



Influencia de las variaciones meteorológicas sobre la floración de cultivares de aguacatero del grupo antillano

Influences of the meteorological variations on the avocado cultivars flowering of the Antillean group

^{ID}Mayda Betancourt Grandal¹, ^{ID}Tania Mulkay Vitón¹, ^{ID}Alba M. Peralta Martín¹,
^{ID}Adrián Paumier Jiménez¹, ^{ID}Alina Rivero Valencia², ^{ID}Miriam de la Caridad Núñez Vázquez^{3*}

¹Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Ave. 7ma No. 3005 entre 30 y 32, Miramar, Playa, La Habana. Cuba.

²Instituto de Meteorología, Carretera del Asilo s/n. Loma de Casablanca, Regla, La Habana, Cuba.

³Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA), km 3½ Carretera San José-Tapaste, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700.

RESUMEN: El estímulo inductor de la floración del aguacatero cultivado bajo clima tropical es un déficit hídrico de corta duración, capaz de detener el crecimiento vegetativo. El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de las condiciones meteorológicas sobre la expresión de la floración en tres cultivares de aguacatero del grupo antillano. Durante 2019 - 2023 en cultivares de estacionalidad de cosecha diferentes ‘Julio’ (temprano), ‘Govín’ (media) y ‘Catalina’ (tardía) injertados sobre cv. ‘Perrero’, de 10 años de edad, plantados a 6 m x 10 m sobre un suelo Ferralítico Rojo se realizaron observaciones fenológicas por la escala BBCH a 10 árboles seleccionados al azar con periodicidad quincenal. Se determinó el porcentaje del árbol florecido y las variaciones climáticas se evaluaron a través de variables meteorológicas: temperaturas máximas y mínimas, amplitud de temperaturas, acumulados y número de días con precipitaciones. Las relaciones entre la intensidad de floración y las variables meteorológicas se establecieron para dos meses antes de la fecha de muestreo a través del Análisis de Componentes Principales. El mayor porcentaje de floración ocurrió para ‘Julio’ en enero, 76 %; ‘Govín’ y ‘Catalina’ en marzo, 72 y 83 %, respectivamente. Las variaciones meteorológicas influyeron desde dos meses antes de la floración, explicándose alrededor del 70 % por la varianza acumulada de las dos primeras componentes. La asociación entre temperaturas ligeramente frías y un déficit hídrico durante el periodo poco lluvioso favorecieron la inducción de la floración del aguacatero.

Palabras clave: cambio climático, fenología, *Persea americana* Mill.

ABSTRACT: The flowering-inducing stimulus of avocado trees grown under a tropical climate is a short-term water deficit, capable of stopping vegetative growth. The objective of this work was to analyze the influence of meteorological conditions on the expression of flowering in three avocado cultivars of the Antillean group. During 2019-2023 in cv. ‘Julio’ (early), ‘Govín’ (middle) and ‘Catalina’ (late) grafted onto the cv. ‘Perrero’, 10 years old, planted at 6 m x 10 m on a Red Ferralitic soil, phenological observations were made using the BBCH scale on 10 randomly selected trees with a fortnightly periodicity. The percentage of the flowered tree was determined and climatic variations were evaluated through meteorological variables: maximum and minimum temperatures, temperature amplitude, precipitation and number of days with rain. The relationships between flowering intensity and meteorological variables were established for two months before the sampling date through Principal Component Analysis. The highest percentage of flowering occurred for ‘Julio’ in January, 76 %; ‘Govín’ and ‘Catalina’ in March, 72 and 80 %, respectively. Meteorological variations influenced from two months before flowering, explaining around the 70 % of the accumulated variance by first two components. The association between slightly cold temperatures and a water deficit during the dry period favored the induction of the avocado flowering.

Key Words: change climatic, *Persea americana* Mill., phenology.

*Autor para correspondencia. mnunez@inca.edu.cu, lornavillafana18@gmail.com

Recibido: 07/06/2025

Aceptado: 10/10/2025

Conflict of interests: Authors declare they do not have conflict of interests.

