

CONSIDERACIONES PARA EL USO COMERCIAL DEL PACLOBUTRAZOL EN LOS AGUACATES 'HASS' Y 'MENDEZ'

Salazar-García, Samuel¹; Herrera-González, Juan Antonio²; Ibarra-Estrada, Martha Elva³; González-Valdivia, José³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carretera Internacional México-Nogales, Santiago Ixcuintla, Nayarit 63300. México. Correo-e: salazar.avocado@gmail.com, ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Uruapan. Av. Latinoamericana #1101, Col. Revolución. Uruapan, Michoacán 60150. México. ³Investigadores independientes.

Resumen

El cambio climático modifica la fenología del aguacate y plantea retos para mantener su productividad ante un ambiente con temperaturas más cálidas en otoño-invierno que reducen la intensidad de floración y favorecen el crecimiento vegetativo. El paclobutrazol (PBZ) inhibe la biosíntesis de giberelinas y en aguacate puede usarse para controlar el vigor vegetativo y aumentar el amarre de fruto. Sin embargo, es importante considerar no sólo el efecto sobre el rendimiento y tamaño del fruto, sino los límites máximos de residuos (LMR) de PBZ permitidos en el fruto, según los mercados destino. El presente trabajo describe diversos estudios realizados en huertos de productores cooperantes de Michoacán (Sesangari) y Jalisco (Agro González) sobre la respuesta de los aguacates 'Hass' y 'Méndez' a diversos tratamientos con PBZ al follaje y al suelo sobre la producción y tamaño de fruto, así como los LMR en el fruto. Las aspersiones foliares y al suelo fueron efectivas para frenar el vigor del brote vegetativo e incrementar el rendimiento hasta 41.2% y en 20% la producción de frutos de calibres grandes (306-460 g por fruto). En temporada seca, las aspersiones con PBZ cuando hay fruto prolongó hasta 90 d el LMR arriba de lo permitido para los mercados de Estados Unidos y Japón (0.01 ppm); sin embargo, los LMR fueron adecuados para la Unión Europea (UE; 0.5 ppm). Si el PBZ es asperjado en época de lluvias, el LMR a los 30 d fue adecuado para la UE y a los 60 d para cualquier mercado. Las aplicaciones de PBZ al suelo no causaron LMR arriba del permitido por los mercados.

Palabras clave adicionales: *Persea americana*, LMR, retardantes de crecimiento, crecimiento vegetativo.

CONSIDERATIONS FOR THE COMMERCIAL USE OF PACLOBUTRAZOL IN THE 'HASS' AND 'MENDEZ' AVOCADOS

Abstract

Climate change modifies avocado phenology and poses challenges to maintain its productivity in an environment with increasing warmer temperatures in fall-winter that reduce the intensity of flowering and favor vegetative growth. Paclobutrazol (PBZ) inhibits gibberellins biosynthesis and in avocados can be used to control vegetative vigor and increase fruit set. However, it is important to consider not only the effect on the yield and fruit size, but the PBZ maximum residue levels (MRL) allowed in the fruit in target markets. The present work describes several studies carried out in orchards of cooperating growers from Michoacán (Sesangari) and Jalisco (Agro González) on the response of 'Hass' and 'Méndez' avocados to several treatments with PBZ to foliage and soil on yield and fruit size, as well as the MRLs in the fruit. Foliar sprays and soil applications were effective in reducing vegetative shoot vigor and increasing yield 41.2% and 20% the production of large size fruit (306-460 g/fruit). In the dry season, spraying with PBZ on fruit extended the MRL up to 90 d higher than allowed for the United States and Japan markets (0.01 ppm); however, the MRLs were suitable for the European Union (EU, 0.5 ppm). If the PBZ is sprayed in the rainy season, the MRL at 30 d was adequate for the EU and 60 d for any market. Soil PBZ applications did not cause MRLs to be higher than allowed by markets.

Additional keywords: *Persea americana*, MR, growth retardants, vegetative growth.

