

PRODUCTIVIDAD DE CULTIVARES ITALIANOS DE OLIVO (*Olea europaea* L.) BAJO CONDICIONES CÁLIDAS

PRODUCTIVITY OF ITALIAN OLIVE (*Olea europaea* L.) CULTIVARS UNDER WARM CONDITIONS

J. A. C. Navarro-Ainza¹; A. López-Carvajal²; R. Juárez-González³

¹INIFAP-Campo Experimental Todos Santos, Agricultura s/n, Colonia Emiliano Zapata, La Paz, Baja California Sur, MÉXICO. C. P. 23070. Correo-e: jacnamx@yahoo.com.mx (Autor para correspondencia)

²INIFAP-Sitio Experimental Caborca, Avenida S Núm. 8 norte, Caborca, Sonora. MÉXICO. C. P. 83600

³Ex-investigador del INIFAP-Sitio Experimental Caborca, Avenida S Núm. 8 norte, Caborca, Sonora. MÉXICO. C. P. 83600

RESUMEN

El cultivar de olivo Manzanillo es el más importante en la región de Caborca, Sonora, y con frecuencia muestra producciones erráticas. Por ello, con el fin de ofrecer otras opciones a los productores locales y de zonas similares se evaluó el comportamiento de seis cultivares italianos que muestran potencial de adaptación en la región. Los cultivares son Grossa di Cassano, Leccino, Nocellara Messinese, Nocellara del Belice, Coratina y Carolea, establecidos en el Sitio Experimental Caborca; los árboles tenían cinco años de edad, un distanciamiento de 8 x 8 m y bajo riego por goteo. Los árboles no habían tenido producción; en este ciclo se les aplicó artificialmente polen. Se evaluaron el rendimiento y la calidad de la fruta, además del periodo de floración y cosecha. Los cultivares mostraron una buena producción (20-41 kg-árbol⁻¹) de 3.1 a 6.4 t-ha⁻¹, sobresaliendo Grossa di Cassano y Coratina con rendimientos superiores a 6 t-ha⁻¹, mientras que los menos productivos fueron Leccino y Carolea, con rendimientos de entre 3-4 t-ha⁻¹. Todos los cultivares mostraron tamaños de aceituna mediano-grande, con excepción de Coratina. Asimismo, todos mostraron un periodo de floración y cosecha para aceite más tardío con respecto a Manzanillo.

PALABRAS CLAVE: Olivo, cultivares, Manzanillo, aceituna de mesa, aceite de oliva.

ABSTRACT

The Manzanillo olive is the most important cultivar at the Caborca, Sonora region, and frequently it exhibits erratic productions. Hence, with the aim to offer another options to the local growers and growers from similar zones a trial was carried out to test the adaptative performance of six Italian olive cultivars. The cultivars are Grossa di Cassano, Leccino, Nocellara Messinese, Nocellara del Belice, Coratina y Carolea; established at the Sitio Experimental Caborca; olive trees were five years-old, 8 x 8 m spaced and drip-irrigated. Trees have not exhibited fruit in previous years; olive pollen was artificially applied in this year. Fruit yield and quality was evaluated, as well as the blooming and harvest period. All the cultivars showed a good yield (20 - 41 kg-tree⁻¹) representing from 3.1 - 6.4 t-ha⁻¹, from which Grossa di Cassano and Coratina exhibited yield over 6 t-ha⁻¹, while Leccino and Carolea were less productive with yield ranging between 3-4 t-ha⁻¹. All the cultivars showed medium-large fruit size, except Coratina. Also, all the cultivars exhibited a late blooming and harvest period for black-ripe fruit compared to Manzanillo.

KEYWORDS: Olive, cultivars, Manzanillo, table olive, olive oil.