Contribution of authors: **Conceptualización:** Mayda Betancourt Grandal y Tania Mulkay Vitón. **Investigación:** Mayda Betancourt Grandal, Tania Mulkay Vitón, Alba M. Peralta Martín, Adrián Paumier Jiménez, Alina Rivero Valencia y Miriam de la Caridad Núñez Vázquez. **Metodología:** Mayda Betancourt Grandal, Tania Mulkay Vitón, Alba M. Peralta Martín, Adrián Paumier Jiménez, Alina Rivero Valencia y Miriam de la Caridad Núñez Vázquez. **Supervisión:** Mayda Betancourt Grandal, Miriam de la C. Núñez Vázquez y Tania Mulkay Vitón. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos:** Mayda Betancourt Grandal, Miriam de la C. Núñez Vázquez y Tania Mulkay Vitón.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

El origen del aguacatero (*Persea americana* Mill.) se sitúa en la zona tropical de la América Continental comprendida por los altiplanos de Guatemala, México y las tierras bajas de Centro América. De acuerdo a su adaptación climática, alternancia, época de cosecha y caracteres morfológicos de las hojas y el fruto, se formaron tres grupos ecológicos: mexicano, guatemalteco y antillano, los cuales muestran características fisiológicas y fenológicas diferentes (1). La raza antillana es originaria de las regiones tropicales de México y Centroamérica y está adaptada a climas cálidos y húmedos. Los frutos contienen menor contenido de aceite en relación con las otras dos razas (2).

Los árboles durante su ciclo de vida transitan por dos fases fenológicas del desarrollo: vegetativo y reproductivo. Los cultivares pertenecientes al grupo antillano se cultivan bajo condiciones tropicales y se caracterizan por la presencia de brotaciones vegetativas profusas y vigorosas en detrimento de la fase reproductiva. Esta condición está dada, fundamentalmente, por las características de los climas tropicales, altas temperaturas durante casi todo el año y una amplitud de temperatura entre el día y la noche, de alrededor de 10 °C (3).

El aguacate tiene una plasticidad genética que le permite adaptarse a diferentes ambientes climáticos, zonas de cultivo y tipos de suelo. La floración en esta especie frutal, es extremadamente sensible a las temperaturas y está regulada, fundamentalmente, por valores que oscilan entre 12 y 18 °C durante las noches, de acuerdo al tipo de clima. Así, se ha demostrado, que la temperatura es el principal factor responsable de la transición de las yemas en latencia a la fase reproductiva y es determinante, en el inicio, duración e intensidad del proceso de floración en regiones subtropicales y templadas (4, 5). Sin embargo, en los cultivares pertenecientes al grupo antillano cultivados en clima tropical, no está claro cuál o cuáles variables meteorológicas son las que determinan la inducción y diferenciación de la yema floral.

De los tres grupos ecológicos, en Cuba ha predominado, fundamentalmente, el antillano, debido a la excelente adaptación climática, y a la preferencia de los cubanos por la talla de sus frutas. Entre los cultivares más propagados se encuentran 'Julio', 'Govín' y 'Catalina', entre otros, que de acuerdo a la época de cosecha se clasifican en temprano, media estación y tardío (6).

A partir del conocimiento sobre las variaciones climáticas ocurridas durante las primeras décadas del siglo XXI en el país (3), se evidencia que los escenarios climáticos para el cultivo del aguacatero deben estar dirigidos al establecimiento de plantaciones comerciales en zonas menos cálidas. Sin embargo, se adolece de estudios *in situ* que expliquen los procesos fenológicos y su relación con las variables climáticas, que permita optimizar y actualizar las tecnologías de manejo del cultivo, así como, disminuir los riesgos asociados a condiciones climáticas adversas. Bajo las condiciones edafoclimáticas de Cuba, las investigaciones desarrolladas sobre la fenología del cultivo, han estado

