regiones donde la humedad relativa es alta, los frutos tienen cáscara delgada y suave y mayor cantidad de jugo.

Solución planteada

Las plantas de mandarina de un año de edad fueron adquiridas en el Vivero Citrícola de Veracruz en enero de 2019 y fueron transportadas a un invernadero del Colegio de

Cómo citar: Jaén-Contreras, D., García-Osorio, C., Becerril-Román, A. E., & Escamilla-García, J. L. (2023). Efecto del clima templado de altura en la producción y calidad de mandarina (*Citrus reticulata* L.). *Agro-Divulgación*, 3(4). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i4.225>

Editores académicos: Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iñiguez.

Publicado en línea: Octubre 2023.

Agro-Divulgación, 3(4), Julio-Agosto. 2023. pp: 33-36.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



Postgraduados de Montecillo, Texcoco, Edo. de México, ubicado a 2250 msnm, 19° 29' Lat. N, 98° 54' Long O. La región tiene un clima templado (de altura), el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano, con una temperatura anual de 15.3 °C y una precipitación aproximada de 572.25 mm anuales (García, 1988). La condición al interior del invernadero fue de 28.3 °C y 61% HR en el mes de junio de 2021, y en 2022 se fue de 31.4 °C con 65.7% HR en el mismo mes, sin embargo, en junio de 2023 se registró un incremento sustancial con 34.7 °C y 69.2% HR. Las plantas se trasladaron a macetas de 20 kg y se dividieron en dos lotes, un lote con fertilización química de 12-12-17 kg/ha (NPK) y otro lote con aplicación de biofertilizante (micorríza *Funneliformis mosseae*) (Figura 1). Durante tres años se realizó la evaluación de las plantas, y se observaron cambios en las fechas de floración por efecto de temperatura, humedad relativa y manejo de las plantas de acuerdo a la fertilización química y/o con biofertilizante. Por ejemplo, en 2021 en las plantas con fertilización química se observó el inicio de la floración en junio, pero en 2022 y en 2023 la floración inició en febrero y en abril respectivamente. También se observó que el desarrollo y el tamaño del fruto aumentó conforme aumentó la edad de la planta.

Los árboles de mandarina presentaron un desarrollo normal en su crecimiento, floración y tamaño de fruto en 2021, pero en 2022 se incrementó el vigor de los árboles por efecto de la fertilización química, pero en 2023 el vigor de los árboles con biofertilizante fue similar al de la fertilización química, obligando a podar los brotes apicales en abril y julio. El desarrollo del fruto, bajo estas condiciones de clima se logró en diez meses, considerando que, en 2021, 2022 y 2023 el inicio de la floración comenzó en junio, febrero y abril respectivamente, por lo que la cosecha se obtuvo en marzo de 2021, noviembre de 2022 y enero de 2023 respectivamente. Con respecto a la producción por árbol en el año 2021 se cosecharon 4 kg de fruto por árbol tratados con fertilización química y 2 kg por árbol tratados con biofertilizante. En 2022 se incrementó la producción a 7 kg por árbol con fertilización química, pero con biofertilizante la producción fue de 5.5 de fruto por



Figura 1. Establecimiento de plantas de mandarina var. Reyna bajo condiciones de invernadero en clima templado.

árbol. En 2023 la cosecha por árbol en el tratamiento con fertilización química fue de 12.5 kg, por 8.0 kg por árbol con biofertilizante. Con base a lo anterior, se concluye que la producción de mandarina bajo invernadero en un clima templado y altura de 2250 m, es posible, sin embargo es importante destacar que el peso del fruto obtenido en este trabajo fue más pequeño (70-80 g/fruto) que los frutos de clima subtropical (120-130 g/fruto). Otro reto a superar es incrementar la humedad relativa dentro del invernadero, ya que los frutos presentaron cáscaras gruesas lo que limita de alguna manera la calidad del fruto, ya que se ha observado que en regiones donde la humedad relativa es alta, los frutos tienden a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad (Figura 2).

La evaluación de la calidad de los frutos de mandarina se realizó en 2023. Se observó que ambos tipos de fertilización tuvieron un efecto similar en la calidad de los frutos; pero con relación a la calidad de frutos de las Referencias, los frutos de este trabajo tuvieron menor contenido de jugo y vitamina C; los frutos provenientes de plantas con biofertilizante destaca el contenido de sacarosa del jugo. También es significativo que estos frutos tuvieron mayor contenido de flavonoides y fenoles, seguramente debido a las condiciones de desarrollo del fruto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evaluación de la calidad de jugo de mandarinas var. Reyna cultivados en invernadero en Montecillo, Texcoco), y cosechadas en enero 2023.

Variable	Fertilización N12-P12-K17	Biofertilización (<i>Funneliformis mosseae</i>)	Referencia *
Peso (g)	108.87	107.03	112.77
Jugo (%)	33.5	35.3	40.6
SST (°Brix)	13.2	12.8	11.82
Acidez (%)	1.0	0.9	1.38
SST/acidez	13.2	14.2	7.0-9.1
Vitamina C (mg/100 mL)	7.71	7.28	27.3
Fenoles (mg/100 mL)	69.0	59.1	103.9
Flavonoides (mg/100 mL)	17.11	19.33	20.0
Carotenoides ($\mu\text{g } \beta\text{-caroteno/}$ 100 mL)	332.6	313.48	213.0
Índice color	8.2	7.7	6.9
Azúcares totales (%)	11.18	12.72	11.6
Fructosa	2.74	2.33	3.7
Glucosa	2.79	2.23	3.0
Sacarosa	5.65	8.15	4.9

*Referencias: Balanguera y Palacios, 2018; Bello *et al.*, 2014, Yara, 2023; Dias *et al.*, 2017; Peterson *et al.*, 2006.



Figura 2. Vista de árboles de mandarina var. Reyna con fruto.

INNOVACIONES, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Producción de frutos de clima subtropical y tropical bajo invernadero en clima templado.	Estudiantes de Posgrado mediante cursos y asesorías.	Primario: Agricultura Cuaternario: Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (<i>I+D+i</i>)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental Salud Pública	Competitividad Capacitación	Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico