

Inducción de floración por anillado para adelantar la cosecha de aguacate ‘Hass’ en Nayarit, México

Induction of flowering by girdling to advance the ‘Hass’ avocado harvest in Nayarit, Mexico

Esperanza Sánchez-Hernández¹ , Gelacio Alejo-Santiago^{2*} , Juan Diego García-Paredes² ,
Rufo Sánchez-Hernández³ , Circe Aidín Aburto-González² ,
Leobarda Guadalupe Ramírez-Guerrero²  y Rosendo Balois-Morales² 

¹ Estudiante de doctorado, Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. ² Docente Investigador, Área de Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Carretera Tepic-Compostela km 9. 63780 Xalisco, Nayarit, México.

* Autor para correspondencia (gelacioalejo@hotmail.com)

³ Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias. Carretera Villahermosa-Teapa km 25+2 Ranchería la Huasteca 2da. sección. 86298 Villahermosa, Tabasco, México.

RESUMEN

Entre las dificultades que presenta la producción de aguacate ‘Hass’ en Nayarit, están los bajos precios debido a la estacionalidad de la cosecha en los meses de septiembre a noviembre. El objetivo de la investigación fue identificar la fecha de anillado capaz de adelantar la floración y con ello adelantar la época de cosecha. Se evaluaron cuatro fechas de anillado (tratamientos) con diez repeticiones en un diseño experimental de bloques completamente al azar, generando los siguientes tratamientos (T): T1 = 15 de agosto, T2 = 15 de septiembre, T3 = 15 de octubre, T4 = 15 de noviembre en el año 2017 y T5 (sin anillar). Cada anillado fue de 0.5 cm de ancho en el 50% de las ramas. Las variables evaluadas fueron: concentración N, P, K, Ca y Mg en etapa vegetativa y floración, días a inicio de floración, número de brotes florales por m³ de dosel, días a inicio de fructificación, largo de panícula, grosor de panícula, producción de fruto por árbol y materia seca de mesocarpio. El análisis de varianza mostró diferencias significativas para días a inicio de floración, días a inicio de fructificación, largo de panícula, materia seca en mesocarpio y producción de fruto. No se presentaron diferencias en concentración nutrimental en las etapas fenológicas. Se concluyó que la fecha de anillado del 15 de agosto adelantó la floración 52 días comparado contra el testigo sin anillado y permitió adelantar la cosecha al mes de mayo.

Palabras clave: frutales, precocidad, producción, tropicales.

SUMMARY

Among the difficulties of the ‘Hass’ avocado production in Nayarit are the low prices derived from seasonality of the harvest in the months ranging from September to November. The objective of our research was to identify the girdling date capable of advancing the flowering and thereby advancing the harvest season. Four girdling dates (treatments) were evaluated in ten replicates under a completely randomized experimental block design, generating the following treatments (T) during 2017: T1 = August 15, T2 = September 15, T3 = October 15, T4 = November 15 and T5 (without girdling). Each ring was 0.5 cm wide and disposed in 50% of the branches. The variables evaluated were the following: concentration of N, P, K, Ca and Mg in vegetative and flowering stages, days at the beginning of flowering, number of flower buds per m³ of canopy, days at the beginning of fruiting, panicle length, panicle thickness, fruit production per tree and dry matter of mesocarp. The analysis of variance showed significant differences for days at the beginning of flowering, days at the beginning of fruiting, panicle length, dry matter in mesocarp and fruit production. There were no differences in nutritional concentration at the phenological stages. We concluded that August

Cita recomendada:

Sánchez-Hernández, E., G. Alejo-Santiago, J. D. García-Paredes, R. Sánchez-Hernández, C. A. Aburto-González, L. G. Ramírez-Guerrero y R. Balois-Morales. 2020. Inducción de floración por anillado para adelantar la cosecha de aguacate ‘Hass’ en Nayarit, México. *Terra Latinoamericana* 38: 237-245. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.530>

Recibido: 29 de marzo de 2019.

Aceptado: 24 de septiembre de 2019.

Publicado en *Terra Latinoamericana* 38: 237-245.

15 was the girdling date that advanced flowering by 52 days compared to T5, and allowed the harvest to be performed in May.

Index words: *fruit trees, precocity, production, tropical.*

INTRODUCCIÓN

México es el mayor productor de aguacate a nivel mundial, con 1 889 354 toneladas (Mg) que representa el 33.93% de la producción (FAO, 2017). A nivel nacional, los estados productores con mayor superficie en el año 2017 fueron: Michoacán, Jalisco, Nayarit y Guerrero. Para el estado de Nayarit los rendimientos reportados son de 7.7 Mg ha⁻¹ y tiene una superficie establecida de 6129 ha para el año 2017 (SIAP, 2018). Los problemas que enfrentan los productores en el estado son: rendimientos bajos, precios bajos debido a la estacionalidad de la producción en los meses de septiembre a noviembre, plagas y enfermedades (Morales y Gamboa, 2010) y daños a la floración por efecto de bajas temperaturas.

Una alternativa para solucionar algunos de estos problemas es el adelanto de la cosecha, lo que se puede lograr mediante la inducción de floración temprana. Esto contribuiría ante el problema de precios bajos ya que, a causa de la sobreoferta del producto, los precios disminuyen, además de que las empresas empacadoras elevan sus estándares de calidad del producto como consecuencia del fenómeno de oferta y demanda (Vázquez *et al.*, 2009). Es necesario evitar la temporada de temperaturas bajas para proteger la flor de los daños que sufre, ya que, cuando la floración coincide con periodos de baja temperatura se reduce el número de flores femeninas, y disminuye la polinización por los insectos (Pattemore *et al.*, 2018).

El calendario fenológico del aguacate varía en función a las condiciones climáticas de cada región. En la zona productora de aguacate en el estado de Michoacán se presentan hasta cuatro momentos de floración, en Nayarit solo se registra un evento de esta etapa fenológica (Cossio-Vargas *et al.*, 2008; Rocha-Arroyo *et al.*, 2011). En este sentido, para las condiciones de clima semi-cálido de Nayarit, el estadio floral conocido como coliflor y posteriormente la antesis se presentan en los meses de enero a febrero (Cossio-Vargas *et al.*, 2008), y coincide con las temperaturas más bajas que se presentan en la zona durante el año (< 10 °C), lo que ocasiona daños severos a la floración

y consecuentemente a la producción (Pattemore *et al.*, 2018).

Una práctica que puede favorecer el adelanto de la floración es el anillado, el cual consiste en realizar una incisión en las ramas del árbol para interrumpir el floema, lo que provoca una acumulación de carbohidratos y una disminución en los contenidos de giberelinas en brotes y hojas; es una técnica común en algunos frutales como el litchi, rambután y cítricos (Aburto-González *et al.*, 2017). Algunos reportes indican que el anillado en el árbol de aguacate incrementa el rendimiento y tamaño de fruto, y se recomienda anillar solo la mitad de las ramas para evitar un desabasto nutricional en el sistema radicular del árbol (Davie *et al.*, 1995). Según Ramírez-Gil (2017), esta práctica agronómica permite la inducción anticipada de la floración e incrementa la diferenciación floral.

Otras técnicas para la inducción floral son: la aplicación de hormonas, la poda, la fertilización, aunque la más efectiva es el anillado (Flores y Escobedo, 2015). Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue identificar la fecha de anillado capaz de adelantar la floración y con ello adelantar la época de cosecha en aguacate ‘Hass’ en las condiciones de Tepic, Nayarit, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El experimento se realizó en árboles de aguacate ‘Hass’ de nueve años de edad, establecidos en un huerto ubicado en la comunidad La Fortuna en el municipio de Tepic, Nayarit, México, localizada en las coordenadas 21° 33’ 40” N; 104° 56’ 48” O; a una altitud de 800 m. La temperatura promedio anual es de 21 °C y la precipitación anual es de 1289 mm, por lo que el clima es cálido-templado según García (2004).

Material Vegetal

Se utilizaron árboles de aguacate ‘Hass’ los cuales se caracterizan por presentar una sola floración en el año en las condiciones de la zona productora de Xalisco y Tepic en el estado de Nayarit. El arreglo topológico del huerto es en marco real con un distanciamiento de 7 × 7 m. El sistema de producción es en condiciones de temporal.

Práctica de Anillado

El anillado se realizó en el 50% de las ramas de más de 10 cm de grosor, consistió en hacer incisiones en forma de anillo de 0.5 cm de ancho, retirando la corteza de la rama. Después la incisión se selló con pintura vinílica para evitar la entrada de patógenos. El anillado se realizó de manera intercalada entre las ramas.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos y diez repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro fechas de anillado: 15 de agosto, 15 de septiembre, 15 de octubre y 15 de noviembre del 2017, más un tratamiento testigo (sin anillar), los cuales quedaron etiquetados desde que se aplicó el tratamiento del 15 de agosto. Como unidad experimental se consideró un árbol.

Evaluación de Variables

Se registró durante el experimento la temperatura con un datalogger marca HOBO, instalado a una altura de dos metros (parte media del árbol) y se midieron las siguientes variables. Concentración de nutrimentos (N, P, K, Ca y Mg) en etapa vegetativa y floración. Para la cuantificación de concentración nutrimental foliar, se procedió al muestreo de cinco hojas de cada punto cardinal de los árboles, se lavaron, luego se sometieron a secado a 60 °C por 48 h hasta obtener peso constante, se molieron las hojas y se tomó 0.500 g de muestra, se colocó en un tubo de digestión y se procedió a la digestión húmeda, con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido perclórico en proporción 2:1. Los extractos que se obtuvieron producto de la digestión se utilizaron para la determinación de N por arrastre de vapor (Método Kjeldahl), P por colorimetría, K y Ca por flamometría, y Mg por absorción atómica (Alcántar y Sandoval, 1999).

