

EFECTO DEL PACLOBUTRAZOL SOBRE EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DEL OLIVO (*Olea europaea* L.)

PACLOBUTRAZOL EFFECT ON OLIVE TREE (*Olea europaea* L.) DEVELOPMENT AND PRODUCTION

Rubén Macías Duarte^{1*}, Raúl Leonel Grijalva Contreras¹, Fabián Robles Contreras¹, Juan Carlos Aguilar Sánchez² y Saúl Abner Grijalva Durón²

¹ Investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Av. "S" No. 8 Norte Col. Centro. CP 83600, Caborca, Sonora.

² Estudiantes del Departamento de Agronomía y Ganadería. Universidad de Sonora. Carretera Hermosillo a Bahía Kino, Km 21. C.P. 83000, Hermosillo, Sonora. México.

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto del regulador de crecimiento paclobutrazol (Cultar® 25 SC) en combinación con nitrato de potasio en el crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto en olivo. El experimento se realizó en Caborca, Sonora en el año 2012 en la Sociedad de Producción Rural "Campo Aguilar". Se evaluaron tres dosis de paclobutrazol: 0, 10 y 20 g de ingrediente activo (i.a.) árbol⁻¹ aplicadas al suelo y una de 10 g de i.a. árbol⁻¹ al follaje, además dos dosis de nitrato de potasio (KNO₃) en concentración de 0 y 8 % en forma foliar. El diseño experimental fue un factorial 2x4, donde el factor A correspondió a dosis de KNO₃ y el factor B a los tratamientos de paclobutrazol. A cada parámetro se le realizó el análisis de varianza y una comparación de medias (Tukey p=5%). Los resultados indicaron que la aplicación de paclobutrazol y el nitrato de potasio no afectaron significativamente el rendimiento, calidad de fruto y crecimiento vegetativo. El rendimiento por árbol varió de 116.2 a 127.4 kg árbol⁻¹ (23.2 a 25.5 ton ha⁻¹). La nula respuesta puede explicarse al alto rendimiento obtenido en el año.

Palabras clave: regulador de crecimiento, rendimiento, alternancia, nutrientes

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the growth regulator Paclobutrazol (Cultar® 25 SC) application in combination with potassium nitrate on the vegetative growth, yield and fruit quality in olive. The experiment was carried out in 2012 in Caborca, Sonora, Mexico at the "Campo Aguilar" Rural Production Society. Three Paclobutrazol doses were evaluated: 0, 10 and 20 g of a.i. tree⁻¹ applied to the soil and one of 10 g of a.i. tree⁻¹ applied to foliar spray, as well as two potassium nitrate (KNO₃) doses at 0 and 8%, applied as a foliar spray. The experimental design used was Factorial 2x4, the A factor were KNO₃ doses and B factor were Paclobutrazol concentrations. In each parameter a variance analysis and means comparisons compared were done (Tukey, p=5%). Our results indicated that the paclobutrazol and KNO₃ application do not significantly affect the yield, olive quality and vegetative growth. The yield per tree varied between 116.2

to 127.4 kg tree⁻¹ (23.2 to 25.5 ton ha⁻¹). The lack of response to the treatments can be explained because the olive production was higher in this year.

Keys word: Growth regulator, yield, alternate bearing, nutrients

INTRODUCCIÓN

El olivo (*Olea europaea* L.) ocupa una superficie en México de 9,309 ha y una producción de 18,108 t anuales (SIAP, 2009). La región de Caborca, Sonora es la principal zona productora de aceituna para mesa en el país, ocupa una superficie de 2,500 ha (Grijalva *et al.*, 2010). En olivo, el proceso de crecimiento vegetativo y fructificación se realiza en dos años consecutivos (ciclo bianual). En el primer año se producen las yemas y la inducción floral y al segundo año se produce la floración, cuajado, crecimiento y desarrollo de la drupa. La presencia de frutos y brotes en crecimiento simultáneamente con yemas que han de ser inducidas, provoca una serie de procesos de competencia por los asimilados y dan lugar a una inhibición hormonal. Estos mecanismos determinan el crecimiento vegetativo de las ramas y el nivel de floración del año siguiente (Rallo y Cuevas, 1999).

