



RESPUESTA DE LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL Y DE UN BIOESTIMULANTE EN LA PRODUCTIVIDAD DEL OLIVO BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS DE SONORA

RESPONSE OF THE ARTIFICIAL POLLINATION AND BIOSTIMULANT APPLICATION ON OLIVE TREE PRODUCTIVITY UNDER DESERTIC CONDITIONS OF SONORA.

Raúl Leonel Grijalva Contreras^{1*}, Saúl Abner Grijalva Durón², Rubén Macías Duarte¹, Arturo López Carvajal¹ y Fabián Robles Contreras¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sitio Experimental de Caborca. Avenida S No. 8 Norte. C.P. 83600. H. Caborca, Sonora, México.

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

RESUMEN

Se realizó una investigación para conocer el efecto de la polinización artificial y la aplicación de un bioestimulante sobre la productividad y calidad del olivo bajo condiciones desérticas. El experimento se realizó en la SPR Campo Aguilar en Caborca, Sonora durante el año 2007. En el se utilizó una huerta de ocho años de edad del cultivar Manzanillo, establecida a un distanciamiento de 10x5m (200 árboles ha⁻¹) y bajo riego por goteo. Para la polinización artificial se utilizó polen del cultivar Sevillano, realizándose dos aplicaciones (3 y 5 de abril) con una dosis total de 70 g ha⁻¹. El bioestimulante utilizado fue bioforte con el cual se realizaron dos aplicaciones, una antes de la floración (29 de marzo) y la otra en plena floración (10 de abril). Los resultados mostraron que la polinización artificial incrementó el rendimiento y redujo el porcentaje de frutos partenocárpicos sin afectar la calidad del fruto. El rendimiento obtenido en árboles polinizados artificialmente fue de 2464 kg ha⁻¹ contra 1273 kg ha⁻¹ en los árboles no polinizados. La aplicación del bioestimulante no tuvo efecto en el rendimiento ni en la calidad de la aceituna.

Palabras claves: Olea europaea L., polinización, bioforte, rendimiento

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of the artificial pollination and the bioestimulant application on productivity and olive quality under desertic conditions. The trial was conducted at SPR Campo Aguilar of Caborca, Sonora, Mexico, during 2007 year. In this experiment we used olive orchard of eight year and the variety used was Manzanillo, with distance of planting 10x5 m (200 trees ha⁻¹) under drip irrigation system. For the artificial pollination we used pollen from Sevillano cultivar and we realized two applications (3 and 5 April) with total dose of 70 g ha⁻¹. The bioestimulant used was bioforte and were done two applications, the first before of the flowering (March, 29) and the other application was done during full flowering (April, 10). The results showed that the artificial pollination increased the olive yield and decreased the shotberries incidence without to affect olive quality. The yield obtained by artificial pollination was of 2464 kg ha⁻¹ versus 1273 kg ha⁻¹ in the trees not pollinated. The bioestimulant application had no effect on yield or fruit quality.

Keywords: Olea europaea L., pollination, bioforte, yield.

*Autor para correspondencia: Raúl Leonel Grijalva Contreras
Correo electrónico: rgrijalva59mx@hotmail.com

Recibido: 28 de junio de 2012

Aceptado: 10 de agosto de 2012

INTRODUCCIÓN

La producción del olivo en el mundo alcanza una media anual del orden de 12 millones de toneladas de aceitunas, de las que el 90% se destinan a la obtención de aceite y el 10% se consumen elaboradas como aceituna de mesa (Barranco *et al.*, 2001). En México la superficie plantada de olivo para el 2010 fue de 8928 ha de las cuales 6817 se encuentran en etapa productiva que producen 27 209 toneladas anuales con un valor de la producción de 187.3 millones de pesos (SIAP, 2010). En la región olivícola de Caborca, Sonora la superficie es de 2500 ha, las cuales tradicionalmente se han enfocado a la producción de aceituna verde para encurtido para el mercado Norteamericano, utilizando para este propósito el cultivar Manzanillo, siguiéndole en importancia el cultivar Misión, aunque este segundo es menos preferido por el comercializador (Grijalva *et al.*, 2007 y Grijalva *et al.*, 2010).

