

Fructificación y producción en olivo

por: Luis Rallo*

INTRODUCCION

La producción del olivo depende del acontecer de los procesos vegetativos y reproductores que tienen lugar a lo largo de un ciclo bienal. Dos características destacan por su incidencia en la producción: a) el hábito vecero, es decir la alternancia de años de carga y de descarga, y b) la masiva abscisión de frutos de posantesis. Desde 1978 el grupo de Pomología de la Universidad de Córdoba y del CIDA de «Alameda del Obispo» ha dedicado un continuado esfuerzo al estudio de estos procesos. El presente artículo es un extracto de los conocimientos adquiridos sobre la fructificación del olivo.

EL CICLO BIENAL DEL OLIVO

Crecimiento vegetativo

El calendario aproximado de los ciclos vegetativo y reproductor del olivo en Córdoba se presenta en la figura 1.

Las yemas vegetativas brotan al final de marzo, algo más tarde que las yemas florales. El flujo de crecimiento vegetativo de primavera, que es el más importante, dura aproximadamente hasta mitad de julio. Un segundo flujo puede ocurrir entre septiembre y mitad de octubre, cuando llueve a comienzos de otoño o cuando el olivar es de regadío. En años de descarga los árboles pueden mostrar un flujo continuo pero irregular desde marzo hasta final de octubre. El crecimiento de brotes es muy afectado por la cosecha presente ya que los frutos acaparan la mayor parte de los asimilados de la planta, reduciéndose por tanto el primero.

Inducción floral

En las axilas de las hojas de los brotes en crecimiento se forman yemas. El destino de éstas, floral o vegetativo, depende probablemente de los estímulos que reciben desde mediados de junio hasta finales de octubre. El proceso por el que las ye-

mas experimentan cambios fisiológicos que conducen a la formación de yemas de flor se llama *inducción floral*. El fruto en desarrollo representa un factor inhibidor de la inducción floral. Se ha observado que la eliminación de los frutos de un árbol dentro de las 6-7 semanas posteriores a la floración, incrementa la floración al año siguiente en relación con los árboles testigos a los cuales se les dejaron los frutos. Aumentos de floración respecto a las plantas testigos se han observado también cuando sólo se destruyó la semilla de los frutos en el mismo período a pesar de que los frutos proseguían su desarrollo en el árbol.

Estos resultados indican que un estímulo inhibitor de la inducción floral, representado por la presencia del fruto, reside en la semilla. Estudios posteriores sugieren un papel relevante de las giberelinas sintetizadas en las semillas de los frutos en desarrollo sobre la inhibición de la inducción floral.

Iniciación floral

La fase de inducción floral representa una secuencia de cambios químicos y fisiológicos en la yema que conduce a modificaciones histoquímicas y morfológicas irreversibles. Cuando se llega a este último estado la yema ya se ha iniciado floralmente. En el caso del olivo los primeros cambios indicativos de la *iniciación floral* pudieran ser los señalados entre mitad de octubre y mitad de noviembre, consistentes en mayores número de nudos y contenido de RNA celular en el meristemo apical de las yemas. Cambios previos en tamaño y en contenido total de RNA en las yemas se han interpretado como indicativos del progreso de la inducción floral.