La productividad del olivo tiene una gran relación con la inducción e iniciación floral y al respecto existen varias hipótesis. Luckwill (1974) señala que la inducción floral es un fenómeno cualitativo que se produce por un cambio en el equilibrio hormonal dentro de la planta. Por su parte, Burban y Faust (1982) determinan que la inducción floral se debe a un cambio en la distribución de los nutrientes en el meristemo apical.

En estudios sobre el efecto de las giberelinas en olivo, se aplicaron inyecciones de dichas hormonas en el tronco de árboles sin fruto (Navarro *et al.*, 1990) y se observó el efecto inhibitorio que estas provocan en la inducción floral de las yemas definido anteriormente por Badr y Hartmann (1972). Por otra parte, Proietti y Tombesi (1996) sugieren que la inducción floral no es inhibida directamente por la acción de las giberelinas, sino que la acción hormonal estaría centrada en la disponibilidad y distribución de los asimilados, y su influencia en la inducción sería de manera indirecta. Respecto de reguladores de crecimiento, Badr y Hartmann

*Autor para envío de correspondencia: Rubén Macías Duarte
Correo electrónico: macias.ruben@inifap.gob.mx

Recibido: 29 de agosto de 2014
Aceptado: 02 de febrero de 2015

(1972), determinaron que la floración se promovió mediante aplicación de un retardante del crecimiento (Alar-85[®]) y se inhibió con la aplicación de giberelinas así como con ácido abscísico. Por otra parte, con la inyección al tallo de paclobutrazol (inhibidor de la acción de las giberelinas), no se mejoró la floración en olivo (Fernández-Escobar *et al.*, 1992). Sin embargo, en mango, el paclobutrazol ha dado excelentes resultados como promotor de la brotación floral. Entre sus efectos se citan floración y abundante madurez temprana en frutos, restricción de la brotación vegetativa, eliminación de la alternancia productiva, incremento en la producción de flores perfectas y rendimientos altos (Burondkar y Gunjate, 1993; Werner, 1993; Whiley, 1993).

Regularmente, el contenido de nutrientes en el suelo no siempre está relacionado con el análisis foliar de la planta, ya que se han observado deficiencias de potasio en plantas establecidas en suelos ricos en potasio cuando existe falta de agua en periodos prolongados de estrés (Rallo, 2001). En otros frutales como mango, se han probado compuestos como el nitrato de potasio, de amonio y de calcio y algunos biorreguladores para incrementar rendimiento y controlar la floración. Al respecto se han reportado adelantos de 30 a 45 días en la floración, incremento en la producción, adelanto en la cosecha y atenuación de la alternancia productiva en mango variedad 'Haden' por efecto del KNO₃ (Ferrari, 1995).

De acuerdo a los planteamientos anteriores se puede aseverar que la productividad de algunas especies frutales es afectada por la acción de las giberelinas reduciendo la floración y el rendimiento; y con la aplicación de un producto inhibidor de las giberelinas (Paclobutrazol) el efecto debería reducirse. El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto del paclobutrazol en combinación con el KNO₃ sobre desarrollo y producción y calidad del fruto del olivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se estableció en el campo de la Sociedad de Producción Rural (SPR) Aguilar en la región semidesértica de Caborca, Sonora localizado a 30° 43' 31.7" latitud norte y 112° 54' 23.14" de longitud oeste, a una altitud de 44 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 22 °C, siendo enero el mes más frío con 4.6 °C y julio el más caliente con 40.2 °C. Las propiedades del suelo de la huerta presentó una textura arenosa, una conductividad eléctrica de 7.9 dS m⁻¹, 1.4% de materia orgánica y un pH de 7.9.

Manejo del cultivo

La investigación se estableció el 2 de febrero de 2012 en un huerto de 12 años de edad variedad Manzanilla, con marco de plantación de 200 árboles ha⁻¹ con un distanciamiento de 10 m x 5 m. La planta de olivo al momento de la aplicación se encontraba en la etapa de aparición de los primeros botones florales. Los árboles donde se realizó la evaluación están distribuidos en forma equidistante entre

dos líneas de árboles polinizadores de la variedad Barouni. Al huerto se le dio el manejo agronómico más adecuado para su producción de acuerdo a Navarro *et al.* (1993).