La baja productividad de los huertos de la región se debe a un bajo amarre de frutos, lo cual es resultado de problemas de polinización que ocurren durante la floración y que pueden ser acentuados y/o determinados por las condiciones climáticas (Grijalva *et al.*, 2010). Así, se ha observado que la aplicación de polen artificial, en un año, puede mejorar la producción de árboles pequeños hasta en un 600%, lo cual pudiera ser menos acentuado en árboles adultos (Navarro, 2002); algo similar ha sido encontrado por otros investigadores en Israel (Lavee y Datt, 1978). Asimismo, se ha visto que ésta práctica puede reducir el porcentaje de frutos partenocárpicos. En algunas ocasiones se ha observado que en años con temperaturas adecuadas para la polinización, la diferencia en producción entre árboles o huertas de olivo con y sin polinización artificial es mínima. (Navarro, 2002).

Durante la primavera con temperaturas mayores a 32°C empiezan a aparecer problemas de autoincompatibilidad, reflejándose en un bajo amarre de frutos. Lo anterior es ocasionado por

una disminución de la capacidad de germinación del polen, receptividad del estigma y una menor velocidad de crecimiento del tubo polínico, entre otros (Griggs *et al.*, 1975). Una opción de mitigar esta situación es llevando a cabo la polinización artificial, con la cual la velocidad de crecimiento del tubo polínico es mayor comparada con árboles autopolinizados. En cualquier caso, la polinización cruzada utilizando un cultivar compatible, mejora en muchas ocasiones la fecundación de flores y el amarre de frutos, y en consecuencia la productividad de los huertos de olivo 'Manzanillo' (Navarro y López, 2003).

La utilización de polen de 'Barouni' y 'Sevillano' ha incrementado sustancialmente el amarre de frutos y ha reducido el porcentaje de frutos partenocárpicos, mientras que el uso de polen de otros cultivares no ha mostrado la misma eficacia (Cuevas y Polito, 1997; Cuevas *et al.*, 2001).

La polinización artificial en el cultivar Manzanillo utilizando polen de 'Sevillano' ha incrementado el amarre de fruto y la productividad en olivo (Grijalva *et al.*, 2008). En trabajos realizados por Navarro *et al.* (2005) en donde se compararon tres épocas de aplicación de polen, se encontró que lo mejor fue aplicar 50 g de polen al inicio de floración más 50 g de polen al 50% de floración, obteniéndose un rendimiento de 38,4 kg árbol⁻¹ contra 27,7 kg árbol⁻¹ en los árboles testigo ('Manzanillo' autopolinizado).

Aplicaciones de nitrógeno al 2% foliar en olivo utilizando urea desbiuretizada tuvieron poco efecto en el amarre y rendimiento del fruto y la mejor respuesta se presentó cuando la aplicación se realizó antes de la floración (Navarro *et al.*, 2004). Así mismo, aplicaciones foliares del bioestimulante benefit PZ® (ácidos nucleicos, proteínas enzimáticas, aminoácidos libres y vitaminas) después del amarre del fruto incrementaron el tamaño de aceituna pero no se obtuvieron diferencias estadísticas en el rendimiento (Guerra *et al.*, 2000).

La aplicación de bioestimulantes es una práctica común para incrementar rendimiento y calidad en muchas especies frutícolas (Weaver, 1987), sin embargo, pocos estudios son reportados en olivo, por otro lado, existe la controversia del beneficio de la polinización artificial. Por ello, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la polinización artificial y la aplicación de un bioestimulante vegetal sobre la productividad y calidad de frutos de olivo en el cultivar Manzanillo bajo condiciones desérticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

El presente experimento se realizó durante el año 2007 en la región de Caborca, Sonora, México en el predio 'SPR Campo Aguilar', cuyas coordenadas son: 30° 48' 28" Latitud Norte, 112° 54' 20" Longitud Oeste, y una altitud de 44 m sobre el nivel del mar. La evaporación promedio anual registrada oscila de 2400 a 2700 mm. Temperatura media anual de 22,0 °C, siendo enero el mes más frío con 4,6 °C y julio el mes con mayor temperatura de 40,2 °C. Una acumulación de horas frío en los últimos diez años de 276 horas según el método de Damota (INIFAP, 1985; Ruiz *et al.*, 2005).

