

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE MODULOS DEMOSTRATIVOS DE OLIVO (*Olea europaeae* L.) EN HUERTOS COMERCIALES

DEMONSTRATION PLOTS YIELD ESTABLISHED WITH POLLINATION AND IRRIGATION IN COMMERCIAL OLIVE ORCHARDS (*Olea europaeae* L.)

J.A.C. Navarro Ainza¹, A. Fimbres Fontes², A. López Carvajal²,
F. Robles Contreras²

¹INIFAP-Campo Experimental Todos Santos, Agricultura s/n, Colônia Emiliano Zapata 23070 La Paz, Baja California Sur.

²INIFAP-Sitio Experimental Caborca, Avenida S No. 8 norte, 83600 Caborca, Sonora

¹correo electrónico: jacnamx@yahoo.com.mx

RESUMEN. El olivo en la región de Caborca, Sonora, México, ha persistido su cultivo por más de 50 años en la región, presentando producciones bajas y erráticas, debido a factores técnicos de manejo. Con el propósito de iniciar el proceso de adopción de tecnología, especialmente en aspectos de polinización y riego, en cinco huertos de olivo. Se establecieron cinco módulos demostrativos en huertos comerciales de olivo, con el fin de mostrar la bondad de mejorar las condiciones, principalmente, de polinización y riego en los huertos y valorar su efecto en la productividad. Los huertos seleccionados están distribuidos en distintas zonas de la región y mostraban distintas condiciones de desarrollo, edad, productividad y presencia de polinizaciones, entre otros factores. En el ciclo 2005 se aplicó polen en todos los huertos y se llevó a cabo el injerto de árboles cultivar "Manzanillo". Las producciones obtenidas de los módulos fueron todas superiores al Testigo, con excepción del módulo establecido en la SPR "San Francisco", donde la producción fue baja y prácticamente igual a la parcela Testigo. Los rendimientos obtenidos en los módulos oscilaron de 3-20 ton/ha, ubicándose la mayoría en el intervalo de 3-5 ton/ha; sólo en el Ejido Morelos se obtuvo una producción alta: 20 ton/ha en el módulo vs 17 ton/ha en el Testigo.

Palabras clave: Huertos de olivo, módulos demostrativos, polinización, rendimiento, adopción de tecnología.

SUMMARY. At the Caborca, Sonora region, olive tree has persisted being cropped for more than 50 years. Along this time olive trees, however, have shown low and erratic yields, which is due to several and socioeconomic factors. Five demonstration plots were established in commercial olive orchards with the aim to demonstrate the benefits of pollination and irrigation practices improvement and its effects on the olive productivity. The selected orchards are distributed at different zones in the region and exhibited different development conditions, plantation age, previous productivity, presence of pollinators, among others factors. In this season, pollen was hand-applied to all the olive orchards and also "Manzanillo" olive trees were grafted. The demonstration plots' yields were all higher compared to the control plot, with the exception of the plot established at the SPR "San Francisco", where the yield was low and similar to the control plot. Among all the demonstration plots, yield ranged from 3-20 ton/ha, being most to them at the 3-5 ton/ha range; only at the "Ejido Morelos" a very high yield was obtained: 20 ton/ha at the treated plot vs 17 ton/ha at the control plot. The appropriation technology was initiated, especially in those agronomic practices shown in this study (pollination and irrigation), and in more than five olive orchard.

Key Words: Olive orchards, demonstration plots, pollination, yield, technology appropriation.

INTRODUCCION

El olivo ha sido cultivado por más de 50 años en la región de Caborca en Sonora, aunque su presencia se remonta a la época de las Misiones, en la Colonización de México, se mantiene su importancia social y económica en la zona, debido a que genera un número significativo de empleos y derrama económica,

especialmente durante la cosecha, la cual se lleva a cabo en un período de baja actividad en el sector agrícola local; además, es un cultivo de gran impacto social dado que la mayoría de los productores son pequeños productores y del sector social (ejidal). El rendimiento promedio de los huertos locales des de 5 ton/ha, con variaciones que van de 2 hasta 20 ton/ha. La producción se destina para aceituna de mesa en más del 90% del

volumen de producción y el cultivar de mayor demanda es Manzanillo. El cultivo del olivo a pesar de tener un gran potencial de producción en la región, aún muestra bajas y alternancia en la producción.