Días a inicio de floración. Para días a inicio de floración se cuantificó el número de días que transcurrieron desde la primera fecha de anillado (15 de agosto) hasta que se observaron brotes reproductivos en los árboles. Se consideró como inicio de floración cuando el árbol presentó por lo menos una inflorescencia en el estado de desarrollo nueve (la cima de flores es evidente y la yema vegetativa en el ápice de la inflorescencia

indeterminada es visible) en la escala visual de Salazar-García *et al.* (1998).

Número de inflorescencias por m³ de dosel. Cuando el árbol estuvo en etapa de antesis, se realizó la cuantificación con la metodología que indicaron Espíndola *et al.* (2008) con un cubo de un metro cúbico en los cuatro puntos cardinales, se contabilizó el número de inflorescencias y se calculó el promedio por árbol.

Días a inicio de fructificación. Se contaron los días a partir de la fecha de establecimiento del experimento. Cuando se observaron frutos de aproximadamente 2 mm de largo en los árboles, se consideró como inicio de fructificación.

Producción de fruto por árbol. Cuando los frutos del tratamiento que tuvo floración adelantada alcanzaron en promedio 21.5% de materia seca, se cosecharon todos los tratamientos y se pesó la cantidad de fruta.

Largo de panícula. En la etapa de antesis se etiquetó una panícula por cada punto cardinal de cada árbol y se registró el largo de panícula con un flexómetro.

Grosor de panícula. En la base de cada panícula etiquetada se midió el grosor de la panícula con un vernier digital marca Truper®.

Materia seca de mesocarpio. Se consideró como fruto en punto de cosecha aquellos frutos que alcanzaron mínimo 21.5% de materia seca (Herrera-González *et al.*, 2017) en cinco frutos por árbol se tomaron 100 g de pulpa y se sometió a una estufa de aire forzado a 60 °C, hasta que alcanzó peso constante, posteriormente se estimó el porcentaje de materia seca por diferencia de peso.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SAS (SAS, 2002). A los datos de cada variable se les realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de las Fechas de Anillado en la Concentración Nutrimental Foliar

Los promedios de la concentración nutrimental foliar en aguacate 'Hass' mostraron un grupo estadísticamente igual en las dos etapas fenológicas

evaluadas (Cuadro 1). No hubo efecto significativo de la práctica de anillado en la concentración de nutrimentos en tejido foliar, posiblemente porque los árboles no permanecieron por más de tres meses en la misma etapa fenológica, sino que, se presentó la floración, donde demanda más nutrimentos y posteriormente la fructificación, las cuales fueron etapas que no permitieron que se diera una acumulación de nutrimentos en las hojas. Es importante conocer el efecto del anillado en la concentración nutrimental foliar debido a que la alternancia productiva es otro problema que afecta a los productores de aguacate, entre las causas que la originan está el desbalance nutrimental (Alejo-Santiago *et al.*, 2015) que se presenta en los árboles en producción. Singh *et al.* (2015) encontraron que la concentración nutrimental foliar de nitrógeno y potasio se redujo significativamente por efecto del anillado en pera asiática (*Pyrus pyrifolia* L.). En *Pistacia vera* Vemmos (2005) reportó que el anillado redujo significativamente la concentración foliar de N en hoja mientras que la concentración de fósforo y potasio aumentó significativamente, agrega que el efecto del anillado en la concentración de carbohidratos es variable ya que depende del tamaño de las ramas,

la presencia o ausencia de frutos, el tiempo en el cual se realiza el anillado, del tamaño del anillado, así como la especie en cuestión. En la presente investigación no se observó este efecto de disminución de concentración de nutrimentos al menos en las etapas fenológicas en evaluación.

Inicio de Floración

Los árboles anillados el 15 de agosto fueron los que requirieron menor número de días (101) para presentar floración, se adelantaron en la emisión de brotes florales 52 días en comparación con los árboles sin anillado. Las otras fechas de anillado (15 de septiembre, 15 de octubre y 15 de noviembre) fueron iguales estadísticamente; los árboles sin anillado fueron los últimos en tener floración (Figura 1).