Recibido: 13 de septiembre, 2012
Aceptado: 16 de abril, 2013
doi: 10.5154/r.rchsza.2012.09.040
[http:// www.chapingo.mx/revistas](http://www.chapingo.mx/revistas)

INTRODUCCIÓN

El cultivo del olivo en México se localiza principalmente en los estados de Baja California, Sonora y recientemente Tamaulipas, sumando una superficie aproximada de 9,500 ha. En Sonora, la principal zona productora de aceituna es Caborca, la cual tiene una superficie aproximada de 2,100 ha (OEIDRUS, 2009), y destina más del 90 % de la producción a aceituna de mesa (Navarro, 1999), con Manzanillo como el principal cultivar. Éste muestra problemas de producción, específicamente de bajo amarre de frutos, lo cual se atribuye a factores climáticos, principalmente altas temperaturas, y a factores de manejo (uso de polinizadores, riego) (Navarro et al., 2002; Navarro et al., 2005; Navarro et al., 2010), actualmente no existen plantaciones establecidas específicamente para este fin, pues prácticamente todos los huertos están orientados a la producción de aceituna de mesa; el aceite obtenido en la región proviene de aceituna cosechada de árboles que existen como polinizadores de Manzanillo, así como de fruta de este último cultivar.

En la cuenca del mediterráneo, se han seleccionado cientos de cultivares a través de los siglos por su adaptación a varios microclimas y tipos de suelos. En cada país, ciertos cultivares predominan en diferentes zonas de producción. Algunos son más aptos para la producción de aceite, otros para aceituna de mesa y algunos otros se destinan para ambos usos, dependiendo del precio relativo del aceite de oliva y de la aceituna de mesa. Italia tiene muchos cultivares utilizados para la producción de aceite y algunos otros que son procesados para mesa. Entre ellos, los más notables para producción de aceite son Coratina, Leccino y Frantoio, mientras que Tondaiblea y Giarruffa son utilizados para producir aceituna negra de mesa, y Cerrignola, Ascolana Tenera y Nocellara etnea para la producción de aceituna verde de mesa (Connell, 2005). De hecho, Vossen (2007) menciona que los seis cultivares de olivo para aceite más influyentes a escala mundial son Picual, Coratina, Koroneiki, Arbequina, Frantoio y Leccino. De estos seis cultivares, tres son de origen italiano, uno griego y dos españoles.

Barranco (2001) describe algunos cultivares de olivo tanto de España como de otras partes del mundo. Así, *Leccino* es descrito como un cultivar vigoroso y rústico por su adaptación a diferentes condiciones de suelo, apreciado por su entrada temprana a producción y por su productividad elevada y constante; su fruto es de tamaño medio (3 g), con una época de maduración muy precoz y presenta una baja resistencia al desprendimiento lo que facilita su cosecha mecánica; asimismo, su contenido graso es bajo (Del Río et al., 2005a, b). Por su parte, *Carolea* es un cultivar de doble propósito, con fruta de tamaño grande (4.5 g), vigorosa, de elevada capacidad de enraizamiento y muy tolerante a las bajas temperaturas; es apreciado por su productividad, elevado contenido de aceite y adaptación a la recolección mecánica. *Coratina* es una planta de vigor medio, precoz entrada a producción, y productividad elevada y relativamente constante; sus frutos son de tamaño medio (4 g) y presenta una

maduración tardía y una elevada fuerza de retención, lo que dificulta su cosecha mecánica; sin embargo, su contenido de aceite es elevado (Del Río et al., 2005a, b) y presenta excelentes características organolépticas y estabilidad, además de que es tolerante al frío.