El clima, y en especial la temperatura, es uno de los principales factores que ejercen una gran influencia en la productividad del olivo en cualquier parte del mundo, no siendo Caborca la excepción. En la región la mayoría de los huertos tienen pocos polinizadores, están mal distribuidos, los polinizadores no son los apropiados y/o no tienen polinizadores. Esta situación afecta la productividad de los huertos de olivo, aunado en ocasiones a un deficiente manejo, especialmente en el aspecto de la aplicación del riego. En general, esta es la situación que muestran la mayoría de los huertos de olivo comerciales en la región de Caborca, Sonora. Por ello, se planteó el establecimiento de varios Módulos Demostrativos en huertos comerciales de olivo cultivar Manzanillo, con el propósito de transferir la tecnología disponible de mostrar el efecto de mejora en aspectos de polinización y riego, sobre la productividad de los huertos.

Griggs *et al.*, (1975) reportan que la falta de humedad durante el desarrollo floral del olivo no solo provoca el aborto del pistilo, sino que también reduce el número de inflorescencias y flores formadas. Asimismo, esta condición también conduce a un alto porcentaje de flores estériles (Hartmann y Panetsos, 1961). Navarro (1999), menciona que la productividad de los huertos de olivo de la región es baja, atribuyéndose a factores climáticos y de manejo. En el aspecto de clima se destacan las temperaturas altas y bajas, vientos y lluvias. Lo anterior fue parcialmente verificado en un trabajo realizado en varios huertos comerciales de olivo durante el ciclo 1998. De dicho trabajo se concluyó que a pesar de las buenas condiciones climáticas prevalecientes antes y durante la floración y la presencia de polinizadores, hubo huertos que mostraron muy bajas producciones; así, el factor más crítico en estos huertos de baja productividad fue el manejo del mismo, sobresaliendo el aspecto del riego (Navarro *et al.*, 21002; Navarro *et al.*, 2005).

Por otro lado se menciona que 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. 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 autores en Israel (Lavee y Datt, 1978). Asimismo, se ha visto que ésta práctica puede reducir el porcentaje de frutos

partenocárpicos. En otros ciclos se ha observado que en años con condiciones adecuadas para la polinización, la diferencia en producción entre árboles o lotes de olivo con y sin polinización artificial es mínima (Navarro, 2002).

Durante la primavera, con la presencia de altas temperaturas (superiores a 25°C) empiezan a aparecer problemas de autocompatibilidad, reflejándose en un bajo amarre de frutos. Este bajo amarre es ocasionado por disminución de la capacidad de germinación del polen, receptividad del estigma y una menor velocidad de crecimiento del tubo polínico, entre otros. En cambio, al llevar a cabo la polinización cruzada la velocidad de crecimiento del tubo polínico es mucho mayor comparada con árboles autopolinizados. En cualquier caso, la polinización cruzada utilizando un cultivar compatible, mejora en muchos casos la fecundación de flores y el amarre de frutos, y en consecuencia la productividad de los huertos de olivo cv. Manzanillo (Navarro y López, 2003^a).

Bradley *et al.*, (1961) mostraron que el crecimiento del tubo polínico fue mayor bajo la polinización cruzada al compararse con cv. Manzanillo autopolinizado. Asimismo, las condiciones frescas fueron mejores para el amarre de frutos; temperaturas mayores de 27°C incrementaron reacciones de incompatibilidad. En el mismo sentido, Fernández *et al.*, (1983), reportan que al igual que el extracto del pistilo influye en la germinación y el crecimiento del tubo polínico, la temperatura influye marcadamente en estos procesos con temperaturas superiores a los 25°C, llegando a lograrse cero germinación del polen y crecimiento del tubo polínico a temperaturas de 35°C o mayores. Así, las temperaturas prevalecientes durante la floración tienen un gran impacto sobre el mismo proceso de floración afectando la polinización, la fecundación de flores y el amarre de frutos; es común en la región de Caborca, Sonora que se tengan temperaturas superiores a 30°C, durante el período de floración afectando el proceso de polinización, fecundación de flores y amarre de frutos (Navarro y López, 2003^b), aunque puedan existir diferencias entre cultivares (Fernández *et al.*, 1983).

La utilización de polen del cv. Barouni y Sevillano ha incrementado sustancialmente el amarre de frutos y 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; Navarro, 2002; Navarro y López, 2003^{a, b}; Navarro *et al.*, 2003).

MATERIALES Y METODOS

Características del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el ciclo 2005, en varios huertos comerciales de olivo cv. Manzanillo de la región

de Caborca, Sonora, México, los cuales se encuentran en diferentes zonas de la región; sus características se muestran en el Cuadro 1. Como se puede observar los huertos se ubican a distintas altitudes (12-531 msnm) y distancias del mar, y con diferentes características, así como distintos antecedentes productivos, que en la mayoría de los casos los huertos mostraban de regulares a bajos niveles de productividad (< 4 ton/ha).