Salazar-García *et al.* (2017) indican que la cantidad de días que tarda el árbol de aguacate para entrar en floración depende mucho de las condiciones ambientales, ya que se requiere un cierto número de horas frío que permitan la inducción floral. En la presente investigación, la práctica de anillado realizada el 15 de agosto indujo la emisión de inflorescencias

Cuadro 1. Concentración nutrimental foliar en aguacate ‘Hass’, con manejo de anillado en el municipio de Tepic, Nayarit, México.
Table 1. Foliar nutrient concentration in ‘Hass’ avocado under girdling management in the municipality of Tepic, Nayarit, Mexico.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg
	Vegetativa				
	----- % -----				
T1	1.83 ± 0.27	0.14 ± 0.07	0.79 ± 0.08	1.32 ± 0.13	0.52 ± 0.07
T2	1.52 ± 0.24	0.20 ± 0.05	0.74 ± 0.08	1.29 ± 0.20	0.55 ± 0.07
T3	1.61 ± 0.23	0.21 ± 0.05	0.83 ± 0.13	1.38 ± 0.19	0.60 ± 0.06
T4	1.92 ± 0.31	0.18 ± 0.05	0.78 ± 0.09	1.49 ± 0.19	0.53 ± 0.05
T5	1.72 ± 0.17	0.13 ± 0.04	0.78 ± 0.10	1.43 ± 0.17	0.54 ± 0.04
	Floración				
T1	1.64 ± 0.20	0.10 ± 0.06	0.97 ± 0.07	1.34 ± 3.76	0.57 ± 0.07
T2	1.71 ± 0.19	0.06 ± 0.04	1.00 ± 0.09	1.34 ± 0.18	0.57 ± 0.07
T3	1.56 ± 0.30	0.12 ± 0.07	0.94 ± 0.09	1.46 ± 0.14	0.59 ± 0.04
T4	1.51 ± 0.20	0.10 ± 0.04	1.04 ± 0.12	1.33 ± 0.15	0.55 ± 0.05
T5	1.57 ± 0.14	0.12 ± 0.04	0.96 ± 0.08	1.41 ± 0.12	0.60 ± 0.06

Fechas de anillado: T1 = 15 de agosto; T2 = 15 de septiembre; T3 = 15 octubre T4 = 15 de noviembre y T5 = sin anillar. La concentración de N, P, K y el Ca se ubican en los rangos presentados por Maldonado-Torres *et al.* (2007) como estándares para este cultivo.

Girdling dates: T1 = August 15; T2 = September 15; T3 = October 15; T4 = November 15; and T5 = without girdling. The concentration of N, P, K and Ca are located in the ranges presented by Maldonado-Torres *et al.* (2007) as standards for this crop.

aun cuando se tenían temperaturas mínimas superiores a 20 °C (Figura 1). En este sentido, el estrés oxidativo que provoca el anillado (Rivas *et al.*, 2011) y el bloqueo del transporte de azúcares hacia las raíces y la acumulación de los carbohidratos en los órganos vegetativos (Ghadage *et al.*, 2017) permite adelantar la floración en este cultivo, cuando se realiza a mediados del mes de agosto.

Estudios de los efectos del anillado con respecto a la inducción de floración indican que, las yemas vegetativas se transforman en reproductivas (florales) en respuesta a mensajes bioquímicos procedentes de las hojas maduras (Rocha-Arroyo *et al.*, 2010). El clima influye sobre la fecha en que ocurre la determinación irreversible a la floración en los brotes vegetativos (Rocha-Arroyo *et al.*, 2010). Por ello es importante identificar la fecha en que se debe realizar la práctica de anillado en cada condición agroecológica. La floración que se presenta en el mes de noviembre Sánchez-Tienda (1999) la denomina floración adelantada y se presenta en las condiciones climatológicas de la zona productora de Uruapan, Michoacán; de manera forzada mediante la aplicación del anillado en las ramas en el mes de septiembre, se puede obtener esta floración en el municipio de Tepic, Nayarit, México.

Días a Inicio de Fructificación

Los árboles anillados el 15 de agosto fueron los primeros en presentar fruto a los 132 días después del anillado, mientras que las demás fechas fueron estadísticamente iguales con los árboles testigo (Cuadro 2).

El adelanto en floración conlleva a un desfase en las etapas fenológicas de los árboles. En la fenología del aguacate ‘Hass’ Cossio-Vargas *et al.* (2008) indicaron que, para las condiciones climáticas de la zona productora de Nayarit, aun cuando se presentan dos momentos de emisión de brotes reproductivos, solo se registra un momento de antesis al año en el mes de enero, por lo que la cosecha se concentra en los meses de septiembre a noviembre. Los resultados de la presente investigación indican que al efectuarse el anillado el 15 de agosto se induce una floración temprana (noviembre) y se provoca un adelanto también de la etapa fenológica de fructificación, esto permite adelantar la cosecha al mes de mayo.

