

Comportamiento de la floración y cuajado de la Mandarina (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott ante diferentes periodos de estrés hídrico

Flowering and fruit set behavior of mandarin (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott under different periods of water stress

Mabel Cruz Palma Oyola
Instituto de Educación Superior Público Huando
mpalma@isthuando.edu.pe
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7837-1739>

Mileny Liliana Paredes Chávez
Instituto de Educación Superior Público Huando
mlparedes@isthuandovirtual.edu.pe
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4452-6629>

Recibido 03/03/2025

Aceptado: 22/04/2025

Publicado: 05/05/2025

Resumen

El incremento de las temperaturas en los años 2022 y 2023 en la costa peruana alteró las fases fenológicas de los cítricos, la ausencia de temperaturas bajas necesarias para la inducción floral impactaron negativamente en la floración y producción de frutos. Esta investigación se realizó en el año 2022 y se evaluó el comportamiento de la floración y cuajado de la mandarina (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott de 5 años de edad con patrón Citrumelo cultivada bajo riego por goteo en la Irrigación Santa Rosa, Región Lima. Se utilizó el Diseño Completo al Azar con 3 repeticiones y 3 tratamientos que comprendían los periodos de estrés hídrico: T1: 09 días; T2: 17 días y Testigo: riego constante; se cuantificó los parámetros: botones florales, flores abiertas y frutos cuajados. Según los resultados; T2 obtuvo una diferencia significativa en cuanto al número de botones florales, flores abiertas y de frutos cuajados obteniéndose un total de 714 frutos, cifra muy superior al T1 con 69 frutos y T0 con 3.14 frutos. Con estos datos se proyectó un rendimiento estimado de 45 toneladas de fruto con el tratamiento de 17 días, con respecto al tratamiento de 09 días, se obtuvo 4 toneladas y el testigo presentó casi nula producción. Se concluye que el tratamiento T2 presenta mejores resultados en todas las evaluaciones de los parámetros estudiados y que mientras mayor sea el número de días de estrés mayor será la intensidad de floración y cuajado de frutos proyectándose a una mejor producción y rentabilidad.

Palabras clave: Botón floral, Citrumelo, inducción floral, flor abierta, patrón.

Abstract

Rising temperatures in 2022 and 2023 on the Peruvian coast altered the phenological phases of citrus fruits. The absence of the low temperatures necessary for floral induction negatively impacted flowering and fruit production. This research was conducted in 2022 and evaluated the flowering and fruit set behavior of 5-year-old mandarin (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott with Citrumelo rootstock grown under drip irrigation at the Santa Rosa Irrigation System, Lima Region. A Completely Randomized Design was used with 3 replicates and 3 treatments comprising water stress periods: T1: 9 days; T2: 17 days; and Control: constant irrigation. The following parameters were quantified: flower buds, open flowers, and set fruit. Based on the results: T2 showed a significant difference in the number of flower buds, open flowers, and set fruit, yielding a total of 714 fruits, much higher than T1 with 69 fruits and T0 with 3.14 fruits. Based on these data, an estimated yield of 45 tons of fruit was projected with the 17-day treatment. Compared to the 9-day treatment, which yielded 4 tons, the control yield was almost zero. It is concluded that the T2 treatment presents

better results in all the evaluations of the studied parameters and that the more days of stress, the greater the flowering and fruit set intensity, projecting better production and profitability.

Keywords: Floral induction, rootstock, citrumelo, flower bud, open flower.

1. Introducción

El cambio climático está causando efectos adversos en muchos grupos de la sociedad, entre ellos; el sector frutícola, algunas de las especies son mucho más sensibles a las altas temperaturas y presentan variaciones en su comportamiento fenológico; ya sea adelantando o retrasando sus fases de floración, cuajado y maduración de frutos.

Las distintas etapas que atraviesan las especies perennes están regidas por los factores climáticos, los mismos que regulan las etapas de floración y desarrollo de los frutos, así; una variación climática puede traer cambios en los sistemas naturales afectando sus fases fenológicas (Villers et al., 2009). Las principales zonas frutícolas están ubicadas en regiones donde las temperaturas bajas no ocasionan daños a las plantas, por el contrario, estimulan la inducción floral y posteriormente con el aumento de temperatura se produce la floración, el cuajado y crecimiento del fruto (Orduz y Fischer, 2007). Los frutales son especies muy sensibles a los cambios climáticos y requieren de condiciones ambientales adecuadas para iniciar su fase reproductiva y en el caso de los cítricos estos requieren de temperaturas bajas para promover la inducción floral.