Diseño experimental

El diseño experimental usado fue un factorial 2x4, donde el factor A correspondió a la evaluación de dos tratamientos de nitrato de potasio (KNO₃) en concentraciones de 0 y 8% aplicadas al follaje, y el factor B, a la evaluación de tres dosis de paclobutrazol (0, 10 y 20 g de ingrediente activo (i.a.) por árbol) aplicados al suelo más una aplicación al follaje de 10 g de i.a. por árbol, utilizando el producto comercial Cultar 25° SC, dando un total de ocho tratamientos. Se establecieron cinco repeticiones por tratamiento, utilizando un árbol como unidad experimental (repetición). La aplicación de nitrato de potasio se realizó en forma foliar y se utilizó el producto 13-00-46 (Nitrato de Potasio de la empresa Haiffa[®]), el cual se preparó a una concentración de 8.0% (8.0 kg de KNO₃ en 100L de agua) y se aplicaron 3.0L de esta solución por árbol. La incorporación al suelo del paclobutrazol se realizó abriendo un surco de 15 cm de profundidad por 3 m de largo a una distancia de 1.5 m a ambos lados del tronco del árbol coincidiendo con la línea de riego por goteo del huerto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento

La aplicación de paclobutrazol al suelo o al follaje no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos en el rendimiento de aceitunas con respecto al testigo, tampoco se obtuvo respuesta con la aplicación de nitrato de potasio (Tablas 1 y 3). Si se considera el rendimiento del mejor tratamiento de paclobutrazol (10 g de i.a. de paclobutrazol aplicado al follaje) contra el testigo, se denota un ligero incremento de 3.2 kg árbol⁻¹, del mismo modo se presentó un ligero incremento de 3.1 kg árbol⁻¹ con la aplicación de KNO₃ (Tablas 1 y 3). Con la aplicación de paclobutrazol, el rendimiento promedio obtenido por árbol en todos los tratamientos fue de 121.5 kg, lo que significa un rendimiento por superficie de 24.3 t ha⁻¹, mientras que con la aplicación de KNO₃ fue de 123.1 kg árbol⁻¹ lo cual representa un rendimiento de 24.6 t ha⁻¹, no existiendo interacción entre ambos factores. Dichos rendimientos resultan ser superiores a la media regional que

Tabla 1. Rendimiento, peso, diámetro y longitud de fruto y relación pulpa-hueso de cuatro tratamientos de paclobutrazol en olivo.

Table 1. Yield, weight, diameter and length of fruit and pulp-pit ratio of four treatments of paclobutrazol in olive trees.

Paclobutrazol (g árbol ⁻¹)	Rendimiento (kg árbol ⁻¹)	Peso fruto (g)	Diámetro fruto (cm)	Longitud fruto (cm)	Relación Pulpa/hueso
0	124.2 a ^z	3.10 a	1.64 a	2.1 a	3.6 a
10	118.5 a	3.25 a	1.66 a	2.1 a	3.5 a
20	116.2 a	3.15 a	1.64 a	2.1 a	3.8 a
10 F	127.4 a	3.35 a	1.67 a	2.1 a	3.6 a
Media	121.5	3.21	1.65	2.1	3.6
C.V. (%)	15.6	6.1	3.4	2.4	7.4

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p= 0.05).

Tabla 2. Número de nudos por brote y longitud de entrenudos por brote de cuatro tratamientos de paclobutrazol en olivo.**Table 2.** Number of nodes per branch and length of internodes of four treatments of paclobutrazol in olive trees.

Paclobutrazol (g árbol ⁻¹)	Número de nudos por brote	Longitud de entrenudos (cm)
0	20.1 a ^z	2.0 a
10	20.7 a	2.0 a
20	21.2 a	2.0 a
10F	20.6 a	2.1 a
Media	20.6	2.0
C.V.	12.7 %	8.2%

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p= 0.05)**Tabla 3.** Rendimiento, peso, diámetro y longitud de fruto y relación pulpa-hueso de dos tratamientos de nitrato de potasio en olivo.**Table 3.** Yield, weight, diameter and length of fruit and pulp-pit ratio of two treatments of potassium nitrate in olive trees.