Introducción

En aguacate la ausencia de crecimiento vegetativo conduce a la floración y viceversa. El paclobutrazol $\{(R^*,R^*)\text{-}\beta\text{-}[(4\text{-chlorophenyl)methyl]\text{-}\alpha\text{-}(1,1\text{-dimethylethyl})\text{-}1H\text{-}1,2,4\text{-triazole}\text{-}1\text{-ethanol}\}$ es un biorregulador del grupo de los triazoles que inhibe la biosíntesis de giberelinas (Davis et al., 1988). El uso inicial del paclobutrazol (PBZ) fue el control del tamaño del árbol; sin embargo, el uso actual es para frenar y reducir el crecimiento de los brotes vegetativos durante la floración. Esto se logra con aspersiones foliares antes o durante la antesis (apertura de flores) para disminuir la competición por asimilados entre los frutillos en desarrollo y los brotes nuevos; esto usualmente resulta en mayor amarre de fruto y rendimiento (Köhne y Kremer-Köhne, 1987; Adato, 1990; Wolstenholme et al., 1990).

Las aplicaciones de PBZ al suelo, follaje, pintado o inyectado al tronco causan efectos similares, pero dependen de la concentración (Köhne y Kremer-Köhne, 1990) y momento fenológico de la aplicación. La respuesta común de estos tratamientos es que previene el crecimiento vegetativo y favorece el proceso de desarrollo floral.

En condiciones normales, el descenso de temperatura ambiental frena el crecimiento vegetativo y es el principal factor que estimula el desarrollo floral del aguacate (Salazar-García et al., 2013). En los tipos de clima donde se produce aguacate en México, el cambio climático se ha reflejado con la ocurrencia de temperaturas mínimas menos frías durante los meses en los que usualmente ocurre la iniciación floral de las floraciones principales de 'Méndez' (primavera-verano) y 'Hass' (verano-otoño). También, el descenso de la temperatura invernal puede atrasarse hasta 30 d. Lo anterior, además de estimular crecimiento vegetativo a costa de la intensidad de floración, estimula un vigoroso crecimiento vegetativo durante el amarre de fruto, disminuyendo la producción. En el caso de 'Méndez', las temperaturas cálidas del verano, junto con la lluvia de esta época, favorecen el crecimiento vegetativo previniendo la floración de verano-otoño, cuya cosecha es la de mayor valor comercial.

En México el PBZ se ha usado en aguacate desde los 90's, con resultados inconsistentes y en ocasiones desalentadores. Lo anterior debido a la falta de evaluaciones locales y a la extrapolación de concentraciones y momentos de aplicación empleados en otras regiones productoras de aguacate. Los estados de Jalisco y Michoacán concentran 81% de la superficie nacional con aguacate en la que se producen más de 760,000t (SIAP-SAGARPA, 2017). En la búsqueda de estrategias para incrementar su productividad en esta región se presentan avances de experimentos realizados para evaluar concentraciones y momentos de aplicación de PBZ al suelo o follaje para reducir el vigor vegetativo, incrementar el amarre, tamaño y producción de

fruto, así como cuantificar el límite máximo de residuos (LMR) en el fruto de los aguacates 'Hass' y 'Méndez'.

Materiales y Métodos

En los estudios aquí mencionados como fuente de PBZ se empleó el producto comercial Astar® (Chemical Direct Pty Ltd, México) que contiene 25% de PBZ, equivalentes a 250 g por litro del producto comercial. En lo sucesivo, cuando se mencionan tratamientos con PBZ se refiere a la cantidad del producto comercial Astar. En las aspersiones al follaje se empleó el surfactante Break Thru® (BASF México) en concentración de 10 mL 100 L⁻¹ agua.

Estudio I ('Méndez')

Objetivo. Evaluar el efecto de una aspersión foliar con PBZ en la floración de verano-otoño sobre producción y tamaño de fruto.

Huerto experimental. Huerto comercial "Sesangari" de aguacate 'Méndez' propiedad del Ing. Ricardo Vega, de seis años de edad en el clima Semicálido subhúmedo de Uruapan, Michoacán, a altitud de 1,747 m, distanciamiento de 5 × 3 m (666 árboles por ha), riego por microaspersión y sobre suelo profundo (Topure).