Número de Inflorescencias por m³ de Dosel

La cantidad de inflorescencias emitidas por los árboles sin anillar superaron estadísticamente a

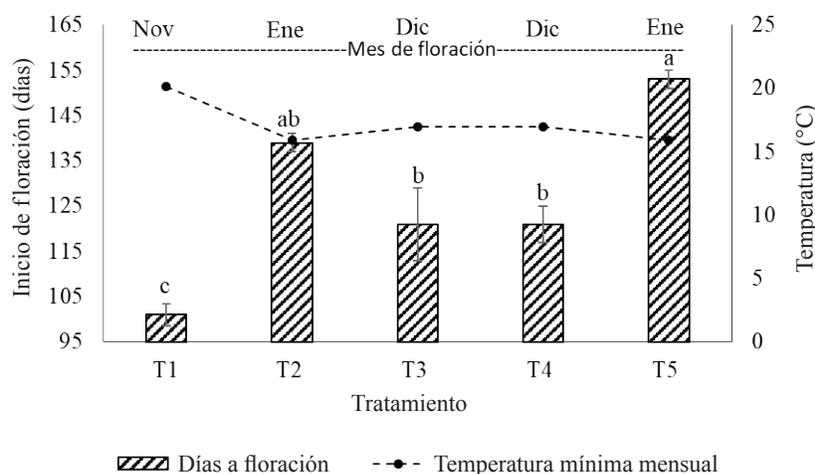


Figura 1. Días a inicio de floración en aguacate “Hass” por efecto de fechas de anillado en la Fortuna, Tepic, Nayarit. T1 = anillado 15 de agosto; T2 = anillado 15 de septiembre; T3 = anillado 15 de octubre; T4 = anillado 15 de noviembre; T5 = testigo sin anillar.

Figure 1. Days at the beginning of flowering in “Hass” avocado as effect of girdling dates in La Fortuna, Tepic, Nayarit. T1 = August 15 girdling; T2 = September 15 girdling; T3 = October 15 girdling; T4 = November 15 girdling; T5 = without girdling.

las demás fechas en que se realizó la práctica (Cuadro 2). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Espíndola *et al.* (2008), quienes reportaron 16 brotes reproductivos por m³ en árboles sin anillar. El anillado realizado el 15 de agosto ocasionó que los árboles emitieran solo 47% de inflorescencias en comparación con la cantidad de brotes que se reporta que emite el aguacate ‘Hass’, en este sentido el anillado induce la emisión de brotes reproductivos; sin embargo no se da en la totalidad de la copa, sino que se logró de manera parcial, puesto que los árboles volvieron a emitir brotes florales en su periodo normal (enero-marzo), en las ramas que no tenían floración; la inducción parcial de la floración representa una ventaja para la producción en sistema de temporal ya que se logró llevar de manera exitosa dicha floración, lo cual no se logra si se tiene floración total, por la demanda de agua que representa el que toda la copa tenga floración. En otros cultivos se ha reportado incremento de floración por efecto del anillado, como el litchi (Kumar *et al.*, 2017) en donde se incrementó 50% la floración o el mango (Hartinee *et al.*, 2014) que se incrementó significativamente la cantidad de panículas; pero en estos casos la floración se dio al mismo tiempo tanto en árboles anillados y sin anillar.

Largo y Grosor de Panícula

La menor longitud de panícula se registró en los árboles que se anillaron el 15 de agosto, mientras que en las otras fechas y los árboles testigo fueron iguales

(Cuadro 2). En el grosor de panícula no hubo efecto de los tratamientos (Cuadro 2). Esta respuesta se puede considerar como una ventaja más de la práctica de anillado, ya que como Huang y Chen (2014) lo indican, el hecho de que los árboles desarrollen panículas largas trae como consecuencia un desgaste nutricional debido a que agota las reservas de carbohidratos en los tallos. El largo de panícula en los demás tratamientos es similar a lo que reportan Villalva-Morales *et al.* (2015).

Para el grosor de panícula es indistinto el tiempo en que se realice el anillado ya que, en todas las fechas manejadas en este estudio, el grosor obtenido comprende un grupo con igualdad estadística (Cuadro 2).

Producción de Fruto

La cosecha se realizó el 20 de mayo, el tratamiento con anillado del 15 de agosto fue el de mayor producción de fruto por árbol (21.4 kg) en la fecha o temporada deseada de cosecha (Figura 2). Desfasar la producción de fruto representa un ingreso importante para el productor, ya que el precio que alcanza en la temporada fuera de su época normal en que se cosecha es 600% más al que usualmente se obtiene, cuando se cosecha en los meses de septiembre a noviembre.

La producción de frutos en la temporada de cosecha deseada (mayo) fue posible obtenerla mediante T1, aunque la cantidad de fruto que produjeron los árboles en T1 fue significativamente menor a lo que producen de manera normal, esto se compensa con el alto precio que alcanza el producto en este mes en la zona. No es

Cuadro 2. Días a inicio de fructificación, número de inflorescencias, largo y grosor de panícula en aguacate “Hass” por efecto de fechas de anillado.

Table 2. Days at the beginning of fruiting, number of inflorescences, length and thickness of panicle in “Hass” avocado as effect of girdling dates.