KNO ₃ (%)	Rendimiento (kg árbol ⁻¹)	Peso fruto (g)	Diámetro fruto (cm)	Longitud fruto (cm)	Relación Pulpa/hueso
0	120.0 a ^z	3.22 a	1.65 a	2.1 a	3.6 a
8	123.1 a	3.20 a	1.65 a	2.1 a	3.6 a
Media	121.6	3.21	1.65	2.1	3.6
C.V.	15.6 %	6.1 %	3.4 %	2.4 %	7.4 %

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p= 0.05).

es de 5.0 t ha⁻¹ (Grijalva *et al.* 2010). Estos investigadores señalan que el olivo es un frutal que sufre alternancia y que puede producir en un año hasta 20.0 t ha⁻¹ y al siguiente reducir el rendimiento hasta 2.0 t ha⁻¹, además el manejo del huerto y las condiciones del clima (acumulación de frío y temperaturas en floración) son factores importantes que afectan la alternancia. Es importante mencionar que el rendimiento del huerto de olivos donde se estableció el experimento produjo 13.0 t ha⁻¹ un año anterior (2011) y 10 t ha⁻¹ al año siguiente (2013), lo que refuerza la hipótesis de alternancia productiva durante el año de estudio de este cultivo.

La nula respuesta del paclobutrazol y del nitrato de potasio podría explicarse al exceso de producción de aceitunas durante este año. Sin embargo, Fernández-Escobar *et al.* (1992) mencionan que con la aplicación de paclobutrazol en olivo no mejoró significativamente la densidad de floración, el cual es un importante componente de rendimiento en árboles frutales como el olivo. Por otro lado, Davenport y Núñez-Elisea (1990) indican que el efecto de la aplicación foliar de KNO₃ se observa principalmente bajo condiciones ambientales tropicales, sin embargo la presente investigación se realizó bajo condiciones desérticas.

Calidad del fruto

La aplicación de paclobutrazol no afectó estadísticamente el peso de fruto, diámetro y longitud de fruto, así como la relación pulpa hueso (Tabla 1). El peso de fruto varió entre 3.10 y 3.35 g, el diámetro de fruto osciló entre 1.64 y

1.67 cm, la longitud presentó valores de 2.1 cm, mientras que la relación pulpa-hueso varió entre 3.5 y 3.8. En la aplicación de paclobutrazol y KNO₃, no se presentaron efectos de interacción entre ambos productos. La aplicación de KNO₃ no presentó diferencias estadísticas en ninguno de los parámetros evaluados. Los valores obtenidos en peso, diámetro y longitud de fruto así como en la relación pulpa/hueso, fueron iguales al testigo, con valores de 3.2 g, 1.6 cm, 2.1 cm y 3.6 respectivamente (Tabla 3). Los valores entre los diferentes tratamientos resultaron ser muy similares entre ellos y menores a los reportados por Grijalva *et al.* (2010) estudiando la misma variedad. La reducción de los valores de los parámetros antes mencionados, puede explicarse debido a la mayor cantidad de frutos por árbol que se presentaron en presente ciclo.

Crecimiento vegetativo

El número de entrenudos por brote y la longitud de los entrenudos no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con la aplicación de paclobutrazol ni con la aplicación de nitrato de potasio (Tablas 2 y 4). En todos los tratamientos los valores observados fueron muy similares. Con la aplicación de paclobutrazol, el número de nudos por brote varió de 20.1 a 21.2 y con KNO₃ de 20.6 a 20.7. Así mismo, la longitud de brote varió de 2.0 a 2.1 cm con la aplicación de paclobutrazol, mientras que con KNO₃ el valor fue de 2.0 cm igual al testigo. El efecto principal del paclobutrazol en frutales es la disminución de la longitud de los entrenudos porque es un inhibidor de la síntesis de giberelinas (Werner, 1993). Sin embargo, una explicación al nulo efecto del paclobutrazol sobre estas variables de desarrollo vegetativo se debe a que la aplicación se realizó cuando el crecimiento del brote y la formación de nudos por brote prácticamente se encontraban a un 80% de desarrollo.