dirigidas a la caracterización morfo-agronómica y cualitativa del germoplasma de aguacatero (6) y la descripción cronológica de ocurrencia de los estados fenológicos del ciclo anual (7); por ello, hasta la fecha, no se cuenta con resultados que expliquen la influencia del clima sobre las fases fenológicas del cultivo en nuestras condiciones, por lo que el objetivo del presente trabajo fue analizar la influencia de las condiciones meteorológicas sobre la expresión de la floración en tres cultivares de aguacatero del grupo antillano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres plantaciones comerciales de aguacateros 'Julio', 'Govín' y 'Catalina' injertados sobre cv. 'Perrero' y cv. polinizante 'Choquette', de 10 años de edad, establecidas a una distancia de 6 m x 10 m sobre un suelo de tipo Ferralítico Rojo, en la Finca "26 de Julio" perteneciente a la UBPC "30 de Noviembre", de la Empresa Frutícola Especializada "Cítricos Ceiba", localizada en el municipio Caimito de la provincia Artemisa, con centro en los 22°55' N y los 82°40' O, aproximadamente. Las plantaciones se encuentran en condiciones de secano. Las atenciones fitotécnicas realizadas en cada plantación, consistieron en la aplicación de abono, COMPOST, a una dosis de 8 t ha⁻¹ en los años 2019 y 2021, más limpia manual durante todo el período de ejecución del experimento (2019 - 2023).

En cada plantación se seleccionaron diez árboles al azar y se subdividió la copa de cada uno en cuatro cuadrantes, para un total de 40 réplicas por cultivar. Las observaciones fenológicas visuales se realizaron con una frecuencia quincenal durante el período noviembre - abril de los años de ejecución del experimento (2019 - 2023), para un total de doce muestreos anuales. El método de observación consistió en la identificación del estadio fenológico reproductivo floración, macroestadio del desarrollo 600 descrito por la escala BBCH del aguacatero (8). Se determinó el mayor porcentaje de floración por muestreo y se calculó la media mensual promediando los valores de los dos muestreos realizados en cada mes, donde n= 40 réplicas por mes, año y cultivar. Los datos de las variables meteorológicas: temperaturas máxima y mínima (°C), amplitud de temperatura (°C), precipitaciones (mm) y número de días con precipitaciones fueron suministrados por la Estación Meteorológica de Bauta, Artemisa, perteneciente al Instituto de Meteorología.

Análisis estadísticos

Para conocer la fecha de ocurrencia del mayor porcentaje de floración por año y mes se aplicó un T - Student para cada cultivar. Antes de los análisis, los valores expresados como porcentaje se transformaron en arcoseno $\sqrt{x + 1}$ y se chequearon las condiciones de normalidad y homocedasticidad. Se trabajó con una probabilidad de $p \leq 0,05$. Las relaciones de dependencia entre el porcentaje de floración y las variables meteorológicas del clima se analizaron para dos meses antes de la fecha de muestreo, con la técnica estadística Análisis de Componentes Principales del programa STATISTICA Versión 7.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mayores valores de porcentajes de floración de los árboles de los tres cultivares se observaron durante los años 2020, 2021 y 2022 con diferencias significativas con respecto a 2019 y 2023 (Tabla 1). Los meses de máxima floración resultaron distintos para el cultivar 'Julio' con respecto al 'Govín' y 'Catalina'. Para estos dos últimos coincidió el mes de marzo con porcentajes superiores al 68 % y para el 'Julio' el mes de enero con más del 74 %. En el mes de febrero de los años 2019 y 2023 los árboles de los tres cultivares contaron con menores valores del total de la copa florecida, inferiores al 59 %. En estos dos años, la máxima floración ocurrió para todos los cultivares en el mes de febrero; mientras que, en el resto de los años, en 'Julio' ocurrió primero que en los otros dos cultivares (marzo). Por consiguiente, la floración se atrasó en el 'Julio' y se adelantó en 'Govín' y 'Catalina' en relación con los años de máxima floración (2020-2023).

Los resultados revelaron que la floración del 'Julio' (de cosecha temprana), 'Govín' (de mediana estación) y 'Catalina' (de tardía estación) no cubrió la totalidad de la copa de los árboles, fundamentalmente, durante los años 2019 y 2023. Como se conoce, la floración es el primer proceso fisiológico que participa en la formación del rendimiento; su intensidad y cuantía dependen de las características climáticas del período poco lluvioso, altas temperaturas asociadas a un incremento de las precipitaciones, inhiben la inducción de la yema floral, y consecuentemente, reducen la cantidad de flores y la producción.