Tratamiento	DIFR	NINF	LP	GP
Fecha de anillado		m ³	cm	mm
1 15 de agosto	132.2 ± 4.11b	7.70 ± 1.61b	12.00 ± 1.01b	6.63 ± 0.62 a
2 15 de septiembre	160.0 ± 8.40ab	3.50 ± 0.77c	14.75 ± 1.63ab	6.26 ± 0.54a
3 15 de octubre	163.0 ± 5.30a	3.70 ± 0.43c	18.84 ± 1.97a	6.76 ± 0.62a
4 15 de noviembre	154.2 ± 5.87ab	5.60 ± 0.42c	16.08 ± 0.87ab	6.74 ± 0.84a
5 Testigo sin anillar	171.6 ± 6.70a	16.3 ± 2.25a	14.00 ± 0.40ab	6.62 ± 0.71a

DIFR = días a inicio de fructificación; NINF = número de inflorescencias por m³, LP = largo de panícula y GP = grosor de panícula. † Letras diferentes indican diferencia estadística (Duncan $P \leq 0.05$).

DIFR = days at the beginning of fruiting; NINF = number of inflorescences per m³; LP = panicle length and GP = panicle thickness. † Different letters indicate statistical differences (Duncan $P \leq 0.05$).

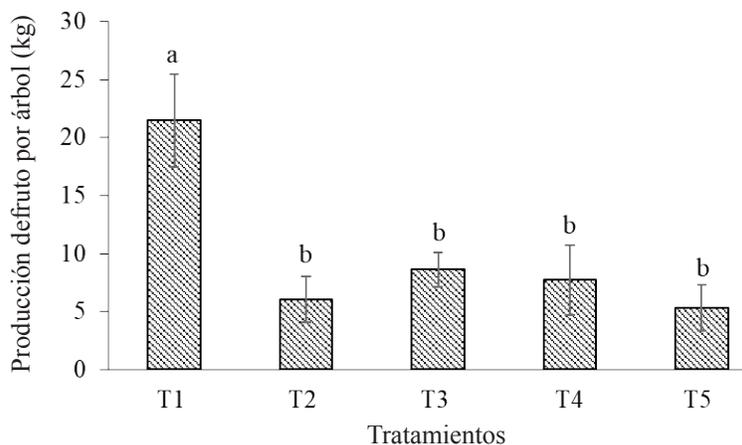


Figura 2. Producción de fruto de aguacate ‘Hass’ por efecto de fecha de anillado, en el municipio de Tepic, Nayarit, México. T1 = anillado el 15 de agosto; T2 = anillado el 15 de septiembre; T3 = anillado el 15 octubre; T4 = anillado el 15 de noviembre; T5 = testigo sin anillar. Letras diferentes indican diferencia estadística.
Figure 2. Production of ‘Hass’ avocado fruit by effect of girdling date in the municipality of Tepic, Nayarit, Mexico. T1 = August 15 girdling; T2 = September 15 girdling; T3 = October 15 girdling; T4 = November 15 girdling; T5 = without girdling. Different letters indicate statistical differences.

recomendable anillar un porcentaje mayor de ramas debido a que puede existir un desabasto nutrimental en el sistema radicular, y se incrementa el grado de estrés en los árboles y puede provocar su muerte (Davie *et al.*, 1995). El 90% de la superficie establecida con aguacate ‘Hass’ en el estado de Nayarit no cuenta con riego (SIAP, 2018), por lo que, una mayor emisión de brotes reproductivos no es conveniente, ya que implica mayor necesidad de agua (Holzapfel *et al.*, 2017), además de que en esta etapa fenológica se incrementa el uso consuntivo del cultivo (Sánchez-Tienda, 1999) y en estas condiciones se afectaría la producción.

Materia Seca en Mesocarpio

Los frutos que alcanzaron en promedio el porcentaje mínimo indicado para aguacate ‘Hass’ de materia seca (MS) en mesocarpio (21.5%) fueron los obtenidos de los árboles anillados el 15 de agosto (23.8% de MS), aun cuando la MS de los frutos producidos de esta fecha son iguales estadísticamente a los obtenidos el 15 de septiembre, la materia seca en mesocarpio de estos últimos es menor al valor mínimo indicado (21.01%).

El resto de los frutos obtenidos de árboles anillados en las demás fechas registraron valores inferiores al 21.0% (Figura 3).

El tiempo requerido para la acumulación de MS en el mesocarpio de los frutos fue de seis meses después de floración un lapso de tiempo menor a los 10 meses como reportan Herrera-González *et al.* (2017) para la zona productora de Uruapan, Michoacán, México. Lo anterior puede ser debido a las características ambientales que predominan en cada región, ya que la zona de Nayarit es más cálida-húmeda que la del estado de Michoacán. En este sentido, los árboles anillados a mediados del mes de agosto, permitieron adelantar considerablemente la época de cosecha del aguacate ‘Hass’ al mes de mayo, en las condiciones climatológicas que prevalecen en el municipio de Tepic. Esto resulta ventajoso para los productores del estado de Nayarit, debido a que la producción de fruto que se puede obtener de manera desfasada representa el 50% de lo que se puede obtener en los meses de septiembre a noviembre, y la cosecha se realiza en el momento en el cual la oferta de fruto en el mercado nacional es escasa.