Tabla 4. Número de nudos por brote y longitud de entrenudos de dos tratamientos de nitrato de potasio en olivo.**Table 4.** Number of nodes per branch, length of internodes of two treatments of potassium nitrate in olive trees.

KNO ₃ (%)	Número de nudos por brote	Longitud de entrenudos (cm)
0	20.7 a ^z	2.0 a
8	20.6 a	2.0 a
Media	20.6	2.0
C.V.	12.7 %	8.2%

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey p= 0.05).

CONCLUSIONES

En las condiciones de época, dosis y estado fisiológico de los árboles de olivo, la aplicación de paclobutrazol y nitrato de potasio, no presentó respuesta sobre el rendimiento y desarrollo vegetativo del cultivo del olivo. Se sugiere realizar más investigaciones en etapas más tempranas para ver una posible respuesta del paclobutrazol sobre el comportamiento productivo del olivo.

REFERENCIAS

- Badr, S. A. and Hartmann, H. T. 1972. Flowering response of the olive (*Olea europaea* L.) to certain growth regulators applied under inductive and noninductive environments. Bot. Gaz. Vol. 133, pp. 387-392. 176.
- Burban, T. and Faust, M. 1982. Flower bud induction in apple trees: internal control and differentiation. Hort. Rev. Vol. 4, pp. 174-203.
- Burondkar, M. and Gunjate, R. 1993. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in "Alphonso" mango with paclobutrazol. Acta Horticulturae 341: 206-2015.
- Davenport, T. and Núñez-Elisea, R. 1990. Ethylene and other endogenous factors possibly involved in mango flowering. Acta Horticulturae 275: 441-447.
- Ferrari, D. 1995. Regulación de crecimiento e inducción floral en mango (*Mangifera indica* L.) var. Haden. Tesis. Universidad Central de Venezuela. Maracay.
- Fernández-Escobar, R., Benlloch, M., Navarro, C. y Martín, G. C. 1992. The time of floral induction in the olive. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117, (2): 304-307.
- Grijalva, C.R.L. López C.A. Navarro, C.J.A. y Fimbres F. A. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del norte de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP. 100 p.
- Luckwill, L.C. 1974. A new look at process of fruit bud formation in apple. XIX International Horticultural Congress, Warsaw. 3, 237-2345.
- Navarro, C., Fernández-Escobar, R., y Benlloch, M. 1990. Flower bud induction in 'Manzanillo' olive. Acta Horticulturae. Vol. 286, pp. 195-198.
- Navarro, A.J.A.C., Fimbres, F.A., Martínez, D.G. y Cepeda, V.G. 1993. El cultivo del olivo en la región de Caborca, Sonora. Folleto Técnico No. 1. SARH-INIFAP-CIRNO-CECAB. 36 p.
- Proietti, P. y Tombesi, A. 1996. Effects of gibberellic acid, asparagine and glutamine on flower bud induction in olive. Journal of Horticultural Science. Vol. 71, No.3, pp. 383-388.
- Rallo, L. y Cuevas, J. 1999. Fructificación y producción. En: Barranco, D. Fernández-Escobar, R., Rallo, L. El cultivo del olivo. 3ª ed. Madrid: Junta de Andalucía. Ed. Mundi-Prensa. pp. 117-150.
- Rallo, L. 2001. Fructificación y producción. In: D. Barranco, R. Fernández y L. Rallo (eds.), El cultivo del olivo. Coedición Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. 4ª. Edición. Madrid, España. pp. 261-280.
- SIAP, 2009. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca (SIAP). México. <http://www.siap.gob.mx>.
- Werner, H. 1993. Influence of paclobutrazol on growth and leaf nutrient content of mango (cv Blanco) Acta Horticulturae 341: 225-229.
- Whiley, A. 1993. Environment effects on phenology and physiology of mango a review. Acta Horticulturae 341: 168-176.