Las características edafoclimáticas y geográficas de la costa central peruana son aptas para la producción de cítricos, no obstante; cuando el cultivo está sujeto a constantes cambios de clima se generan variaciones en su comportamiento fisiológico. La inducción floral en los cítricos depende de en gran medida de las temperaturas bajas nocturnas y si en esta etapa las condiciones se presentan desfavorables se genera una asincronía que da lugar a una disminución en los rendimientos por superficie sembrada. En el Perú las altas temperaturas de los años 2022 y 2023 afectaron la producción de cítricos; el otoño e invierno se presentaron muy calurosos y provocaron una escasa floración que redujo la producción a un 50% de años anteriores

(Bravo, 2024).

En este contexto, es necesario hacer frente a los desafíos climáticos utilizando técnicas que ayuden a solucionar este problema que afecta directamente a los productores citrícolas de nuestra región. El déficit hídrico es una herramienta muy utilizada en la inducción floral en los cultivos frutales, por ello, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del estrés hídrico en la respuesta de floración y cuajado de cítricos (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott. El estrés hídrico en particular juega un papel clave en zonas donde la temperatura no disminuye lo suficiente como para fomentar la inducción floral, en esta etapa de escasez de agua se alteran los procesos fisiológicos como la conductancia estomática cierre de estomas y absorción de nitrógeno, cambios en los niveles hormonales y regulación de la temperatura en los tejidos (Thammatha et al., 2021). En los cítricos el efecto del estrés hídrico se producen una serie de respuestas como el cierre de estomas que reduce la capacidad de transpiración de las plantas, restricción del intercambio de CO₂, desbalance hormonal y como consecuencia una disminución en el desarrollo de la planta, no obstante, esta técnica manejada en periodos no muy prolongados (2 meses) mejora la calidad de fruto en cítricos, mejor diámetro ecuatorial y un aumento de número de frutos por árbol. Aun cuando los cítricos son sensibles a la falta de agua, estos pueden reaccionar fisiológicamente de diferentes maneras generando como respuesta un mecanismo de formación de estructuras de reproducción sexual (Aparicio-Durán et al., 2021).

Un déficit hídrico moderado mejora el llenado de frutos y cuando estos llegan a la madurez aumentan los contenidos de sólidos solubles (Vélez et al., 2012). Para Morianou (2010) en los cítricos que se someten a estrés hídrico se produce un incremento del contenido de ácido abscísico, ácido jasmónico y ácido salicílico, mientras que el contenido de giberelinas disminuye

rápidamente en las hojas, aunque se recobra nuevamente al reanudar el riego

Al respecto Ontivero et al. (2022) menciona que el estrés hídrico sirve como desencadenante del proceso de floración en algunos frutales, pues las deficiencias temporarias de agua provocan mayor diferenciación floral debido a que se detiene el crecimiento vegetativo. Este fenómeno a menudo se asocia con la respuesta a las señales de estrés hídrico relacionados a cambios en el equilibrio hormonal como; elevados niveles de ácido abscísico y reducida cantidad de ácido giberélico, a los que se suma también la expresión de ciertos genes como respuesta al déficit de agua. Agustí (2003) afirma que cuando el estrés hídrico se prolonga puede generar floración, no obstante, puede venir demasiado débil como consecuencia del debilitamiento de la planta.

Comprender estos aspectos tiene gran importancia en el manejo de frutales especialmente cuando no se tiene temperaturas bajas nocturnas suficientes como para inducir a la formación de botones florales en ciertas épocas del año.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó entre setiembre del 2022 y enero del 2023 en la Irrigación Santa Rosa, Sayán, en el departamento de Lima a una altitud de 685 msnm, la temperatura durante el periodo de estrés fue de 11.5 – 15.5 °C de noche y 18.1-21.5 °C durante el día. Se evaluó 81 plantas de mandarina (*Citrus reticulata*) cv. W. Murcott de 5 años de edad todas injertadas sobre el patrón *Citrumelo*. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, método deductivo y tipo de investigación aplicada. Según Hernández et al. (2014) mencionan que “La investigación cuantitativa supone, debe ser objetivo, y en este surge un proceso deductivo en el que ponen a prueba ideas a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban hipótesis previamente formuladas” (p.128). En la tabla 1 se muestra los tres tratamientos correspondientes a los periodos de estrés, cada unidad experimental estuvo conformada por nueve árboles con tres repeticiones, haciendo un total de 9 unidades experimentales y 81 unidades de análisis utilizando el