Los cultivares italianos Leccino y Carolea son considerados materiales autoincompatibles (Bartolini et al., 2002; Iannotta et al., 1999a, b), razón por la cual requieren de cultivares que los polinicen. Por otra parte, Coratina es reportada como autocompatible y polinizable por otros cultivares (Vossen, 2005). Así, Iannotta et al. (1999b) reportan que cultivares como Leccino y Tondina son los polinizadores más eficientes para lograr un buen amarre de frutos en Carolea, mientras que Frantoio, Pendolino y Moraiolo son recomendados como polinizadores de Leccino (Vossen, 2005). Con el fin de ofrecer otras opciones de cultivares a los productores locales y de regiones afines, se planteó el presente estudio cuyo objetivo es evaluar la productividad de cultivares de olivo que muestren potencial de adaptación en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en un lote experimental de olivo establecido en terrenos del Sitio Experimental Caborca (SE-CAB), que se localiza en el km 20 de la carretera Caborca-El Desemboque, en el estado de Sonora; se sitúa a 30° 42' 55" latitud norte y 112° 21' 28" longitud oeste, a una altitud de 200 m y con textura migajón arenosa. El clima, según Köppen, es BMhw[x'] [e"] muy seco o desértico, semicálido con inviernos frescos, temperatura media anual de 22 °C y temperaturas extremas de -6 °C a > 45 °C (García, 1973). La precipitación anual es de 200 mm y se presenta principalmente en el verano, de julio a septiembre; la evaporación potencial es superior a 2,400 mm anuales. El tipo de suelo dominante en la región es entisol con topografía plana, profundo, muy pobre en materia orgánica (< 0.5 %), pH alcalino, niveles moderados de Ca y Mg, pobre en N y de baja salinidad (INEGI, 2000).

El lote experimental tiene seis cultivares de olivo de origen italiano para la producción de aceite y de doble propósito, los cuales muestran diferencias en diversos aspectos como porte, hábito de crecimiento, precocidad, floración y propósito, entre otros. Los cultivares son Grossa di Cassano, Nocellara Messinese, Nocellara del Belice, Leccino, Coratina y Carolea. Cada uno se encuentra ubicado en una hilería de cinco árboles. El lote tiene cinco años de establecido, a un distanciamiento de 8 x 8 m (156 árboles·ha⁻¹), bajo riego por goteo. Dicho lote no tiene polinizadores establecidos ex profeso. Además, no ha tenido producción en los años anteriores. Este año, por primera vez en este huerto, se aplicó artificialmente polen del cultivar Sevillano, utilizando para ello un aplicador manual (tipo espolvoreadora); la dosis total fue de 50 g·ha⁻¹, realizando dos aplicaciones por las mañanas, cuando los árboles mostraban alrededor del 50 % de floración.

El manejo del huerto fue el siguiente: la fertilización al suelo se realizó en dos momentos, una antes de brotación (enero) y la otra en crecimiento del fruto (mayo); el N se aplicó fraccionado 60 y 40 %, respectivamente, en las dos etapas mencionadas, mientras que el P se aplicó todo en enero. Se utilizó una dosis de 100 y 40 kg N y P·ha⁻¹, respectivamente. Como fuentes se usaron urea y 11-52-00. El riego se aplicó desde antes de brotación hasta noviembre, con mayor frecuencia en verano; la frecuencia osciló de uno a cuatro días. Se llevó a cabo una poda muy ligera en el invierno, eliminando sólo algunas pequeñas ramas entrecruzadas y los chupones originados en la base de los árboles. No se presentaron problemas de plagas ni de enfermedades, por lo que no se aplicaron insecticidas ni fungicidas; la maleza se controló por medio de rastreos en las calles y deshierbes manuales alrededor de los árboles.

Durante el desarrollo de los distintos cultivares se dio seguimiento al periodo de floración en cada uno de los materiales estudiados y de otros cultivares, así como al desarrollo fenológico de las demás etapas, incluido el periodo de cosecha de la fruta madura para la obtención de aceite; en el caso de la floración se registró la fecha de inicio y fin de este periodo en cada uno de los cultivares, así como en Manzanillo como cultivar de referencia local. La cosecha se realizó manualmente, cuando la mayoría de los frutos en los árboles mostraban más del 50 % de color púrpura ligero a negro (índice de madurez 4) en la epidermis de la aceituna (Vossen, 2005); la fruta cosechada se colocó en cajas de plástico y se pesó en una báscula. El rendimiento de los tres árboles centrales se obtuvo por separado, promediándose posteriormente. De esta cosecha por cada árbol por cultivar se tomó al azar una muestra representativa de 25 frutos a la que se le determinaron algunos aspectos de calidad de la fruta, como peso, diámetro, longitud y la relación pulpa-hueso⁻¹ (relación P/H, con base en peso fresco), así como el tamaño cualitativo de la fruta en cada cultivar.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con tres repeticiones. Las repeticiones se conformaron de los tres árboles centrales. Las variables evaluadas fueron rendimiento por árbol y la calidad del fruto, como peso, diámetro, longitud y la relación P/H. A las variables analizadas