Tratamientos. Se evaluó una aspersión con PBZ al 0.6% (600 mL 100 L⁻¹ agua) aplicada cuando al menos 60% de flores habían alcanzado antesis o floración acumulada (FA) (3 nov. 2013) del flujo de floración de verano-otoño. El PBZ se aplicó a un grupo de 153 árboles y como testigo (sólo surfactante) se emplearon 53 árboles. Dentro de cada grupo de árboles se eligieron al azar 10 árboles de cada tratamiento y en cada uno de ellos se etiquetaron 10 inflorescencias para darle seguimiento al amare de fruto.

Variables evaluadas. En las inflorescencias marcadas se evaluó el amarre de fruto en tres ocasiones: tamaño cabeza de cerillo (20 nov. 2013), tamaño aceituna (20-30 mm de \varnothing ; 20 ene. 2014), madurez de cosecha ($\geq 22.7\%$ materia seca en la pulpa; 19 ago. 2014).

La cuantificación de la producción y tamaño de fruto se realizó el 15 sep. 2014 y correspondió a los frutos de la floración de verano-otoño 2013. Se cosecharon por separado los árboles tratados con PBZ y el testigo. El fruto se clasificó en bandas seleccionadoras de una empacadora comercial según el peso y el calibre establecido para exportación a los EE.UU.: C32 (334-378 g), C36 (298-333 g), C40 (259-297 g), C48 (212-258 g), C60 (175-211 g) y C70 (139-174 g).

Estudio II ('Méndez')

Objetivo. Evaluar el efecto de aspersiones foliares con PBZ en la floración de verano-otoño 2016 sobre el vigor de brotes, producción y tamaño de fruto, y el LMR de PBZ en frutos de la floración de invierno 2015-16.

Huerto experimental. Huerto comercial "Colorín-1" de aguacate 'Méndez' propiedad de Agro González, de cuatro años de edad ubicado a 1,556 m de altitud en el clima Semicálido subhúmedo de Atequizayan, Zapotlán el Grande, Jalisco. El huerto está establecido a 7 × 3.5 m y con de fertirriego.

Tratamientos. El 13 sep. 2016 se aplicó PBZ en dos aspersiones sobre la floración de verano-otoño 2016, la primera con 0.5% y la segunda con 0.3%, aplicadas al 50 y 80% de FA, respectivamente; El testigo sólo recibió surfactante. Cada tratamiento se evaluó en 30 árboles con altura de 4 m y sin entrecruzamiento de copas.

VARIABLES EVALUADAS. Se marcó una rama en cada punto cardinal de la parte media de la copa de cada árbol experimental. La longitud de brotes del flujo vegetativo de verano se midió en cada inflorescencia indeterminada de las ramas marcadas al final del ciclo de crecimiento de los brotes. Hasta el momento se ha evaluado el número de frutos total por árbol y la producción y tamaño de fruto se obtendrá en septiembre 2017.

Cuando se hicieron las aspersiones con PBZ había fruto de la floración de invierno 2015-16 para ser cosechados en oct.-nov. 2016. De esos frutos se realizaron muestreos a los 30, 60 y 90 d después de la segunda aplicación del PBZ (28 sep. 2016) para el análisis de LMR de PBZ. En cada muestreo se colectaron al azar 3 kg de fruto de los árboles tratados con PBZ y enviados a un laboratorio autorizado de verificación fitosanitaria de productos agrícolas para la cuantificación del LMR mediante cromatografía en muestras combinadas de piel y pulpa.

Análisis estadístico. Para la variable longitud de brotes se realizó un análisis de varianza con un diseño de bloques al azar con dos tratamientos (con y sin PBZ) y 30 repeticiones cada uno. Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey, a una $P < 0.05$.

Estudio III ('Méndez')

Objetivo. Evaluar el efecto de concentración de PBZ aplicadas al suelo sobre el LMR de PBZ en frutos de la floración de invierno 2015-16.

Huerto experimental. Huerto comercial "Colorín-3B" de aguacate 'Méndez' propiedad de Agro González, de cuatro años de edad ubicado a 1,556 m de altitud en el clima Semicálido subhúmedo de Atequizayan, Zapotlán el Grande, Jalisco. El huerto está establecido a 7 × 3.5 m (408 árboles por ha), con fertirriego.