Diseño Completo al Azar

Tabla 1

Tratamientos de la investigación

Tratamientos	Días de estrés hídrico	Número de Repeticiones
T1	09	3
T2	17	3
Testigo	Riego constante	3

Técnica y recolección de datos

Durante la investigación se realizó un monitoreo constante de las unidades experimentales sometidas a los tratamientos de estrés para evitar la defoliación de la planta, y desde el momento en que se suministró el agua de manera constante (50 litros/planta/día) hasta el inicio de la floración, transcurrió alrededor de 42 días, a partir de este momento se procedió a cuantificar el número de botones florales, flores abiertas y frutos cuajados en cada unidad experimental. Se llevó un registro de evaluaciones a través de la señalización de las ramas elegidas con cintas plásticas de color amarillo a fin de no confundir el registro de datos. Para cuantificar los parámetros evaluados se utilizó contómetros y los datos obtenidos fueron sometidos a prueba de normalidad de Shapiro Wilk con una significación de p valor > 0.05. Según estos datos paramétricos o no paramétricos se utilizó la prueba de Análisis de Variancia (ANOVA). Padilla (2008) menciona que el análisis de varianza no permite que el error tipo I (probabilidad de aceptar que las medias son diferentes entre sí, cuando no lo son) aumente al comparar grupos de tratamientos. Para determinar del efecto de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey, con una significación de α 0.05.

3. Resultados

3.1. Numero de botones florales

Terminado el periodo de estrés en los tratamientos T1 y T2 e inició del riego en los árboles se inició la cuantificación botones florales, la Tabla 2 muestra los resultados del periodo comprendido entre el 28 de noviembre del

2022 hasta el 30 de enero 2023 (64 días). Los datos muestran que las plantas que fueron sometidas a periodos de estrés hídrico y luego suministradas con agua de riego de manera regular iniciaron con la aparición de botones florales desde la primera semana de evaluación; siendo el tratamiento T2 (17 días) quien presento el mayor número y alcanzo un pico máximo entre la tercera y cuarta semana con 413.64 y 411 botones florales respectivamente, en las posteriores semanas estos valores fueron disminuyendo, no obstante, el T2 mostro una diferencia estadística significativa ($p \text{ value} \leq 0,05$), hasta la penúltima semana entre cada uno de los tratamientos. En la última evaluación no hubo diferencia, porque el periodo de emisión de botones de los tratamientos con estrés había pasado y en consecuencia los tratamientos sometidos a estrés se comportaron similar al Testigo que desde el inicio de las evaluaciones presento casi nula aparición de botones florales.

Tabla 2

Promedio de botones florales por planta como efecto del estrés hídrico en mandarina (Citrus reticulata) cv W. Murcott.

Fechas de evaluación	Tratamientos		
	Testigo	9 días estrés	17 días estrés
28 nov. 2022	0.50 a ^y	5.21 b	81.04 c
05 dic. 2022	0.29 a	10.39 b	54.36 c
12 dic. 2022	0.46 a	15.96 b	413.64 c
19 dic. 2022	0.07 a	12.57 b	411.54 c
26 dic. 2022	0.07 a	20.32 b	117.39 c
02 ene. 2023	0.18 a	10.11 b	113.29 c
09 ene. 2023	0.11 a	1.14 a	87.96 c
16 ene. 2023	0.01 a	1.75 b	76.36 c
23 ene. 2023	0.01 a	1.93 b	19.29 c
30 ene. 2023	0.01 a	1.21 a	0.54 a

Nota. ^yLetras diferentes entre tratamientos indica diferencia estadística significativa a $p \text{ valor} \leq 0,05$.