Un aspecto que se consideró importante en la selección de los huertos fue la cercanía o lejanía a la costa, por la influencia favorable sobre la polinización de una mayor humedad ambiental en zonas cercanas al mar. Así, se ubicaron huertos desde 3 km de la costa hasta un huerto ubicado a más de 120 km de la costa. Otro aspecto importante considerado fue la disposición de los productores a colaborar, así como no tener limitaciones de agua. Los módulos consistieron en áreas de aproximadamente 1 ha tanto en el módulo mismo, como el área que se tomaría como el Testigo que fue manejado por el productor; en los módulos se consideró prioritario el manejo de la polinización, el riego y la fitosanidad del mismo. Otros aspectos considerados, y, en general, de menor importancia fueron la fertilización y la poda.

Práctica de Polinización

En este año se aplicó polen de cv. Sevillano a todos los huertos en los que se establecieron los módulos. El polen fue aplicado con un equipo manual diseñado especialmente para realizar aplicaciones de polen en áreas pequeñas. Dicha aplicación se llevó a cabo en 2-3 momentos, fraccionando la dosis de 120 g/ha, y aplicándolo en la mañana. La cosecha se llevó a cabo recolectando manualmente la aceituna de árboles completos (10-20/ha) en forma aleatoria, en cada uno de los módulos (trataods y testigos) a fin de tener una idea del rendimiento por hectárea obtenido en esa huerta; el momento de la cosecha fue variable siendo más temprano en la zona costera (7-10 días) que en la zona más alejada de la costa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Floración y polinización

En el Cuadro 2, se muestran los períodos aproximados de floración en el cultivar Manzanillo ubicado en los distintos módulos y localidades de la región, así como los períodos de floración de los principales polinizadores encontrados en la región de Caborca, Sonora. Como se puede apreciar, para este año en particular, el período de floración de cv. Manzanillo se ubicó del 17-18 de Marzo hasta el 10-12 de Abril en las zonas bajas (período de aproximadamente 25 días), mientras que en la zona más alta (Campo San José) con una altura de más de 500 msnm, el período se desfasó aproximadamente en dos semanas durando alrededor de 21 días, lo anterior es un reflejo de las condiciones más frescas existentes en esta zona en relación al resto de las localidades consideradas en el estudio (Cuadro 2).

Por otro lado, los períodos de floración en los polinizadores observados este año muestran que los cultivares Pendolita, Nevadillo, Sevillano y Misión mostraron un desfase en relación a cv. Manzanillo de aproximadamente 10 días, iniciando su floración mas tarde en el ciclo con un traslape de aproximadamente 50%. Habría que probar la efectividad como polinizadores en los cultivares Pendolita y Nevadillo en este período tardío de la floración de Manzanillo, sobretodo dadas las condiciones de mayor temperatura al inicio y mediados de Abril y su influencia negativa en el amarre de frutos, y por ende en la producción de Manzanillo. En el caso de los cvs. Sevillano y Misión ya se tienen referencias de su efectividad como polinizadores de Manzanillo sobresaliendo Sevillano, mientras que Misión ha mostrado ser mal polinizador para Manzanillo e incluso ha resultado, en algunos años, ser inferior a Manzanillo autopolinizado al lograrse un menor amarre de frutos (Navarro, 2002; Navarro y López, 2003 a, b; Navarro *et al.*, 2003; Navarro y López, 2010); el mismo comportamiento ha sido reportado en California, E. U. (Cuevas y Polito, 1997) y en España (Cuevas *et al.*, 2001).

Cuadro 1. Ubicación y características de los huertos comerciales de olivo donde se establecieron los módulos demostrativos en la región de Caborca, Sonora.

Huerto*	Altura (msnm)	Productividad Anterior***	Condición del Huerto	Polinizador	Edad	Dist. (m)	Sistema Riego
1	12	Regular	Buena	No	14	10x8	Superficial
2	46	Baja-Nula	Buena	No	6	10x5	Goteo
3	80	Nula	Semiabandono	Si**	11	8x10x84	Goteo
4	104	Baja	Buena	No	16	8x8	Superficial
5	531	Baja	Buena	Si**	11		Superficial

*Todos fueron polinizados artificialmente: 1.-SPR "Gilberto Méndez", 2.- Campo Aguilar, 3.-SPR"San Francisco", 4.- Ejido Morelos, 5.- Campo San José

** Pocos y mal distribuidos

*** Regular: 3-5 ton/ha; Baja: 1-3 ton/ha

El cultivar Barouni mostró un traslape de casi el 100% con el período de floración de Manzanillo, lo cual lo ubica como un buen polinizador por su sincronía, además de que ya se ha evaluado como tal, resultando en uno de los mejores polinizadores para Manzanillo (Navarro, 2002; Navarro y López, 2003^{a, b}; Navarro *et al.*, 2003). Otro aspecto que perfila a Barouni como un buen polinizador de Manzanillo es su gran compatibilidad con éste cultivar, al mostrar mayor amarre de frutos. Lavee y Datt (1978) reportan en Israel, que la polinización cruzada era esencial para Manzanillo y que Sevillano y "Uovo de piccione" eran los mejores polinizadores para Manzanillo.