Tratamientos. El 19 oct. 2016 se aplicaron dos tratamientos: 2 y 4 L·ha⁻¹ de PBZ equivalentes a 5 y 10 mL árbol⁻¹. La cantidad se disolvió en 3 L de agua y se aplicó manualmente en una zanja de 8-10 cm de profundidad a 20 cm del cuello del tronco de cada árbol. Se emplearon 100 árboles por tratamiento de los que se seleccionaron 30 para darle seguimiento a los LMR.

LMR de PBZ en fruto. Al momento de la aplicación de PBZ los frutos estaban próximos a cosecha, con contenidos de materia seca en la pulpa superiores a 22.7%. A los 34 y 82 d después de la aplicación de PBZ al suelo se colectaron al azar 3 kg de fruto del tratamiento con la concentración alta de PBZ. El procesamiento del fruto fue similar el descrito en el Estudio II.

Estudio IV ('Hass')

Objetivo. Verificar en el cv. Hass el efecto de aspersiones foliares con PBZ sobre el LMR de PBZ en frutos de la floración de invierno 2016-17.

Huerto experimental. Huerto comercial "Sesangari" de aguacate 'Hass' propiedad del Ing. Ricardo Vega, de seis años de edad en el clima Semicálido subhúmedo de Uruapan, Michoacán, altitud de 1,747 m, distanciamiento de 6 × 4 m (416 árboles por ha), riego por microaspersión y en suelo profundo (Topure).

Tratamientos. El 24 de mayo 2017 se aplicaron dos tratamientos, 0.6 y 0.8% de PBZ en árboles con frutos de la floración de invierno 2016-17. Por cada tratamiento fueron seleccionados 10 árboles con una altura no mayor de 4 m y que no presentaron entrecruzamiento de copa.

LMR de PBZ en fruto. Se realizaron muestreos de fruto a los 30 y 60 d después de la aplicación de PBZ. El procesamiento del fruto fue el descrito en el Estudio II.

Estudio V ('Hass')

Objetivo. Confirmar el efecto de aplicaciones de PBZ al suelo sobre el LMR de PBZ en frutos de 'Hass' de la floración de invierno 2015-16.

Huerto experimental. El estudio se realizó en el mismo huerto de 'Hass' del Estudio IV (416 árboles por ha).

Tratamientos. El 8 nov. 2016 se aplicaron 2 y 4 L·ha⁻¹ de PBZ equivalentes a 4.8 y 9.6 mL por árbol. La cantidad se disolvió en 3 L agua y se aplicó manualmente en una zanja de 10 cm de profundidad a 20 cm del cuello del tronco de cada árbol. Se emplearon 100 árboles por tratamiento de los que se seleccionaron 25 para darle seguimiento a los LMR.

LMR de PBZ en fruto. Al momento de la aplicación el contenido de materia seca en la pulpa del fruto era ≥ 18.8%. A los 30 d después de la aplicación de PBZ al suelo se colectaron al azar 3 kg

de fruto del tratamiento con la concentración alta de PBZ. El procesamiento del fruto fue similar el descrito en el Estudio II.

Resultados y Discusión

Estudio I ('Méndez')

Amarre de fruto. En las tres evaluaciones realizadas los árboles tratados con PBZ tuvieron mayor amarre de fruto que el testigo. El incremento respecto al testigo varió de 69% (cabeza de cerillo) a 88% (previo a la cosecha) (Figura 1).