Manejo de la Huerta

El experimento se realizó en una huerta de ocho años de edad utilizando el cultivar Manzanillo. El cual se encuentra plantado a un distanciamiento de 10x5m (200 árboles ha⁻¹) y utilizando riego por goteo. La lámina total de agua utilizada fue de 80 cm. La fertilización aplicada fue de 30N-30P-30K utilizando como fuentes la urea (46-00-00), ácido fosfórico (00-52-00) y nitrato de potasio (13-2-44). Además para mejorar las condiciones de suelo se aplicó 8,0 L ha⁻¹ de agrosuelo (extractos orgánicos, ácidos húmicos y nitrógeno) y 4,0 L ha⁻¹ de humus de lombriz. Con el fin de prevenir enfermedades se aplicó *Trichoderma harzianum* 4,0 L ha⁻¹. La poda de los árboles consistió en eliminar los brotes del tronco dos veces al año. La cosecha del fruto de aceituna se realizó el 30 y 31 de agosto del 2007.

Descripción de los Tratamientos

Se evaluaron dos factores, el primero con y sin polinización artificial y el segundo con y sin aplicación de un bioestimulante resultando un total de cuatro tratamientos. El bioestimulante utilizado fue bioforte® (extractos orgánicos, fitohormonas y vitaminas). Se realizaron dos aplicaciones de polen, la primera el 3 de abril en dosis de 30 g ha⁻¹ cuando había un 15% de floración y la segunda el 5 de abril con dosis de 40 g ha⁻¹ al 80% de floración. El polen utilizado fue del cultivar Sevillano recolectado un año anterior y traído de California USA, el cual presentó una viabilidad de 51,2% de acuerdo con la metodología descrita por Hicks *et al.* (2004). Las aspersiones de polen se realizaron con una aplicadora manual en horario de las 19:00 y 20:00 horas. El bioestimulante se aplicó antes de la floración (29 de marzo) y en plena floración (10 de abril). En ambas aplicaciones se utilizó a una concentración del 2,0 mL de material comercial por litro de agua. La aspersión del producto se realizó con una aspersora de motor.

Análisis Estadístico y Variables Evaluadas

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental consistió en cinco árboles por tratamiento. Las variables evaluadas fueron rendimiento (kg ha⁻¹), frutos partenocárpicos (%), peso del fruto (g), diámetro y longitud del fruto (cm) y además se cuantificó la relación pulpa-hueso en fresco del fruto. Para la separación de medias se utilizó la prueba de D.M.S. ($p < 0,05$). Los análisis de varianza y las prueba de medias se obtuvieron con el paquete estadístico UANL (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento

La aplicación de polen usando como fuente al cultivar Sevillano incrementó significativamente el rendimiento de aceituna en árboles del cultivar Manzanillo, obteniéndose un rendimiento promedio de 2464 kg ha⁻¹ contra 1273 kg ha⁻¹ en los árboles donde no se aplicó polen, lo cual significó un incremento en

el rendimiento del 94% (Tabla 1). Esta respuesta concuerda por la encontrada por varios autores (Lavee y Datt, 1978; Cuevas y Polito, 1997; Cuevas *et al.*, 2001; Navarro, 2002; Navarro y López, 2003; Navarro *et al.*, 2005). Por otro lado, la aplicación del bioestimulante no afectó el rendimiento de aceituna ya que en los árboles aplicados se tuvo un rendimiento de 1838 kg ha⁻¹ contra 1898 kg ha⁻¹ en árboles no aplicados. La nula respuesta del producto hormonal concuerda a lo encontrado por Guerra *et al.* (2000) cuando aplicaron un hormonal estimulante como el benefit PZ en olivo del mismo cultivar y región pero aplicado después del amarre de fruto.