3.2 Número de flores por planta

En la tabla 3 se observa los datos de promedio de número de flores abiertas por planta según tratamientos. Del 28 de noviembre al 26 de diciembre el tratamiento T2 es estadísticamente superior al T1 y al T0, ya que presenta un promedio de 56.14 flores abiertas por planta en la sexta semana. En las siguientes fechas de evaluaciones se presentaron baja cantidad de flores, y una cantidad casi nula para el testigo. El tiempo de vida de flor abierta (antesis) fue relativamente corta, menor a 7 días, por los que los datos de flor abierta por planta son bajas y la evaluación fue después de este periodo, sin embargo; este dato debe sostenerse con la cantidad botones florales y frutos cuaja cuajados en cada uno de los tratamientos.

Tabla 3

Promedio del número de flores por planta como efecto del estrés hídrico en mandarina (Citrus reticulata) cv W. Murcott

Fechas de evaluación	Tratamientos		
	Testigo	9 días estrés	17 días estrés
28 nov. 2022	0.46 a ^y	0.43 a	55.64 b
05 dic. 2022	1.04 a	0.29 a	11.11 b
12 dic. 2022	0.32 a	1.21 a	5.21 b
19 dic. 2022	0.21 a	0.64 a	10.89 b
26 dic. 2022	0.00 a	1.00 a	56.14 b
02 ene. 2023	0.00 a	15.75 b	12.71 ab
09 ene. 2023	0.00 a	8.00 b	2.25 ab
16 ene. 2023	0.00 a	0.57 a	6.29 b
23 ene. 2023	0.00 a	10.93 b	0.21 a
30 ene. 2023	0.00 a	0.29 a	0.11 a

^yLetras diferentes entre tratamientos indica diferencia estadística significativa a $p \text{ valor} \leq 0,05$.

En la tabla 4 se presentan los resultados del promedio de flores cuajados por tratamientos mediante estrés hídrico, el tratamiento con mayor tiempo de estrés (17 días) presentó una mayor cantidad de flores cuajadas (244.21) en la quinta semana, lo que refleja que fue significativamente mejor que el testigo y el tratamiento con 9 días de estrés en los que se observa una mínima cantidad de flores cuajadas (33.07) en la octava semana. En el testigo la cantidad de botones florales, flores abiertas y frutos cuajados fue casi nula. Con estos tres parámetros de medición se determina que el estrés aplicado en la investigación tuvo efecto favorable para la inducción y determinación de la cantidad de flores en la mandarina (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott.

Tabla 4

Promedio de flores cuajados por planta como efecto del estrés hídrico en mandarina (Citrus reticulata) cv W. Murcott.

Fechas de evaluación	Tratamientos		
	Testigo	9 días estrés	17 días estrés
28 nov. 2022	0.25 a ^y	1.93 a	24.00 b
05 dic. 2022	0.01 a	0.82 a	105.14 b
12 dic. 2022	0.54 a	0.43 a	90.64 b
19 dic. 2022	0.29 a	0.89 a	24.11 b
26 dic. 2022	0.04 a	0.71 a	244.21 b
02 ene. 2023	0.29 a	12.14 b	153.93 c
09 ene. 2023	0.00 a	26.18 b	21.54 b
16 ene. 2023	0.29 a	33.07 b	40.46 b
23 ene. 2023	3.14 a	1.11 a	35.64 b

Nota. ^yLetras diferentes entre tratamientos indica diferencia estadística significativa a p valor $\leq 0,05$.

4. Discusión

La inducción floral en los cítricos depende de en gran medida de las temperaturas bajas nocturnas. el estrés hídrico en particular juega un papel clave en la inducción floral en zonas donde la temperatura no

disminuye, ya que en esta etapa de escasez de agua se alteran los procesos fisiológicos como la conductancia estomática cierre de estomas y absorción de nitrógeno (Thammatha et al., 2021). En esta investigación la cantidad de botones florales aumentó considerablemente en los tratamientos con estrés hídrico, esta respuesta puede atribuirse a la acumulación de reservas generadas por el estrés hídrico y concuerda con lo mencionado por Aparicio-Durán et al. (2021) quienes mencionan que; los cítricos son sensibles a la falta de agua y pueden reaccionar fisiológicamente de diferentes generando como respuesta un mecanismo de formación de estructuras de reproducción sexual.