Con respecto al estímulo inductor de la floración, se ha informado que la ausencia de temperaturas bajas en condiciones tropicales, como las de La Florida, Estados Unidos de América, la floración no puede ser promovida por un estrés hídrico, sino por una reducción del fotoperíodo, factor que promueve la floración en los cultivares de aguacatero del grupo antillano o sus híbridos con el grupo guatemalteco (9).

Se conoce que el aguacatero presenta un comportamiento fenológico característico, donde las fases vegetativa y reproductiva se traslapan, se acortan o prolongan por las condiciones climáticas, el manejo fitotécnico y la alta variabilidad genética entre los grupos ecológicos y entre los cultivares dentro del mismo grupo. Además, el período de

tiempo entre floración y cosecha depende de la temperatura. Para climas fríos, tiene una duración entre 10 - 14 meses, mientras que, en los cálidos, es de 5-8 meses (10).

Las diferencias halladas, pueden deberse, al período de reposo que transcurre desde la recolección de los frutos hasta la inducción y diferenciación de la yema floral, proceso fisiológico extremadamente sensible a las variaciones climáticas relacionadas con la temperatura mínima y los acumulados de precipitaciones durante el período poco lluvioso (noviembre - abril). Similar comportamiento fue observado en las especies frutales, *Mangifera indica* Lin. y *Citrus paradisi* Macf cultivadas bajo las condiciones del clima Tropical Modificado de Cuba (11, 12).

De forma general, en el presente trabajo se observó que no todos los años (2019 - 2023), desde el punto de vista climático, contaron con condiciones favorables para la inducción y diferenciación de la yema floral.

Por otra parte, el tiempo que media entre la cosecha y la siguiente floración es variable, el cv. 'Julio' requirió nueve meses, 'Govín' ocho meses y el cv. 'Catalina', sólo seis meses. Por consiguiente, los períodos de tiempo comprendidos entre la recolección de los frutos y el momento en que los árboles alcanzaron el mayor porcentaje de la copa florecida, se redujeron en correspondencia con la estacionalidad de cosecha de cada cultivar.

La influencia del período de reposo requerido por los árboles, se desconoce con precisión, debido a que los cultivares del grupo antillano carecen de estudios detallados y precisos sobre las respuestas fisiológicas y fenológica de los árboles bajo diferentes condiciones de cultivo. A diferencia del cv. 'Hass', cultivado en diferentes ambientes climáticos, como las del clima Tropical de Colombia, donde ha manifestado diferencias en sus fases vegetativa y reproductiva, así como, en el umbral biológico de temperaturas requeridas para florecer, comparado con las zonas climáticas de México y California (13).

El cv. 'Julio' mostró relaciones de dependencia entre el incremento del porcentaje de floración de los árboles y las variables meteorológicas que se presentaron dos meses antes, condiciones climáticas caracterizadas por menores valores de temperaturas mínimas y máximas, acumulados y total de días con precipitaciones; lo cual fue explicado por una varianza acumulada de las dos primeras Componentes Principales (CP1 y CP2) del 66,6 % (Tabla 2).

Tabla 1. Mayores porcentajes de floración para tres cultivares de aguacatero durante el período 2019 -2023. n=40 réplicas por mes y cultivar

Cultivares					
'Julio'		'Govín'		'Catalina'	
Meses- años	(%)	Meses- años	(%)	Meses- años	(%)
Febrero 2019	50 b	Febrero 2019	50 b	Febrero 2019	48 b
Enero 2020	74 a	Marzo 2020	68 a	Marzo 2020	76 a
Enero 2021	76 a	Marzo 2021	78 a	Marzo 2021	80 a
Enero 2022	75 a	Marzo 2022	71 a	Marzo 2022	83 a
Febrero 2023	56 b	Febrero 2023	45 b	Febrero 2023	59 b
DS= 8.5		DS = 14.20		DS = 15.06	
P = 0.03*		P =0.01*		P = 0.13	

Tabla 2. Relaciones entre los mayores porcentajes de floración de la copa de los árboles de tres cultivares de aguacatero y las variables meteorológicas dos meses previos a la fecha de muestreo