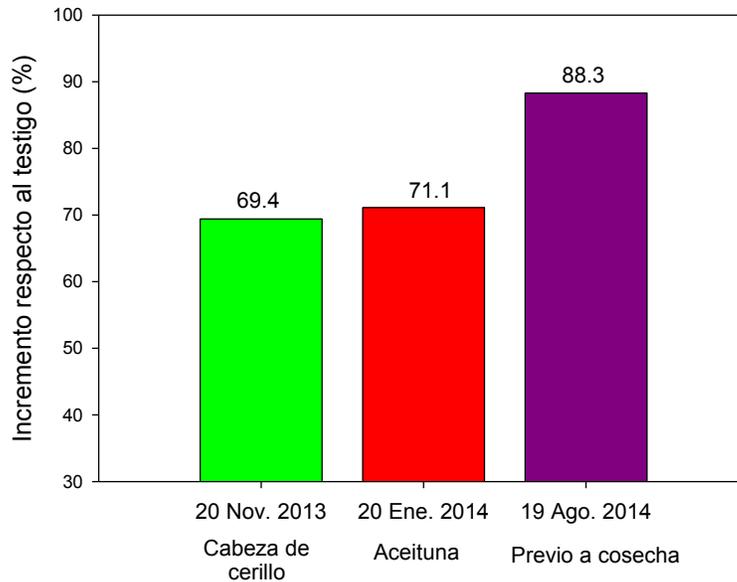


Figura 1. Incremento del amarre de fruto, respecto al testigo, del tratamiento con paclobutrazol al 0.6% asperjado al 60% de floración acumulada de verano-otoño (3 nov. 2013) en aguacate 'Méndez'.

Producción y tamaño de fruto. Aunque el fruto había adquirido su madurez de corte al final de julio, la cosecha fue realizada el 15 de septiembre. No hubo diferencias entre tratamientos para el contenido de materia seca de la pulpa y fue de 26.3% y 25.4% para los tratamientos con PBZ y el testigo, respectivamente (no se muestran datos). Esto difiere de lo observado por el primer autor de este estudio, en huertos de 'Hass' en la costa norte del Perú, donde usualmente las aspersiones con PBZ en floración atrasan de dos a tres semanas el inicio de cosecha de 'Hass' ($\geq 21\%$ de m.s. en la pulpa).

Los árboles tratados con PBZ produjeron en promedio 20.9 kg por árbol¹. Esto fue 41.2% superior a los testigos (14.8 kg por árbol) (Figura 2). Considerando los 666 árboles por ha del huerto, esto equivale a 14.0 y 9.8 t ha⁻¹ para los tratamientos con PBZ y testigo, respectivamente. En Perú,

aspersiones en floración con 0.375% PBZ en el cv. Hass incrementaron 12% el rendimiento, respecto al testigo (Felles-Leandro et al., 2015).

En el presente estudio el tratamiento con PBZ tuvo mayor producción de frutos de calibres grandes C36 y C32 (Figura 3). Al nivel global, 60% de la cosecha de los árboles tratados con PBZ produjeron calibres 40, 36 y 32 (306-460 g por fruto), comparado con sólo 40% en los árboles testigo.

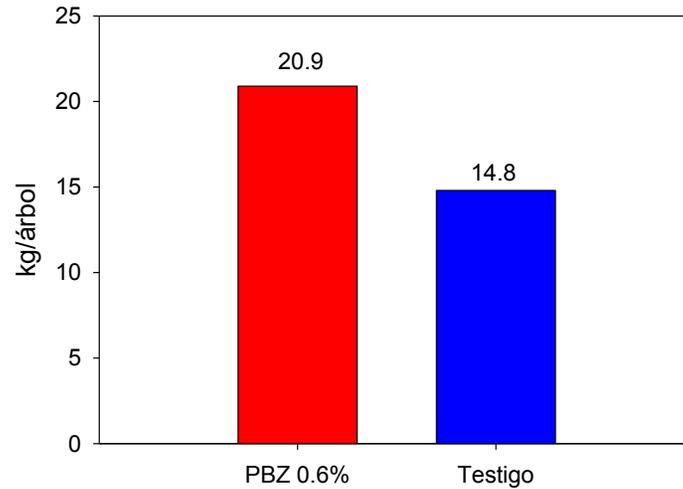


Figura 2. Producción de fruto en aguacate 'Méendez' asperjados con paclobutrazol en floración. Fecha de la aspersión: 4 nov. 2013; cosecha: 15 sep. 2014.