En cuanto a la floración esta se halla influenciada por varios factores externos, como temperatura, humedad, nutrientes, sequía y otros internos bioquímicos y moleculares; en regiones tropicales donde no existe un marcado cambio de temperatura entre estaciones, el estrés hídrico juega un rol importante en la regulación de la inducción floral, Ontivero et al. (2022) menciona que el estrés hídrico sirve como desencadenante del proceso de floración en algunos frutales, pues las deficiencias temporarias de agua provocan mayor diferenciación floral debido a que se detiene el crecimiento vegetativo. Este fenómeno a menudo se asocia con la respuesta a las señales de estrés hídrico relacionados a cambios en el equilibrio hormonal como; elevados niveles de ácido abscísico y reducida cantidad de ácido giberélico, a los que se suma también la expresión de ciertos genes como respuesta al déficit de agua.

El estrés hídrico antes de la evocación floral puede ser favorable para la planta, pero cuando esta se presenta durante los periodos de floración y crecimiento de frutos pueden ser perjudiciales para el rendimiento de cosechas. Un déficit hídrico moderado mejora el llenado de frutos y cuando estos llegan a la madurez aumentan los contenidos de sólidos solubles (Vélez et al., 2012). Por otro lado, Agustí (2003) afirma que cuando el estrés hídrico se prolonga puede generar floración, no obstante, puede venir demasiado débil como consecuencia del debilitamiento de la planta.

5. Conclusiones

La aplicación del estrés hídrico en un periodo de 17 días promueva la formación de los botones florales, favorece la producción de flores y el cuajado de frutos en mandarina (*Citrus reticulata*) cv W. Murcott bajo condiciones de la Irrigación Santa Rosa, Sayán.

Los dos tratamientos con periodos de estrés hídrico; T1: 17 días y T2: 9 días no tuvieron ningún efecto sobre la defoliación de los árboles.

Un estrés hídrico moderado en el cultivar W. Murcott puede aplicarse como una herramienta para reemplazar la ausencia de horas frías sin afectar la producción.

Agradecimientos

Al Instituto de Educación Superior Público Huando.

Declaración de consentimiento informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio.

Conflictos de interés

No hay ningún conflicto de intereses que declarar.

Referencias

- Agustí, M. (2003). *Citricultura*, (2^{da} ed.). Ed. Mundi Prensa.
- Aparicio-Durán, L., Gmitter, F.G.J., Arjona-López, J.M., Calero-Velázquez, R., Hervalejo, Á. y Arenas-Arenas, F.J. (2021). Water-Stress Influences on Three New Promising HLB-Tolerant Citrus Rootstocks. *Horticulturae*, 7(1), 336. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100336>
- Bravo, M. (08 de abril 2024). *Análisis de la presente temporada de cítricos peruanos*. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2024/04/08/analisis-de-la-presente-temporada-de-citricos-peruanos/>

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación (6a ed.)*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Morianou, G., Ziogas, V., Kourgialas, N.N. y Karatzas, G.P. (2021). Effect of irrigation practices upon yield and fruit quality of four grapefruit (*Citrus paradisi* Mac.) cultivars. *Water Supply*, 21 (6), 2735–2747. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.113>
- Ontivero, M., Rivata, R., Delfino, P., Ramírez, F., Ortega, J., Mansilla, D. y Hiza, L. (2022). *Fruticultura. Principios fundamentales*. Universidad Nacional de Córdova (UNC), 402p. <https://core.ac.uk/reader/533895890>
- Orduz, J. y Fischer, G. (2007). Balance hídrico e influencia del estrés hídrico en la inducción y desarrollo floral de la mandarina ‘Arrayana’ en el piedemonte llanero de Colombia. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 255-263. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a07.pdf>
- Padilla, D. (2008). *Aplicación del diseño estadístico de experimentos a los ensayos realizados en la unidad de negocio propagación, el quinche*. [Tesis de grado, Escuela superior de Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/1304/1/226T0007.pdf>
- Thammatha, P., Lapjit, C., Tarinta, T., Techawongstien, S., y Techawongstien, S. (2021). The Responses of Physiological Characteristics and Flowering Related Gene to the Different Water Stress Levels of Red-Flesh Pummelo Cultivars (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Own-Rooted by Air Layering Propagation under Two Growing Conditions. *Horticulturae*, 7(12), 579. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7120579>
- Vélez, J. E., Álvarez-Herrera, J. G. y Alvarado-Sanabria,

O. H. (2012). El Estrés Hídrico en Cítricos (Citrus spp.): Una revisión. *Orinoquia*, 16(2), 32–39. <https://doi.org/10.22579/20112629.245>

Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C. y Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia*. 34(5), 322-329. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/01/322-VILLERS-8.pdf>