se les realizó un análisis de varianza, utilizando para ello el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1996), y la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el periodo de floración de los distintos cultivares de olivo bajo estudio, incluyendo, como referencia, a Manzanillo. Se observa que hay cultivares, como Grossa di Cassano y Nocellara Messinese, que muestran un periodo de floración más reducido en tiempo (aproximadamente 15 días) así como una floración más tardía al iniciar en los últimos días de marzo, mientras que otros cultivares mostraron periodos de floración más prolongados (20 - 25 días); estos últimos fueron más parecidos a Manzanillo. Cabe mencionar que este año Manzanillo se adelantó aproximadamente siete días, empezando a mediados del mes, cuando usualmente la floración comienza durante la última semana de marzo. Los cultivares Carolea, Nocellara del Belice y Coratina son los que mostraron los periodos de floración más prolongados, con poco más de 25 días de duración, mientras que Leccino mostró un periodo intermedio. Todo lo anterior habría que verificarlo con más años de observación en campo, dado que este es el primer año en que estos árboles emiten flores y producen fruta.

Los datos obtenidos de rendimiento por árbol y tamaño de la aceituna, así como el periodo de cosecha para producción de aceite en este primer año de producción de los cultivares estudiados, se pueden observar en el Cuadro 2. No se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los cultivares, lo cual es importante, pues existen diferencias de casi el 100 % en rendimiento, siendo en la práctica muy relevantes. Los cultivares más productivos, en este primer año de producción, fueron Grossa di Cassano y Coratina con 6.4 y 6.2 t·ha⁻¹ de aceituna, siguiéndole Nocellara del Belice y Nocellara Messinese con 5.5 y 4.4 t·ha⁻¹, respectivamente. Los cultivares menos productivos fueron Leccino y Carolea, con rendimientos de entre 3 y 4 t·ha⁻¹ de aceituna. En todos los casos los rendimientos se refieren a fruta madura, cosechada cuando tenía más del 50 % de color negro en su cutícula. Los rendimientos obtenidos de los cultivares más productivos (Grossa di Cassano, Coratina y Nocellara del Belice) superaron el rendimiento promedio regional de 5 t·ha⁻¹, el cual se obtiene de árboles adultos, en plena producción, por lo que la lograda en estos tres cultivares es considerada buena para la edad de cinco años que tiene la plantación. Con respecto al tamaño de la fruta, todos los cultivares mostraron tamaños de medianos a grandes, con excepción de Coratina, cuya aceituna es pequeña. Finalmente, en cuanto al periodo de cosecha para aceite, los cultivares más tempranos fueron Grossa di Cassano y Leccino, cuya cosecha fue en la primera mitad de noviembre, a pesar de que el primer cultivar fue el que mostró mayor rendimiento por árbol, condición que supuestamente podría haber retrasado la maduración de la fruta, tal y como sucede en muchas especies de árboles frutales; le siguieron los cultivares Nocellara del Belice, Nocellara Messinese y Carolea, ubicándose la cosecha en la segunda

CUADRO 1. Periodo de floración de cultivares italianos de olivo bajo estudio en la región de Caborca, Sonora.