Periodos climáticos evaluados		Dos meses antes de la floración					
Cultivares		‘Julio’		‘Govín’		‘Catalina’	
Factores		CP1	CP2	CP1	CP2	CP1	CP2
Valor propio		2,71128	1,2826	2,31642	1,982	2,39817	2,0562
Varianza total explicada (%)		45,18810	21,3774	38,60706	33,045	39,96959	34,2702
Varianza acumulada (%)		45,18810	66,5656	38,60706	71,652	39,96959	74,2398
Floración (%)		-0,28998	0,6796	- 0,78567	-0,127	- 0,79680	-0,3466
Temperatura mínima (°C)		- 0,95247	-0,2137	0,58464	0,780	0,94256	-0,2802
Temperatura máxima (°C)		- 0,78138	-0,4144	0,82695	0,268	0,90543	0,2112
Amplitud temperaturas (°C)		0,83889	-0,2025	0,24310	0,825	-0,23429	0,8445
Precipitaciones (mm)		-0,63314	0,1732	0,67284	0,503	-0,00258	0,8103
Total de días con precipitaciones		0,06948	-0,7295	0,40207	0,592	-0,01123	0,6655

n = 25 réplicas por cultivar

Para los cultivares 'Govín' y 'Catalina', la respuesta a las variaciones meteorológicas fue diferente con respecto al cv. 'Julio'. La relación entre el porcentaje de floración y las condiciones climáticas fueron superiores y negativas cuando ocurrieron, dos meses antes, mayores valores de: temperaturas mínimas y máximas, acumulados y días con precipitaciones, explicado por una varianza acumulada de 71,652 y 74,2398 % para 'Govín' y 'Catalina', respectivamente (Tabla 2).

La respuesta de los árboles a condiciones climáticas durante dos meses antes del mayor porcentaje de floración, está caracterizada por temperaturas mínimas ligeramente frías, 16 - 20 °C y una reducción de las precipitaciones (Tabla 3), lo cual favoreció, la inducción y diferenciación de la yema floral, para las condiciones tropicales de Cuba. Estos resultados coinciden con los informados por varios autores, cuando trabajaron bajo condiciones climáticas tropicales en Venezuela, Colombia y Perú, con cultivares pertenecientes al grupo ecológico antillano (14-16).

Así mismo, se ha observado, que los árboles alcanzan mayor índice de floración cuando le preceden balances hídricos negativos (falta de humedad en el suelo) coincidiendo con valores bajos de precipitación, altos de

evapotranspiración, temperaturas y radiación solar (17, 18). Al contrario, la reducción de la floración se manifestó cuando se incrementó la precipitación, hasta alcanzar valores constantes unidos a una elevada nubosidad (19-21).

La satisfacción de la alta demanda de agua que manifiesta el árbol por la formación de nuevas estructuras y un incremento en el área susceptible a perder agua, es el factor determinante para el inicio de la antesis y el cuajado de la flor. Durante la floración, alrededor del 13 % de la transpiración total de la copa se le atribuye a los órganos florales; por consiguiente, las demandas hídricas son elevadas (13). Sin embargo, abundantes precipitaciones unidas a una elevada nubosidad reducen la floración, principalmente durante la antesis y cuajado de la flor. Además, favorecen el desarrollo de hongos y afectan la polinización, debido a la disminución de la actividad de las abejas (16-18).

Por otra parte, se ha identificado para el cv. 'Hass', plantado bajo las condiciones edafoclimáticas de California, Estados Unidos de América, mayores valores de coeficientes de cultivo (Kc) durante el desarrollo de la yema floral, y las fases de floración y cuajado del fruto con respecto a la fase de crecimiento y desarrollo del fruto (22).