Reposo de yemas

Una vez determinada su naturaleza floral las yemas parecen entrar en *reposo* o

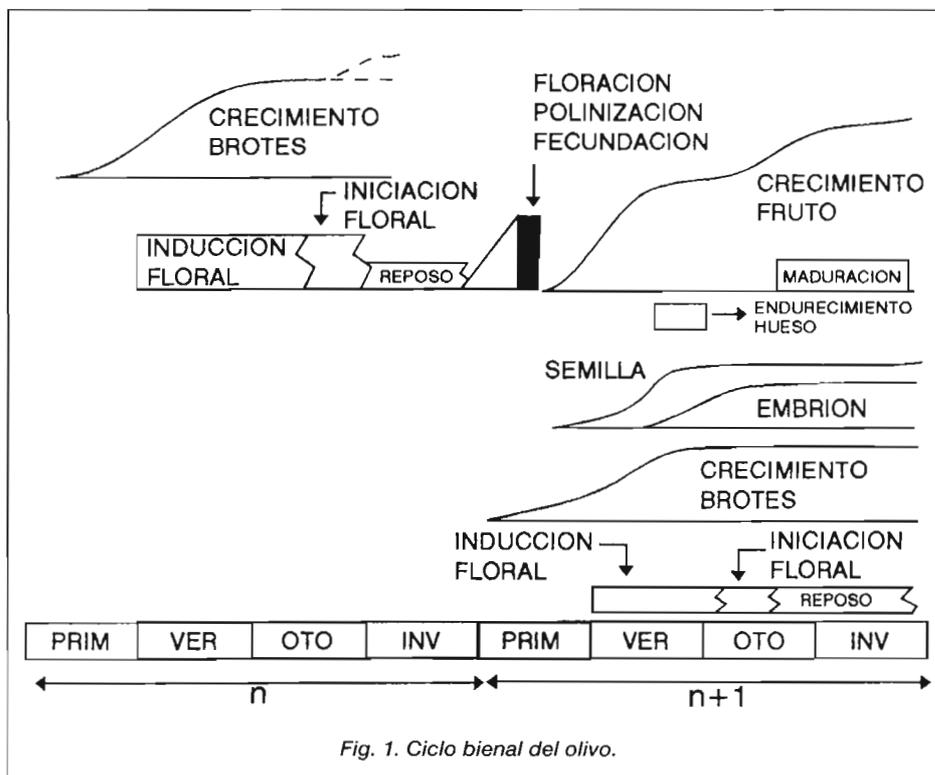


Fig. 1. Ciclo bienal del olivo.

(*) Catedrático de Producción Vegetal. Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba.

latencia. Esta se define como la ausencia de crecimiento visible en cualquier estructura que contiene un meristemo, en nuestro caso la yema. Se reconocen dos causas fundamentales de latencia en este período. Una es endógena y consiste en la incapacidad de la propia estructura para crecer aunque las condiciones ambientales sean favorables al crecimiento (*endolaten**cia*). La segunda se debe a condiciones ambientales desfavorables que impiden el crecimiento (*ecolaten**cia*). En el olivo se ha observado ausencia de crecimiento visible en el meristemo de las yemas de flor, por tanto reposo, entre mediados de noviembre y comienzos de marzo. Sin embargo, cuando se muestrean ramos durante el invierno y se colocan en condiciones favorables al crecimiento, las yemas de flor de los ramos muestreados a partir del 15 de enero, según variedades, brotan a los pocos días. Ello indica que desde mediados de

Desarrollo floral

La brotación de las yemas de flor inicia el crecimiento y desarrollo de las inflorescencias y de las flores. Estos procesos avanzan secuencialmente y sin pausa hasta la floración. Dos aspectos son de particular interés en esta frase: a) la duración del período brotación-floración y b) el desarrollo de los órganos florales.

La duración del período brotación-floración determina la época de floración. En las condiciones de Córdoba la floración media del olivo acontece el 10 de mayo, pero se han observado diferencias de más de 20 días entre años. La temperatura durante los dos meses inmediatamente anteriores a la floración es el principal factor determinante de la fecha de floración. Temperaturas elevadas en los meses de marzo y abril adelantan la floración, sucediendo lo contrario cuando estas tempera-

res y entre éstas y brotes en crecimiento activo durante el período de desarrollo del ovario. Existe también una gran variabilidad en la tendencia al aborto ovárico entre variedades.

También la maduración de los órganos sexuales sucede en este período. El desarrollo del saco embrionario y la maduración de los gametos femeninos tiene lugar en los 20 días que preceden a la floración. En la variedad 'Swan Hill' el saco embrionario es incapaz de desarrollarse. Esta característica, que impide que la variedad fructifique, facilita su uso como planta ornamental ya que la aceituna caída representa una molestia en céspedes y paseos. El desarrollo y la maduración del polen también tiene lugar antes de la floración.