Cultivar	Periodo de Floración				
	10/3	20/3	30/3	10/4	20/4
Grossa di Cassano	+++++				
Leccino	+++++				
Nocellara Messinese	+++++				
Nocellara del Belice	+++++				
Carolea	+++++				
Coratina	+++++				
Manzanillo	+++++				

CUADRO 2. Rendimiento por árbol, tamaño de fruta y periodo de cosecha de cultivares italianos de olivo en la región de Caborca, Sonora.

Cultivar	Rendimiento (kg-árbol ⁻¹)	Tamaño de fruta	Período de cosecha
Grossa di Cassano	41a ¹	Mediano-Grande	1-15 Nov.
Leccino	25a	Mediano-Grande	1-15 Dic.
Nocellara Messinese	28a	Grande	15-30 Nov.
Nocellara del Belice	35a	Grande	15-30 Nov.
Carolea	20a	Mediano	15-30 Nov.
Coratina	40a	Pequeño	1-30 Dic.

¹Valores con la misma letra dentro de una misma columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey, a una $P < 0.05$.

CUADRO 3. Variables de calidad de la aceituna¹ de cultivares italianos evaluados en la región de Caborca, Sonora.

Cultivar	Peso (g)	Fruto		Relación P/H ²
		Diámetro (cm)	Longitud (cm)	
Grossa di Cassano	4.56±0.72 ³ b ⁴	1.71±0.07 b	2.43±0.13 bc	3.81±0.63 b
Leccino	4.67±0.61 b	1.81±0.09 b	2.23±0.57 c	3.79±0.55 b
Nocellara Messinese	6.01±1.84 a	1.95±0.25 a	2.59±0.28 abc	5.03±1.67 a
Nocellara del Belice	6.60±1.64 a	2.00±0.20 a	2.74±0.21 ab	5.55±1.47 a
Carolea	5.94±0.69 a	1.94±0.07 a	2.65±0.13 ab	5.01±0.58 a
Coratina	3.81±0.86 b	1.53±0.10 b	2.30±0.20 c	2.86±0.68 b

¹Valores obtenidos de una muestra de 25 frutos por cultivar

²Relación pulpa-hueso¹ (base peso fresco)

³Media± desviación estándar

⁴Valores con la misma letra dentro de una misma columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey, a una $P < 0.05$.

mitad de noviembre. El cultivar Coratina se comportó más tardío en su periodo de cosecha (diciembre).

En toda la producción cosechada de los seis cultivares, prácticamente no se observaron frutos partenocárpico, lo cual asumimos que pudo ser resultado de la aplicación de polen a dichos árboles al mejorar el amarre de frutos y casi eliminar la presencia de este tipo de frutos en los árboles (Cuevas y Polito, 1997; Cuevas *et al.*, 2001; Navarro, 2002; Navarro y López, 2003a, b; Navarro *et al.*, 2003).

Otro aspecto relevante de este estudio es el relativo a la aparente respuesta positiva de todos los cultivares italianos a la aplicación de polen del cultivar Sevillano, aspecto que no se evaluó. Esto es importante, en virtud de que hay reportes de compatibilidad de algunos de estos cultivares italianos con otros (Bartolini *et al.*, 2002; Iannotta *et al.*, 1999a, b; Vossen, 2005), mas no existen evidencias ni reportes de compatibilidad de éstos con polen de Sevillano, el cual es la principal fuente de polen utilizada para llevar a cabo aplicaciones artificiales de polen en Manzanillo en nuestra región y en zonas como California (Sibbett, 1992), en Estados Unidos. Asimismo, de estudios anteriores sobre polinización en la región se han recomendado como buenos polinizadores de Manzanillo los cultivares Barouni y Sevillano (Navarro, 2002; Navarro *et al.*, 2003; Navarro y López, 2003a, b; Navarro *et al.*, 2010), por lo cual sería conveniente confirmar la respuesta a la polinización con polen de Sevillano y también

con polen de Barouni sobre cada uno de estos cultivares italianos, o en su defecto en los que muestren mayor potencial para la región.