Tabla 3. Valores promedio de las variables meteorológicas dos meses previos a la ocurrencia de la máxima floración de tres cultivares de aguacatero antillano, durante el período 2019 - 2023. n=25

Meses	Temperatura mínima promedio (°C)	cv. 'Julio'				Total de días con precipitaciones
		Temperatura máxima promedio (°C)	Amplitud promedio de la temperatura (°C)	Precipitaciones acumuladas (mm)		
Noviembre	19,6	31,4	11,9	280,6		3
Diciembre	22,2	31,1	8,9	702,0		6
Enero	19,6	28,8	9,2	359,2		3
Febrero	17,3	27,6	10,3	436,3		6
Marzo	16,2	26,7	10,5	326,4		5
cvs. 'Govín' y 'Catalina'						
Diciembre	22,2	31,1	8,9	702,0		6
Enero	19,6	29,2	10,1	274,0		4
Febrero	17,3	27,6	10,3	546,0		6
Marzo	16,4	26,8	10,5	259,8		5
Abril	17,8	28,8	11,0	181,5		7

En la actualidad, el escenario climático de muchos países productores de aguacate está sufriendo modificaciones, por los impactos del cambio climático que ha provocado incrementos en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las altas temperaturas, las tormentas de granizo, la variabilidad de las precipitaciones, los fuertes vientos y las lluvias torrenciales. Como consecuencia, están fuertemente amenazados el crecimiento del cultivo, la productividad y la calidad de las cosechas (23).

Los valores mostrados en la **Tabla 3**, pueden ser utilizados como una herramienta orientativa teórico-práctica, para prever cómo se manifestará la floración de un año específico; además, de que posibilitaría la adopción de acciones fitotécnicas con reguladores del crecimiento o técnicas de anillado para reducir el impacto de las variaciones climáticas.

Estos resultados constituyen los primeros de su tipo para las condiciones edafoclimáticas del país y el análisis entre las variables fenológicas y meteorológicas evidenció un riesgo climático y una sensible vulnerabilidad del cultivo bajo estas condiciones; por lo que se hace necesario rediseñar las tecnologías de cultivo y ejecutar prácticas fitotécnicas que disminuyan las modificaciones fenológicas y, por consiguiente, mejoren la producción y calidad de las cosechas.

CONCLUSIONES

- La asociación entre temperaturas ligeramente frías y un déficit hídrico durante el período poco lluvioso favorecieron la inducción de la floración del aguacatero.
- La ocurrencia, de una distribución anómala de las precipitaciones y la elevación de las temperaturas mínima y máxima durante el período poco lluvioso representan un riesgo climático para el cultivo del aguacatero en las condiciones edafoclimáticas de Cuba.

RECOMENDACIONES

- Utilizar el conocimiento aportado por este trabajo en el rediseño de las tecnologías de cultivo del aguacatero.
- Validar los resultados en otras localidades del país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cañizares J. Los Aguacateros. Editor Pueblo y Educación. Inst. Cubano del Libro, La Habana, Cuba; 1973; 282 p. Available from: <https://www.institutocubanodelibro.cu>
2. Bernal J, Díaz C. Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. En: Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate; 2020. Available from: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>
3. Cuba. Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. 2020; 403 p. ISBN: 978-59-300-170-0. Available from: <http://www.ccc.insmet.cu>
4. Maeda T, Yonemoto Y, Hossain MA. Timing of floral differentiation in four avocado (*Persea americana* Mill.) cultivars on the main island of Okinawa Prefecture, Japan. *Journal of Agriculture and Crops*. 2023;9(3):408-12. Available from: <https://doi.org/10.32861/jac.93.408.412>
5. Fichet, LT. Reguladores de crecimiento para el control de giberelinas en la floración, cuaja y área foliar en palto. *Revista Red Agrícola*. 2021; N° 122. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/>
6. Rodríguez MNN, Medina W, Rohde W, González AC, Ramírez PIM, Fuentes JLL, et al. Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en Cuba. *Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate)* 2003; p47-53. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/237723515>
7. Jiménez VR, Pérez CF, Zamora BD, Velázquez PJB. Cristian -Vanessa un cultivar de aguacate tardío para las condiciones de Cuba. *Agrisost*. 2015; 21(3): 10-28 ISSN 1025-0247. Available from: <http://www.agrisost.reduc.edu.cu>
8. Alcaraz ML, Thorpb TG, Hormaza JI. Phenological growth stages of avocado (*Persea americana*) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*. 2013; 164: 434-39. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.051>.
9. Davenport TL. Avocado flowering. *Hort. Rev. Westport Conn*. 1986; 8: 257-89. Available from: <https://www.researchgate.net>
10. Romero JAS, Villeda MI. Manual Técnico del cultivo del aguacate en Honduras. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). 2020; editor DICTA. [Cited 2025 March 31] Internet 50 p. Available from: www.dic-ta.gob.hn
11. Betancourt MG, Peralta AM, Garlobo GRG, et al. Capítulo 3. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático. Gutiérrez TP, Alpizar MT. In: República de Cuba, Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 2020; 403 p. Editor Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. ISBN: 978-959-300-170-0, Available from: <http://www.ccc.insmet.cu>
12. Betancourt MG, Noriega CMC. Fisiología del mango y su relación con el clima. En: Cultivo y Comercialización del Mango. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. 2022; 257 p. ISBN 978-959-296-068-8. Available from: <https://www.undp.org>
13. Ramírez JGG, Henao JCR, Díaz CAD, Peña AJQ, León N, Parra AC, et al. Phenological variations of avocado cv. 'Hass' and their relationship with thermal time under tropical conditions. *Heliyon*. 2023;9: e19642. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19642>
14. Avilán LE, Soto M, Pérez C, Marín M, Rodríguez RJ. Comportamiento fenológico de la raza antillana de aguacate en la región centro-norte costera de Venezuela. *Agronomía Tropical*. 2009; 59(1):5-14. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/26266942>