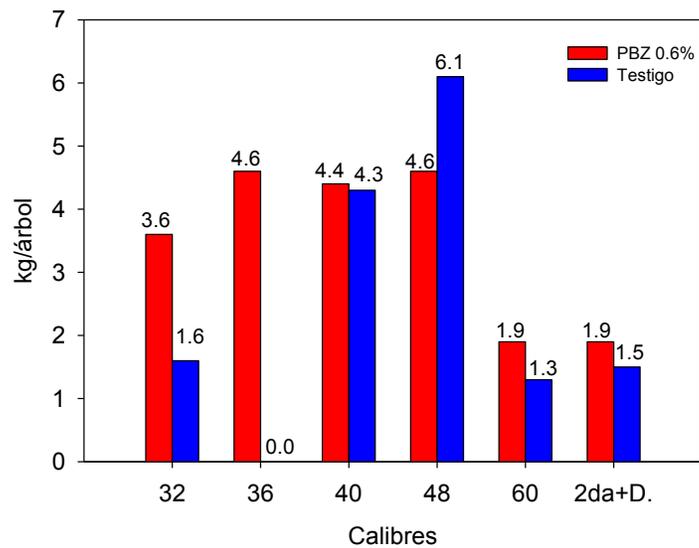


Figura 3. Distribución de calibres de fruto (promedio por tratamiento) de aguacate 'Méendez' asperjados con 0.6% paclobutrazol en floración. Fecha de aspersión: 4 de noviembre 2013; Cosecha: 15 de septiembre 2014.

Estudio II ('Méndez')

Longitud de brotes. Las aspersiones con 0.8% PBZ (suma de las dos aspersiones) en floración redujeron 69% la longitud de los brotes vegetativos. En los testigos, la longitud promedio de 542 brotes fue de 19.7 cm y en los tratados con PBZ (promedio de 213 brotes) fue de 6.1 cm. Esta reducción fue superior a la mencionada por Oosthuysen y Berrios (2015) en Jalisco, México, donde asperjaron árboles de 'Méndez' en floración de verano-otoño con PBZ (Austar al 1 ó 2%). Los brotes con PBZ crecieron 23.6 cm y los del testigo 34.6 cm.

Producción y tamaño de fruto. Al cierre de este escrito todavía no se realizaba la cosecha; sin embargo, se evaluó la cantidad de frutos presentes en los 30 árboles experimentales. La aspersión con PBZ incrementó 32% la cantidad de fruto por árbol, respecto al testigo (Cuadro 1). Dado lo avanzado del tamaño del fruto en la fecha de evaluación es poco probable que haya caída de frutos por lo que a la cosecha en septiembre 2017 esta diferencia podría mantenerse.

LMR de PBZ en fruto. Los LMR para PBZ en el fruto actualmente establecidos para los mercados de la Unión Europea, Japón y Estados Unidos son de 0.5, 0.01 y 0.1 ppm ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), respectivamente. El análisis de los frutos de la floración de invierno 2015-16, presentes al momento de la segunda aspersión con PBZ realizada el 28 sep. 2016, mostró los LMR arriba de lo permitido para USA y Japón en los muestreos realizados a los 30, 60 y 90 d. Sin embargo, todos ellos estuvieron por debajo del LMR para la Unión Europea (Figura 4).

Cuadro 1. Número de frutos de aguacate 'Méndez' provenientes de la floración de verano 2016 tratados con paclobutrazol (PBZ) 0.8% y testigos (sólo surfactante). Fecha de evaluación: 26 junio 2017.

Tratamiento	n ²	Frutos por árbol
PBZ 0.8%	30	441 a ³
Testigo	30	301 b
<i>P>F</i>		0.0001

²Número de árboles por tratamiento.

³Comparación de medias en las columnas, por Tukey ($P < 0.05$).

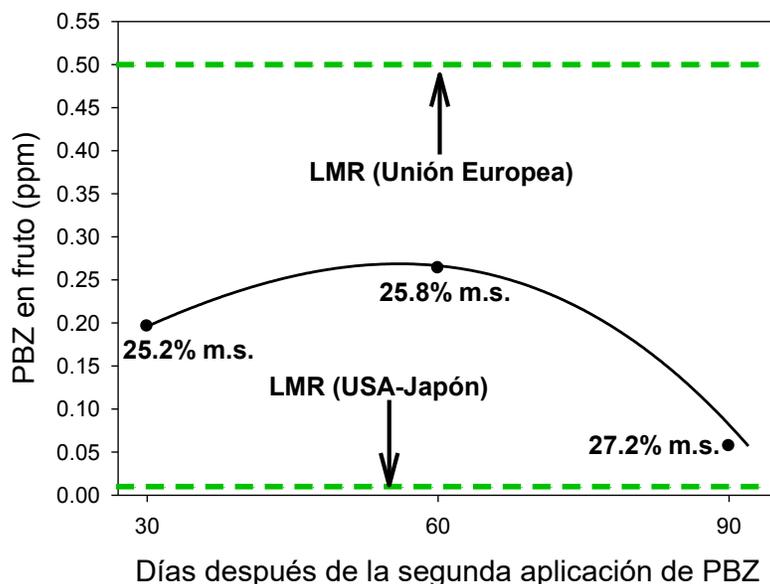


Figura 4. Concentración de paclobutrazol (PBZ) en frutos de aguacate 'Méndez' de la floración de invierno 2015-16 asperjados con PBZ en dos ocasiones, 0.5% y 0.3%, al 50 y 80% de floración acumulada, respectivamente.