Floración, polinización y fecundación

La floración es un período crítico para la cosecha de cualquier árbol frutal. Duran-



Las diferencias de floración entre árboles son la causa principal de distintas cosechas y de la vecería.

noviembre a mediados de enero la incapacidad de las yemas para brotar es endógena (*endolaten**cia*) y debida a las condiciones ambientales desde esta última fecha hasta principios de marzo (*ecolaten**cia*).

Es precisamente el frío invernal el factor natural que origina la desaparición del reposo endógeno. En frutales de hoja caduca se está familiarizando con este concepto: son las conocidas *necesidades de frío*. En el olivo el frío se ha considerado tradicionalmente como el último factor promotor de la inducción floral. Sin embargo, cuando se aplica frío en condiciones controladas a ramos aislados del árbol, y estos ramos se colocan luego en ambientes favorables al crecimiento, la respuesta observada es análoga a la de la salida de reposo de frutales caducifolios. En conjunto se va acumulando evidencia experimental indicativa de que el frío invernal promueve la salida del reposo en el olivo, tal como ocurre en frutales caducifolios.

Las temperaturas son bajas. También la duración de la floración depende de la temperatura, en particular de la que acontece a partir de la apertura de las primeras flores. Temperaturas bajas conducen a floraciones prolongadas, mientras temperaturas elevadas acortan el período de floración.

El desarrollo de los órganos florales tiene lugar durante el período brotación-floración. En éste empieza ya a manifestarse una característica muy acusada en el olivo: la competencia por asimilados. Esta afecta al desarrollo de los órganos florales a su capacidad fructífera. Se sabe que estres hidrico o nutritivo entre brotación y seis semanas antes de floración reducen el número de flores por inflorescencia e incrementan el *aborto ovárico*. Este fenómeno es también más acusado en años de elevada floración y/o con temperaturas altas durante el período inmediato a la brotación. La razón del aborto ovárico parece residir en una competencia por asimilados entre flo-

«...ninguna estrategia se ha mostrado efectiva para controlar la vecería del olivo»

te la misma tienen lugar una serie de acontecimientos de los cuales depende la fructificación, esto es la conversión del ovario en fruto. La *polinización* y la *fecundación* son los procesos determinantes del cuajado inicial, caracterizado por el comienzo del crecimiento del fruto. En síntesis los procesos suceden como sigue.

Llegada la floración tiene lugar la polinización, esto es la transferencia de polen de las anteras de una flor al estigma de la misma u otra flor. El principal agente de este transporte es el viento. En general la producción de polen no es un factor limitante para la fructificación, como saben bien por propia experiencia los alérgicos. No obstante, la polinización puede limitar la cosecha en alguna ocasión. Por un lado hay alguna variedad *androestéril*, es decir incapaz de producir polen. También puede suceder que el polen tenga bajo poder germinativo (p. ej. 'Gordal Sevillana') o lo pierda por condiciones ambientales adversas (p.ej. temperaturas superiores a 30°C en floración). Finalmente, el origen del polen determina su velocidad de crecimiento desde el estigma de la flor, donde el grano de polen germina, hasta uno de los cuatro óvulos de la misma donde el tubo polínico emitido descarga los gametos para que se

produzca la fecundación. Así, cuando el polen es de la misma variedad (autopolinización) el tubo polínico crece más lentamente que cuando el polen procede de otra variedad (*polinización cruzada*), de modo que su llegada al óvulo puede ocurrir cuando éste ya ha perdido su viabilidad, siendo imposible la fecundación en este caso. Esta incapacidad no suele ser habitual, lo que explica la existencia de plantaciones monovarietales en numerosas regiones olivareras. No obstante, en años con temperaturas elevadas en floración o que incidan condiciones de estrés para la viabilidad de los óvulos de autopolinización puede limitar la fecundación y reducir la cosecha. La presencia de variedades polinizadoras en la plantación o la aplicación artificial de polen de otra variedad evitarían este riesgo.