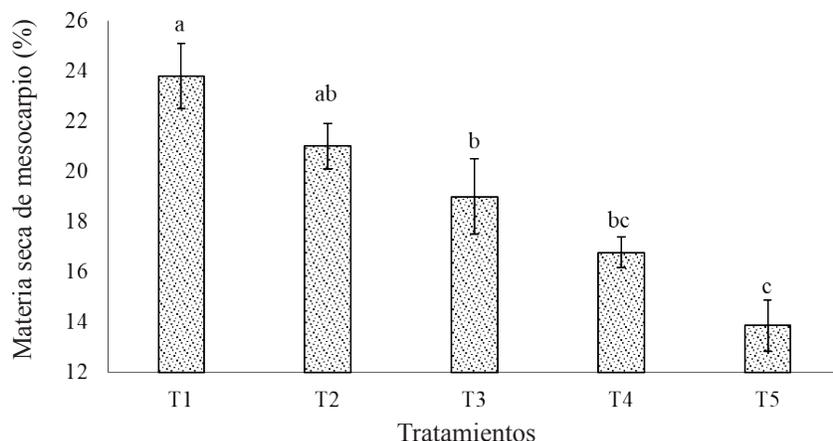


Figura 3. Contenido de materia seca en mesocarpio de frutos de aguacate ‘Hass’ por efecto de fechas de anillado, en el municipio de Tepic, Nayarit, México. T1 = 15 de agosto; T2 = 15 de septiembre; T3 = 15 de octubre; T4 = 15 de noviembre; T5 = testigo sin anillar.

Figure 3. Dry matter content in mesocarp of ‘Hass’ avocado fruits as effect of girdling dates in the municipality of Tepic, Nayarit, Mexico. T1 = August 15; T2 = September 15; T3 = October 15; T4 = November 15; T5 = without girdling.

CONCLUSIONES

En las condiciones climáticas del sitio de estudio, el anillado de ramas que se realizó el 15 de agosto adelantó la época de cosecha del aguacate al mes de mayo, esto favorece significativamente la economía del productor, ya que en este mes el producto alcanza el valor económico más elevado en la zona de producción Tepic-Xalisco, en Nayarit.

LITERATURA CITADA

- Alejo-Santiago, G., G. Luna-Esquivel, E. Salcedo-Pérez, R. Sánchez-Hernández y C. A. Aburto-González. 2015. Dinámica de crecimiento y extracción nutrimental del fruto de litchi (*Litchi chinensis* sonn) cv. Brewster. *Ecosist. Recur. Agropec.* 2: 1-12.
- Aburto-González, C. A., G. Alejo-Santiago, L. G. Ramírez-Guerrero y R. Sánchez-Hernández. 2017. Concentración foliar de macronutrientes en diferentes etapas fenológicas del litchi cv. Brewster. *Interciencia* 42: 441-445.
- Alcántar, G. G. y M. Sandoval-Villa. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.
- Cossio-Vargas, L. E., S. Salazar-García, I. J. L. González-Durán y R. Medina-Torres. 2008. Fenología del aguacate ‘Hass’ en el clima semicálido de Nayarit, México. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 14: 319-324.
- Davie, S. J., P. J. C. Stassen, M. van der Walt, and B. Snijder. 1995. Girdling avocado trees for improved production. *South African Avocado Growers’ Assoc. Yearbook* 18: 51-53.
- Espindola B., M. de la C., R. Cano M., J. Rodríguez A. y P. Sánchez G. 2008. Amarre de fruto en aguacate ‘Hass’ con aplicación de AG₃, N y anillado. *Agríc. Téc. Méx.* 34: 407-419.
- Flores V., S. y J. Escobedo A. 2015. Incremento del tamaño de fruto de palto ‘hass’ (*Persea americana* Mill.) con aplicaciones de ácido giberélico, thidiazuron y anillado de ramas. pp. 284-289. *In: Actas Proceedings. VIII Congreso Mundial de la Palta.* Lima, Perú.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Consulta: junio 22, 2018).
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F., México.
- Ghadage, N. J., S. J. Patil, R. Y. Khopade, N. I. Shah, and S. A. Hiray. 2017. Effect of time and width of girdling on flowering and yield of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso. *Int. J. Chem. Stud.* 5: 1580-1583.
- Hartinee, A., M. Zābedah, H. Mohd Azhar, S. Mohd Asrul, and T. M. Tengku Ab Malik. 2014. Effects of Girdling Technique on Flowering of Mango cv. Chok Anan. *Trans. Malaysian Soc. Plant Physiol.* 22: 101-104.
- Herrera-González, J. A., S. Salazar-García, H. E. Martínez-Flores y J. E. Ruiz-García. 2017. Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento postcosecha del fruto de aguacate Méndez. *Rev. Fitotec. Mex.* 40: 55-63.
- Holzappel, E., J. Alves de S., J. Jara, and H. Carvallo Guerra. 2017. Responses of avocado production to variation in irrigation levels. *Irrig. Sci.* 205-215. doi: <https://doi.org/10.1007/s00271-017-0533-0>.
- Huang, X. M. and H. B. Chen. 2014. Studies on shoot, flower and fruit development in litchi and strategies for improved litchi production. *Acta Hort.* 127-136. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1029.14>.