Productividad en los Módulos

En el caso de la producción de los huertos de olivo donde se tuvieron establecidos los módulos

demostrativos (Figura 1), se puede ver que los rendimientos, antes de establecer los módulos (2004) fueron bajos e incluso nulos en los distintos huertos. Por otra parte, los rendimientos en el ciclo 2005 fueron iguales o superiores en los módulos en comparación a los lotes Testigo, con excepción del módulo establecido en la localidad SPR "San Francisco", el cual mostró rendimientos bajos y aproximados de 2.5 ton/ha (en el módulo tratado y en el Testigo). El resto de los módulos mostró rendimientos ligeramente superiores en los módulos tratados en relación al testigo. Los rendimientos oscilaron de 2 hasta 20 ton/ha, sobresaliendo el módulo del Ejido Morelos con 20 ton/ha en el módulo vs 17 ton/ha en el módulo Testigo; se espera que el siguiente año la alternancia se refleje en la producción de este huerto debido a la elevada producción lograda en este año. Hay que hacer notar que sólo dos módulos igualaron o superaron el

Cuadro 2. Períodos de floración del cultivar Manzanillo en los módulos demostrativos de olivo y de los polinizadores mas comunes en la región de Caborca, Sonora.

Campo	Período de Floración							
	15/3	20/3	25/3	30/3	5/4	10/4	15/4	20/4
SPR "Gilberto Méndez"	*****							
Campo Aguilar	*****							
SPR San Francisco	*****							
Ejido Morelos	*****							
San José	*****							
Polinizadores								
Pendolita	*****							
Nevadillo	*****							
Sevillano	*****							
Barouni	*****							
Misión	*****							

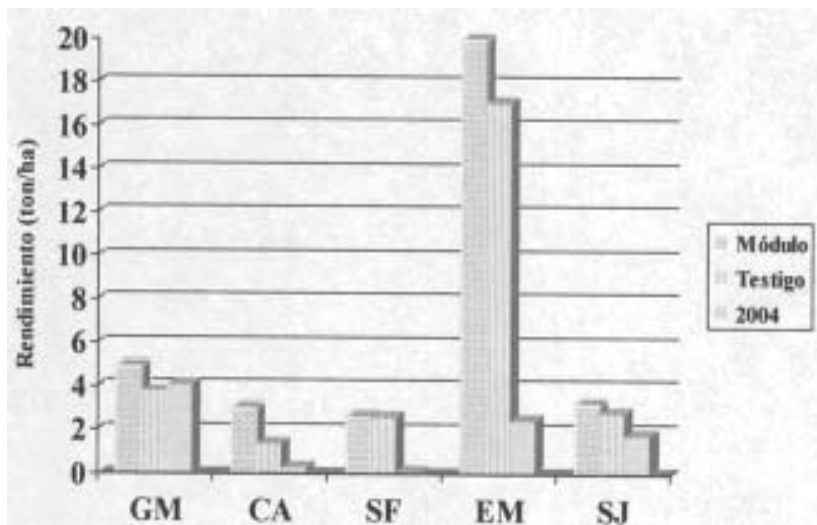


Fig. 1. Rendimiento anterior (2004) y actual (2005) en los huertos donde se establecieron los módulos demostrativos en olivo "Manzanillo" en la región de Caborca, Sonora, México.

rendimiento promedio regional de 5 ton/ha, con 4.8 y 20.0 ton/ha y coinciden con los huertos de mayor edad (14 y 16 años, respectivamente) en este estudio.

El resto de los módulos mostraron rendimientos superiores al módulo testigo aunque con valores menores a 5 ton/ha, y son representados por los huertos más jóvenes del estudio (6 y 11 años de plantados). En el caso del módulo que mostró el mayor rendimiento (tratado y testigo), la respuesta fue resultado de la aplicación artificial de polen hecha a ambos módulos, además del mejoramiento del manejo del riego (mejor distribución y oportunidad) en todo el huerto. El incremento en rendimiento (en relación al módulo testigo en este año) logrado en el módulo demostrativo representa, en promedio, el 26% de incremento del rendimiento (intervalo de 4-41.6%), mientras que al compararlos en relación a los rendimientos del ciclo anterior (2004), la diferencia es mucho mayor (promedio de casi 10 veces mayor incremento obtenido en el ciclo 2005).