Estudio III ('Méndez')

LMR de PBZ en fruto. En los dos tratamientos aplicados al suelo (2 y 4 L·ha⁻¹ de PBZ), tanto en el muestreo realizado a los 34 d (24.8% m.s.) como a los 82 d (27.4% m.s.) después de su aplicación, el LMR en el fruto estuvo debajo del nivel detectable (0.01 ppm) por lo que no significa una limitante para su exportación a ningún mercado. Esto plantea la opción segura de aplicar PBZ al suelo cuando hay presencia de fruto en el árbol de floraciones anteriores para mantenerse por debajo del LMR para los mercados de USA y Japón. La baja acumulación de PBZ en el fruto podría ser debida, entre otras, a dos razones: 1) Las aspersiones foliares dejan residuos en la piel del fruto y el análisis de LMR incluye los tejidos de piel y pulpa del fruto; 2) El PBZ aplicado al suelo se mueve por flujo de masas (movimiento del agua forzado por la transpiración de hojas, flores y frutos); sin embargo, después de 60 d después del amarre de fruto su tasa de transpiración es muy baja lo que puede resultar en una baja acumulación de PBZ en el fruto.

Estudio IV ('Hass')

LMR de PBZ en fruto. En el muestreo de 30 d después de las aspersiones al follaje, hechas en 'Hass' (fruto con 18.8% m.s. en la pulpa), la concentración de PBZ en el fruto fue de 0.07 y 0.08 ppm para los tratamientos con 0.6 y 0.8% PBZ, respectivamente. Estos valores son superiores al LMR establecido para USA y Japón, pero no para la Unión Europea. En el muestreo de 60 d

después de los tratamientos el LMR en el fruto estuvo debajo del nivel detectable (0.01 ppm) por lo que no significa una limitante para su exportación a ningún mercado (Figura 5).

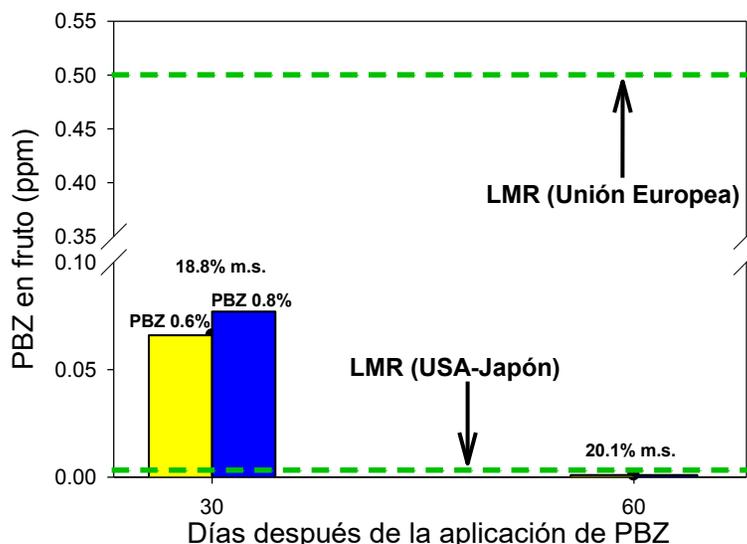


Figura 5. Concentración de paclobutrazol (PBZ) en frutos de aguacate ‘Hass’ de la floración de invierno 2016-17 que fueron asperjados por una vez con dos concentraciones de PBZ.