Finalmente, en el Cuadro 3 se muestran algunas de las variables de calidad tomadas a muestras de aceitunas recolectadas en cada uno de los cultivares bajo estudio. Se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$) en todas las variables de calidad evaluadas; se puede ver claramente que el cultivar con tamaño de fruta más pequeño (Coratina) es precisamente el que mostró menores valores de la fruta en cuanto a peso, diámetro, longitud y menor relación P/H². Mientras que los cultivares más grandes (Nocellara Messinese, Nocellara del Belice y Carolea) mostraron los mayores valores en cada una de estas variables, siendo estadísticamente iguales, pero diferentes de los demás. El resto de los cultivares mostraron valores intermedios de calidad de la aceituna; aunque en este caso estamos hablando de que la mayoría son para la producción de aceite y algunos de ellos de doble propósito. En cuanto a producción de fruta para la obtención de aceite, el tamaño no es un aspecto importante, ya que en este tipo de producción lo más relevante es el contenido de aceite, así como su calidad química y organoléptica. En relación con los valores indicados por Barranco (2001), para Leccino en nuestro caso el peso obtenido de la fruta es superior al indicado por este autor, pero esta gran diferencia pudo deberse al hecho de que nuestros árboles apenas empiezan a producir (árboles de cinco años) y a que la cosecha en este año fue relativamente baja (por debajo de nuestra media regional de

5 t·ha⁻¹ en el cv Manzanillo); para 'Coratina' se obtuvo un valor de peso de la fruta menor al reportado (4 g) por Barranco (2001), lo cual pudo deberse a que este cultivar fue uno de los dos que mostraron los rendimientos más altos (40 kg·árbol⁻¹ ≈ 6.2 t·ha⁻¹) junto con Grossa di Cassano. Para Carolea, siendo un cultivar de doble propósito, el tamaño de la aceituna es importante si se destina al encurtido, pero no si es para la producción de aceite de oliva; en nuestro caso, como se puede observar en el Cuadro 3, el tamaño de la aceituna en este cultivar no fue un problema.

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias en el inicio y periodo de floración de los cultivares, resaltando Grossa di Cassano y Nocellara Messinese con inicio más tardío y corto, mientras que Carolea, Nocellara del Belice y Coratina fueron más tardíos y con un periodo de floración más prolongado.

No se detectaron diferencias estadísticas en rendimiento, a pesar de lograr entre 3.0 y 6.4 t·ha⁻¹ en estos árboles jóvenes; en algunos casos los rendimientos fueron superiores a la media regional en árboles adultos.

Grossa di Cassano y Leccino fueron los cultivares cosechados más temprano (primera mitad de noviembre), mientras que Nocellara del Belice, Nocellara Messinese y Carolea en la segunda mitad, y Coratina la más tardía.

Los cultivares Nocellara Messinese, Nocellara del Belice y Carolea mostraron el mayor tamaño de fruta y la mayor relación P/H, mientras que Coratina mostró el tamaño de aceituna más pequeño.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo económico recibido de la Fundación Produce Sonora, A.C., para la realización de esta acción del proyecto de investigación y transferencia de tecnología denominado "Reactivación del cultivo del olivo en la región de Caborca, Sonora". Asimismo, se agradece el valioso apoyo brindado por el señor Rodolfo García Quintanar en todas las actividades de campo, las cuales fueron indispensables para el buen desarrollo del presente estudio.