15. Romero AMS. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea americana* Mill.) Variedad 'Lorena' en la zona de Mariquita, Tolima. Colombia. 2012; [Cited 2024 January 15] Internet 16 p. Available from: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9437/790700.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Salazar M, Jehiner BF. Influencia de la temperatura y la humedad relativa en el periodo de floración y cosecha de palto (*Persea americana* Mill.) orgánico cv. 'Hass' en Virú, la Libertad"; 2015. [Cited 2024 January 15] Internet Available from: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNI-TRU/4126/SALAZAR%20MANRIQUE%20Frank.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
17. Acosta RA, Mauk LR, Santiago P L, Lovatt CJ. Effects of temperature, soil moisture and light intensity on the temporal pattern of floral gene expression and flowering of avocado buds (*Persea americana* cv. 'Hass'). *Scientia Horticulturae*. 2021; 280: 109940. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109940>
18. Vázquez AHD, Saavedra R, Beitia EM, Guerrero JC, Sánchez C. Cartilla de estados fenológicos-tipo en aguacate 'Hass' para la localidad de Roldanillo, Valle del Cauca. Proyecto Incremento de la competitividad sostenible en la agricultura de ladera en todo el departamento, Valle del Cauca, Occidente 1st ed., marzo, Bogotá, D. C., Colombia. Editor Universidad Nacional de Colombia. 2022. 36 p. ISBN impreso: 978-958-794-806-6 ISBN digital: 978-958-794-807-3. Available from: <https://ladera.palmira.unal.edu.co>
19. García JS, Salazar AH, Ceballos NA. Current overview of 'Hass' avocado in Colombia. Challenges and opportunities: A review. *Ciencia Rural*. 2021;51(8):1-9. Available from: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr2020090>
20. García JSA, da Silva DP, Salazar AH, Espinoza RAI, Ceballos NA. Phenology of 'Hass' avocado in the Andean Tropics of Caldas, Colombia. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2022; 44 (5). Available from: <https://doi.org/10.1590/0100-29452022252>
21. Hormaza I, Alcaraz L. Fisiología de la floración y cuajado. Capítulo 2. En: Namesny A, Conesa C, Hormaza I, Lobo G, editores. Cultivo, poscosecha y procesamiento de aguacate. SPE3, s.l., Valencia, España; 2020. p. 47-60. Available from: <https://www.poscosecha.com/biblioteca/publicaciones>
22. Montazar A, Faber B, Corwin D, Pourreza A, Snyder RL. Quantifying evapotranspiration and crop coefficients of California 'Hass' avocado affected by various environmental and plant factors. *Agricultural Water Management*. 2025; 313:10948. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109481>
23. FAO. Informe Técnico No. 4, Listos para el cambio: Adaptando la producción de aguacate al cambio climático. División de Mercados y Comercio. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2023. CC7119ES/1/08.23. 5p. Available from: www.fao.org/markets-and-trade