Los LMR de PBZ en fruto del Estudio II (‘Méndez’) y el de este Estudio (‘Hass’) aparentemente son contradictorios. En Méndez el LMR a los 90 d después del tratamiento todavía era mayor de 0.01 ppm. Sin embargo, en ‘Hass’ (Estudio IV) a los 60 d ya fue menor que 0.01 ppm. La única diferencia entre ambos estudios es que en ‘Méndez’ el PBZ se aplicó en la temporada seca y en ‘Hass’ al inicio del periodo de lluvias. Esto hace suponer que la lluvia lavó una gran parte de los residuos de PBZ en la piel del fruto, aspecto que requiere ser investigado.

Estudio V (‘Hass’)

LMR de PBZ en fruto. En el muestreo de fruto hecho 30 d después de la aplicación al suelo de PBZ de 4 L ha⁻¹ y materia seca de la pulpa $\geq 21.5\%$ m.s. el LMR para PBZ en el fruto estuvo por debajo del LMR de 0.01 ppm. Bajo las condiciones en las que se realizó este estudio el tratamiento con PBZ hasta por 4 L ha⁻¹ puede ser seguro para los principales destinos de exportación de aguacate. Lo anterior confirma que el PBZ aplicado al suelo puede ser empleado tanto en ‘Hass’ como en ‘Méndez’ (Estudio III).

Conclusiones

Las aspersiones foliares y al suelo fueron efectivas para frenar el vigor del brote vegetativo e incrementar el rendimiento hasta 41.2% y en 20% la producción de frutos de calibres grandes

(306-460 g fruto⁻¹). En temporada seca, las aspersiones con PBZ cuando hay fruto prolongó hasta 90d el LMR arriba de lo permitido para los mercados de Estados Unidos y Japón (0.01 ppm); sin embargo, los LMR fueron adecuados para la Unión Europea (UE; 0.5 ppm). Si el PBZ es asperjado en época de lluvias, el LMR a los 30 d fue adecuado para la UE y a los 60 d para cualquier mercado. Las aplicaciones de PBZ al suelo no causaron LMR arriba del permitido por los mercados.

Agradecimientos

A Agro González S.P.R. de R.L. (Ciudad Guzmán, Jalisco) y Frutícola Velo (Uruapan, Michoacán) el financiamiento parcial de estos estudios, así como por facilitar sus huertos y apoyar en los trabajos de campo. También se reconoce a Chemical Direct Pty Ltd, México (Guadalajara, Jalisco) por proporcionar el Austar para parte de los estudios aquí presentados.

Literatura Citada

- Adato, I. 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. *Scientia Horticulturae* 45:105-115
- Davis, T.D., G.L. Steffens, and N. Sankhla. 1988. Triazole plant growth regulators. *Horticultural Reviews* 10:63-105.
- Felles-Leandro, D., R. Quiñones Ramirez, y E. Francisco Cajachagua. 2015. Aplicación de paclobutrazol en el rendimiento del cultivo de palto cv. "Hass". *Memorias VIII Congreso Mundial de la Palta, Lima, Perú, 13-18 Sep. 2015. pp. 253-256.*
- Köhne, J.S. and S. Kremer-Köhne. 1987. Vegetative growth and fruit retention in avocado as affected by a new plant growth regulator (Paclobutrazol). *South African Avocado Growers' Association. Yearbook* 10:64-66.
- Köhne, J.S. and S. Kremer-Köhne. 1990. Results of a high density avocado planting. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 13:31-32
- Oosthuyse, S.A. y M. Berrios. 2015. Increased fruit retention and size and reduced new shoot vigour in 'Méndez' avocado resulting from spray application of Paclobutrazol plus potassium nitrate during flowering'. *Memorias del VIII Congreso Mundial de la Palta, Lima, Perú, 13-18 Sep. 2015. pp. 362-365.*
- Salazar-García, S., L.C. Garner, and C.J. Lovatt. 2013. Reproductive Biology. pp.118-167. In: Schaffer, B., B.N. Wolstenholme and A.W. Whiley (Eds.). *The Avocado, 2nd Edition, Botany, Production and Uses.* CABI, Oxfordshire, UK.
- SIAP-SAGARPA. 2017. Cierre de la producción agrícola por cultivo. http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp. Consultado el 12 julio 2017.
- Wolstenholme, B.N., A.W. Whiley, and J.B. Saranah. 1990. Manipulating vegetative reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae* 41:315-327.