Los productores del área, mostraron aceptación y han empezado a adoptar la tecnología, especialmente en los aspectos de polinización y riego. Todos los huertos que tenían módulos establecidos injertaron polinizadores en sus huertos. Entre los polinizadores preferidos están "Barouni", "Sevillano", "Pendolita", y un cultivar denominado en la región como "Pajarera".

CONCLUSIONES

En todos los casos el rendimiento obtenido en este ciclo fue superior al logrado el año anterior. Casi en todos los módulos demostrativos se obtuvo un rendimiento igual o superior a las parcelas testigo, resultado del mejoramiento de las condiciones de manejo, especialmente en el caso de la polinización al aplicar polen y del manejo del riego. Sólo en dos huertos se lograron rendimientos muy bajos (2.5 ton/ha) y muy altos (20 ton/ha).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el valioso apoyo brindado por el Sr. Rodolfo García Quintanar en todas las actividades de campo, las cuales fueron indispensables para el buen desarrollo del presente estudio.

Se agradece el apoyo y las facilidades brindadas por los productores cooperantes de los huertos incluidos en el estudio: Sr. Eduardo Méndez, Ing. Francisco Baranzini, Sr. Federico Bolívar, Sr. Fernando Salcedo y Sr. Juan Aguilar.

Se agradece el apoyo económico recibido de la Fundación Produce Sonora, A.C. para la realización del

proyecto denominado "Reactivación del cultivo del olivo en la región de Caborca, Sonora".

LITERATURA CITADA

- Bradley, M.V.; Griggs, W.H. y Hartmann, H. T. 1961. Studies on self-and cross-pollination olives under varying temperature conditions. California Agriculture march:4-5
- Cuevas, J. y Polito, V.S. 1997. Compatibility relationships in "Manzanillo" olive. HortScience 32:1056-1058
- 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.
- Fernández Escobar, R.; Gómez Valledor, G. y Rallo, L. 1983. Influence of pistil extract and temperatura on in Vitro pollen germination and pollen tube growth of olive cultivars. J. Hort. Sci. 58:219-227
- Griggs, W. H.; Hartmann, H.T.; Bradley, M. V.; Iwakiri, B.T. y Whisler, J.E. 1975. Olive pollination in California. Bulletin 869. University of California.
- Hatmann, H. T. y Panetsos, C. 1961. Effect of soil moisture during flower development fruitfulness in the olive. Proc. Amer. Soc. Hort.Sci. 79:209-217
- 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. 1999. Situación del olivo en la región de Caborca, Sonora. INIFAP-Campo Experimental Caborca. Seminario Internacional "El cultivo del olivo en el norte de México". Memoria Técnica No. 1. Pp. 5-11
- Navarro A., J.A.C. 2002. Polinización y amarre de frutos en olivo "Manzanillo". INIFAP-Campo Experimental Caborca. Día de Campo, Memoria 2002. Publicación Especial No. 4. pp. 9-11
- Navarro A., J.A.C.; Juárez G., R. y López C., A. 2002. Tecnología de producción en olivo. Fundación Produce Sonora, A.C. Avances y Resultados de Investigación y Transferencia, 2001-2002. pp 3-4
- Navarro A., J.A.C. y López C., A. 2003^a. Floración y productividad en olivo bajo condiciones desérticas. Día de Campo 2003. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-Campo Experimental Caborca pp.8-13
- Navarro A., J.A.C. y López C., A. 2003b. Amarre de frutos y presencia de frutos partenocárpicos bajo polinización cruzada en olivo. Memoria del X. Congreso Nacional de la SOMECH. UACH. P. 364
- Navarro A., J.A.C.; Grijalva, C.R. y López C., A. 2003. Manzanillo olive fruit set as influenced by the source of pollen in a desertic condition. HortScience 38:183 (Abstract)
- Navarro A., J.A.C.; Arias, T.B.E. y López C., A. 2005. Condición nutricional de huertos de olivo (*Olea europaea* L.) cv Manzanillo en la región de Caborca, Sonora. Memorias del Primer Foro de Ciencias Biológico-

Agropecuarias. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México. P. 17
Navarro A., J.A.C. y López C., A. 2010. Amarre de frutos y presencia de frutos partenocárpicos en olivo (*Olea*

europaeae L.) “Manzanillo” cultivado bajo condiciones cálidas. Revista Chapingo Serie Horticultura