- Kumar, A., S. D. Pandey, R. Patel, K. Srivastava, M. Tripathi, and V. Nath. 2017. Effect of girdling on flowering and fruiting of litchi (*Litchi chinensis* Sonn) in subtropics of Bihar. *Indian J. Agric. Sci.* 87: 397-401.
- Maldonado-Torres, R., M. E. Álvarez-Sánchez, G. Almaguer-Vargas, A. Barrientos-Priego y M. García-Mateos. 2007. Estándares nutrimentales para aguacatero 'Hass'. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 13: 103-108.
- Morales C., N. y T. Gamboa Z. 2010. El aguacate como eje de una estrategia de desarrollo regional en Nayarit. *Rev. Geogr. Agríc.* 44: 41-45.
- Pattemore, D., M. N. Buxton, B. Cutting, H. M. McBrydie, M. Goowing, and A. Dag. 2018. Low overnight temperatures associated with a delay in 'Hass' avocado (*Persea americana*) female flower opening, leading to nocturnal flowering. *J. Pollinat. Ecol.* 23: 127-135.
- Ramírez-Gil, J. G. 2017. Calidad del fruto de aguacate con aplicaciones de ANA, boro, nitrógeno, sacarosa y anillado. *Agron. Mesoam.* 28: 591-603. doi: <https://doi.org/10.15517/ma.v28i3.23688>.
- Rivas, F., F. Fornes, M. J. Rodrigo, L. Zacarías, and M. Agustí. 2011. Changes in carotenoids and ABA content in citrus leaves in response to girdling. *Sci. Hortic.* 127: 482-487. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.010>.
- Rocha-Arroyo, J. L., S. Salazar-García y A. E. Bárcenas-Ortega. 2010. Determinación irreversible a la floración del aguacate 'Hass' en Michoacán. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 1: 469-478.
- Rocha-Arroyo, J. L., S. Salazar-García, A. E. Bárcenas-Ortega, I. J. L. González-Durán y L. E. Cossio-Vargas. 2011. Fenología del aguacate 'Hass' en Michoacán. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2: 303-316.
- Salazar-García, S., E. M. Lord, and C. J. Lovatt. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) during "On" and "Off" Crop years. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 123: 537-544.
- Salazar-García, S., M. E. Ibarra-Estrada, A. Álvarez-Bravo y J. González-Valdivia. 2017. Determinación irreversible a la floración del aguacate 'Mendez' en el sur de Jalisco, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp.* 19: 3923-3938. doi: 10.29312/remexca.v0i19.661.
- Sánchez-Tienda, J. 1999. Uso consuntivo del cultivo aguacate: Metodología Blaney y Criddle modificada relacionando fenología y precipitación. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 5: 201-207.
- SAS Institute. 2002. SAS/SAT user's guide. Version 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- SIAP (Sistema de Información Agropecuaria). 2018. Módulo agrícola. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). <https://www.gob.mx/siap/prensa/sistema-de-informacion-agroalimentaria-de-consulta-siacon> (Consulta: noviembre 28, 2018).
- Singh, D., W. S. Dhillon, N. P. Singh, and P. P. S. Gill. 2015. Effect of girdling on leaf nutrient levels in pear cultivars Patharnakh and Punjab Beauty. *Indian J. Hortic.* 72: 319-324. doi: <https://doi.org/10.5958/0974-0112.2015.00062.6>.
- Vázquez A., J. M. P., A. González E. y J. J. Espinoza A. 2009. Diseño y evaluación ex ante de política agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Zacatepec. Libro científico núm. 1. México, D. F. ISBN: 4786074252262.
- Vemmos, S. N. 2005. Effects of shoot girdling on bud abscission, carbohydrate and nutrient concentrations in pistachio (*Pistacia vera* L.). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 80: 529-536. doi: <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511973>.
- Villalva-Morales, A., A. Damían-Nava, A. V. González-Hernández, O. Talavera-Mendoza, E. Hernández-Castro, F. Palemón-Alberto, G. Díaz-Villaseñor y H. Sotelo-Nava. 2015. Nutrición química y orgánica en aguacate 'Hass' en Filo de Caballos, Guerrero, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc. Pub. Esp.* 11: 2169-2176.