Tabla 1. Efecto de la polinización artificial y la aplicación de un bioestimulante sobre el rendimiento y frutos partenocárpicos.

Table 1. Effect of the artificial pollination and bio-stimulant application on yield and shotberries incidence.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Frutos partenocárpicos (%)
Polinización artificial y bioestimulante	2396±377,5 ^a	6,0±2,8 ^b
Polinización artificial sin bioestimulante	2532±164,0 ^a	7,3±3,2 ^b
Sin polinización y bioestimulante	1280±115,2 ^b	26,9±9,7 ^a
Sin polinización sin bioestimulante	1265±78,5 ^b	32,5 ±7,3 ^a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$)

Frutos Partenocárpicos

La polinización artificial tuvo efecto significativo en reducir el porcentaje de frutos partenocárpicos (frutos que no desarrollan por falta de polinización) de esta manera se logró reducir la presencia de este tipo de frutos de un 29,7 a un 6,6%. Estos resultados concuerdan a los reportados por varios investigadores (Cuevas y Polito, 1997;

Cuevas *et al.*, 2001; Grijalva *et al.*, 2011). Al respecto Griggs *et al.* (1975) señalan que la polinización artificial reduce notablemente el porcentaje de frutos partenocárpicos, incrementa el amarre de fruto y el rendimiento y la respuesta varía de acuerdo al año y al cultivar utilizado como fuente de polen.

Calidad del Fruto

En los parámetros de calidad como el peso de la aceituna y la relación pulpa-hueso no fueron afectados por la polinización artificial ni por la aplicación del bioestimulante. El peso del fruto varió de 4,79 y 5,44 g y la relación pulpa hueso de 4,20 a 4,39 (Tabla 2). El diámetro y la longitud del fruto tampoco fueron afectados por los tratamientos evaluados. El diámetro varió de 1,80 cm a 1,90 y la longitud de 1,90 a 2,50 cm (Tabla 3). Al respecto, Guerra *et al.* (2000) al aplicar el bioestimulante benefit PZ aunque no encontró diferencias en el rendimiento si obtuvo una ligera respuesta en el tamaño del fruto.

Tabla 2. Efecto de la polinización artificial y la aplicación de un bioestimulante sobre el peso de la aceituna y la relación pulpa hueso.

Table 2. Effect of the artificial pollination and bio-stimulant application on olive weight and flesh to pit ratio.

Tratamiento	Peso de aceituna (g)	Relación pulpa/hueso
Polinización artificial y bioestimulante	5,42±0,41 ^a	4,31±0,35 ^a
Polinización artificial sin bioestimulante	4,79±0,42 ^a	3,98±0,36 ^a
Sin polinización y bioestimulante	5,44±0,29 ^a	4,39±0,64 ^a
Sin polinización sin bioestimulante	5,24 ±0,26 ^a	4,20±0,35 ^a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$)

Tabla 3. Efecto de la polinización artificial y aplicación de un bioestimulante en el diámetro y longitud de aceituna.

Table 3. Effect of the artificial pollination and bio-stimulant application on diameter and length olive fruit.

Tratamiento	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Polinización artificial y bioestimulante	1,85±0,04 ^a	2,48±0,10 ^a
Polinización artificial sin bioestimulante	1,80±0,03 ^a	2,50±0,07 ^a
Sin polinización y bioestimulante	1,90±0,14 ^a	2,43±0,05 ^a
Sin polinización sin bioestimulante	1,87±0,05 ^a	2,45±0,06 ^a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales ($p < 0,05$)

CONCLUSIONES

La polinización artificial incrementó un 94% el rendimiento de aceituna en el cultivar Manzanillo sin afectar la calidad del fruto.