LITERATURA CITADA

- BARRANCO, D. 2001. Variedades y patrones. En: D. Barranco, R. Fernández-Escobar, y L. Rallo (eds), El cultivo del olivo. Coedición Ediciones Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Cuarta edición. Madrid, España. pp. 61-89.
- BARTOLINI, S.; VITI R.; GUERRIERO, R. 2002. Observations on the fertilization process in self-pollinated flowers of cultivar Leccino. *Acta Horticulturae* 586: 521-524.
- CONNELL, J. H. 2005. History and scope of the olive industry. En: G. S. Sibbett y L. Ferguson (eds), Olive Production Manual. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Second edition. Oakland, CA. Publication 3353. pp. 1-10.
- CUEVAS, J.; 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.; 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* Núm. 85: 26-32.
- DEL RÍO, C.; CABALLERO, J. M.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. D.; TOUS, J.; ROMERO, A.; PLANA, J. 2005. Producción. En: L. RALLO, D. BARRANCO, J. M. CABALLERO, C. DEL RÍO, A. MARTÍN, J. TOUS e I. TRUJILLO (eds). Variedades de olivo de España. Coedición Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 257-274.
- DEL RÍO, C.; CABALLERO, J. M.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M. D.; TOUS, J.; ROMERO, A. 2005. Rendimiento graso de la aceituna. En: L. RALLO, D. BARRANCO, J. M. CABALLERO, C. DEL RÍO, A. MARTÍN, J. TOUS e I. TRUJILLO (Eds). Variedades de olivo de España. Coedición Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 347-356.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Segunda edición. Instituto de Geografía-UNAM. México, D.F. 240 p.
- IANNOTTA, N.; PERRI, L.; ZAFFINA, F.; PRIORE, V. 1999a. The influence of different types of treatment on fruit set in the Carolea cultivar (*Olea europaea* L.). *Acta Horticulturae* 474: 305-308.
- IANNOTTA, N.; BRICCOLI BATI, C.; PERRI, L.; TOCCI, C. 1999b. Interfertility tests using different pollinizers for the Carolea cultivar (*Olea europaea* L.). *Acta Horticulturae* 474: 237-240.
- INEGI. 2000. Síntesis geográfica del Estado de Sonora. Marco geoestadístico. 2000. Aguascalientes, México.
- NAVARRO, A. J. A. C. 1999. Situación del olivo en la región de Caborca, Sonora. Seminario Internacional "El Cultivo del Olivo en el Norte de México". Memoria Técnica Núm. 1. INIFAP-Campo Experimental Caborca. pp. 5-11
- NAVARRO, A. J. A. C. 2002. Polinización y amarre de frutos en olivo 'Manzanillo'. Día de Campo, Memoria 2002. Publicación Especial No. 4. INIFAP-Campo Experimental Caborca. pp. 9-11
- NAVARRO, A. J. A. C.; JUÁREZ, G. R.; LÓPEZ, C. A. 2002. Tecnología de producción en olivo. Avances y Resultados de Investigación y Transferencia, 2001-2002. Fundación Produce Sonora, A.C. pp. 3-4.
- NAVARRO, A. J. A. C.; GRIJALVA, C. R.; 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.; LÓPEZ, C. A. 2003a. 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.; 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. Oaxtepec, Morelos, México. p. 364.
- NAVARRO, A. J. A. C.; ARIAS, T. B. E.; LÓPEZ, C. A. 2005. Condición nutrimental 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.; FIMBRES, F. A.; LÓPEZ, C. A.; ROBLES, C. F. 2010. Comportamiento productivo de módulos demostrativos de olivo (*Olea europaea* L.) en huertos comerciales. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 9: 61-66.
- OEIDRUS, 2009. Serie histórica del cultivo de aceituna. SAGARPA-Gobierno del Estado de Sonora. Accesado en septiembre de 2010 (www.oeidrus-sonora.gob.mx)
- SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide. Release 6.12. 4th edition. Vol. 1 and 2. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., USA
- SIBBETT, G. S., M. FREEMAN, L. FERGUSON Y V. S. POLITO. 1992. Effect of topically applied 'Sevillano' pollen on normal-seeded and parthenocarpic "shotberry" fruit set of 'Manzanillo' olive. HortTechnology 2: 228-230
- VOSSSEN, P. 2005. Olive oil production. En: G. S. Sibbett y L. Ferguson (eds), Olive Production Manual. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Second edition. Oakland, CA. Publication 3353. pp. 157-173.
- VOSSSEN, P. 2007. Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. HortScience 42: 1093-1100.