La aplicación del bioestimulante a base de extractos orgánicos, fitohormonas y vitaminas, antes de la floración en árboles de olivo no tuvo respuesta en el rendimiento ni en la calidad de la aceituna.

BIBLIOGRAFÍA

- Barranco, D., Fernández-Escobar R. y Rallo L. 2001. El cultivo del olivo. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 19-20.
- Cuevas, J. y Polito V.S. 1997. Compatibility relationships in 'Manzanillo' olive. HortScience 32(6): 1056-1058.
- Cuevas, J., Díaz-Hermoso A.J., Galián D., Hueso J.J., Pinillos V., Prieto M., Sola D. y Polito V.S. 2001. Respuesta a la polinización cruzada y elección de polinizadores en los cultivares de olivo (*Olea europaea* L.) 'Manzanilla de Sevilla', 'Hojiblanca' y 'Picual'. Olivae Num. 85:26-32.
- Griggs, W.H., Hartmann H.T., Bradley M.V., Iwakiri B.T. y Whisler J.E. 1975. Olive pollination in California. Uni-

versity of California. California Agricultural Experiment Station. Bulletin 869. USA. 50 p.

- Grijalva, C.R.L., López C. A., Fimbres F. A., Macías D.R y Robles C.F. 2007. Investigación y transferencia de tecnología para la reactivación del olivo en Caborca, Sonora. Informe anual (Inédito). INIFAP-CIRNO-SECAB.
- Grijalva, C.R.L., López C.A. Navarro A.J.A.C. and Fimbres F.A. 2010. El cultivo del olivo bajo condiciones desérticas del Noroeste de Sonora. Folleto Técnico No. 41. SAGARPA-INIFAP-CECH-SECAB.
- Grijalva, C.R.L., Carvajal L.A., Macías D.R., Robles C.F., Valenzuela R.M.J., Grijalva D.S.A. y Núñez R.F. 2011. Respuesta de la polinización artificial sobre la productividad en árboles de olivo bajo condiciones desérticas de Sonora. XIV Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Mexicali, B.C. pp. 259-264.
- Guerra, S.L., Armas R.R. y López C.A. 2000. Efectividad del bioestimulante Benedit PZ en aumentar el tamaño de aceituna en olivo, *Olea europaea* L. (cultivar Manzanillo) en la región de Caborca, Sonora. III Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. Instituto de Ciencias Agrícolas. pp.64-68.
- Hicks, G.R., Hong S., Carter D.G y Raikhel N.V. 2004. Germinating pollen has tubular vacuoles, displays highly dynamics vacuole biogenesis and requires vacuoles for proper function. Plant Physiology. 134:1277-1239.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Región de Caborca. Caborca, Sonora, México. p.10.
- Lavee, S. y Datt Z.1978. The necessity of cross-pollination for fruit set of Manzanillo olives. J. Hort. Sci. 53: 261-266.
- Navarro, A.J.A.C. 2002. Polinización y amarre de frutos en olivo 'Manzanillo'. Día de Campo, Memoria 2002. Publicación Especial No. 4. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Caborca. pp. 9-11.
- Navarro, A.J.A.C. y López A. C. 2003. Floración y productividad en olivo bajo condiciones desérticas. Día de Campo 2003. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Caborca. pp. 8-13.
- Navarro, A.C., López C.A. y Oropeza R.A. 2004. Fertilización nitrogenada foliar durante floración y su influencia en

la productividad y calidad del olivo. VII Congreso Nacional Agronómico. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 25 p.

Navarro, A. C., Arias T. B. y López C A. 2005. Polinización artificial y su influencia en la productividad de olivo (*Olea europaea* L.) 'Manzanillo'. Primer Foro de Ciencias Biológico y Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias 16p.

Olivares, S.E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L., México.

Ruiz, C.J.A., Medina G.G., Grageda G.J., Silva S.M.M. y Díaz P.G. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Sonora. (Periodo 1961-2003). Libro Técnico No.1. INIFAP-CIRNO-SAGARPA. pp 92-93.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx>

Weaver, R. 1987. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. 622 p.