El proceso de *fecundación* consiste, finalmente, en la fusión de: a) un gameto masculino y la oosfera que origina el cigoto (futuro embrión), y b) otro gameto masculino y los núcleos polares del saco embrionario que originarán el endospermo.

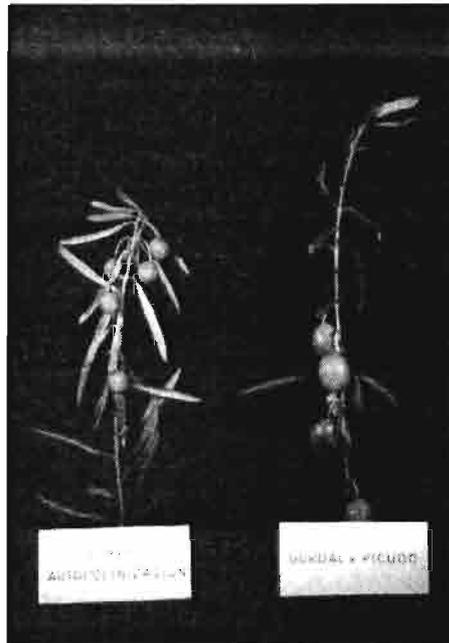
Cuajado y abscisión de frutos

Una vez tiene lugar la fecundación de uno de los cuatro óvulos (*óvulo funcional*) del ovario, aquél inicia su crecimiento. El endospermo es la parte del óvulo que, en su tránsito a semilla, primero crece. El cigoto permanece, por su parte, en una especie de latencia. Su transformación en el embrión sólo tiene lugar algunas semanas más tarde, cuando ya la futura semilla ha alcanzado un cierto tamaño. Parece que el endospermo actúa como motor del crecimiento inicial de la semilla. Se ha observado una gran vascularización y crecimiento en el óvulo funcional tras la fecundación en correspondencia con el desarrollo del endospermo, lo que no sucede en los otros tres óvulos del fruto que, como norma, acaban por abortar a los pocos días. Cuando se impide la fecundación por eliminación de las anteras y ensacado de las flores, realizados inmediatamente antes de la floración, los cuatro óvulos apenas crecen, permanecen vivos durante bastantes más días que en caso de fecundación y muestran un tamaño análogo.

El aumento de tamaño del ovario es precedido por el crecimiento del óvulo, habiéndose encontrado una estrecha correlación entre la pauta temporal de crecimiento en ambos. La demanda de asimilados determinada por el comienzo del crecimiento de los frutitos origina una acusada competencia entre los mismos y con los ovarios sin fecundar, lo que se traduce en una masiva abscisión de ovarios y jóvenes frutos. Esta se inicia primero entre flores y/o frutitos dentro de las inflorescencias y, posteriormente, entre inflorescencias próximas. El período de abscisión comienza, pues, tan pronto crecen los primeros frutos y se prolonga hasta unas 6-7 semanas después de la floración. En total llegan a

caer hasta un 98-99% de las flores de un olivo en años de elevada floración y buena cosecha. Una vez establecida la población de frutos en este período, éstos prosiguen su crecimiento hasta maduración sin que se produzcan nuevas caídas, salvo por causas accidentales o patológicas.

Hay una vía alternativa a esta pauta general de abscisión de frutos. Se trata de los *frutos partenocárpicos*, conocidos como *zofairones*. En éstos el conurso de la fecundación no es necesario para su desarrollo y su velocidad de crecimiento es menor. Por tanto, su demanda de asimilados es más atemperada. Ello hace que los frutitos vecinos apenas compitan entre sí por lo que la abscisión es mínima y las aceitunas aparecen con frecuencia arracimadas. En variedades con tendencia a la partenocarpia, p.ej. 'Gordal Sevillana', los zofairones son de escaso valor comercial por lo que su presencia no es deseable. En este caso la polinización cruzada, al aumentar la proporción de ovarios fecundados, determina una menor proporción de zofairones.



La polinización cruzada (variedades polinizadoras intercaladas o aplicación de polen) favorece la fecundación y el cuajado y reduce la presencia de zofairones.

Crecimiento y desarrollo del fruto

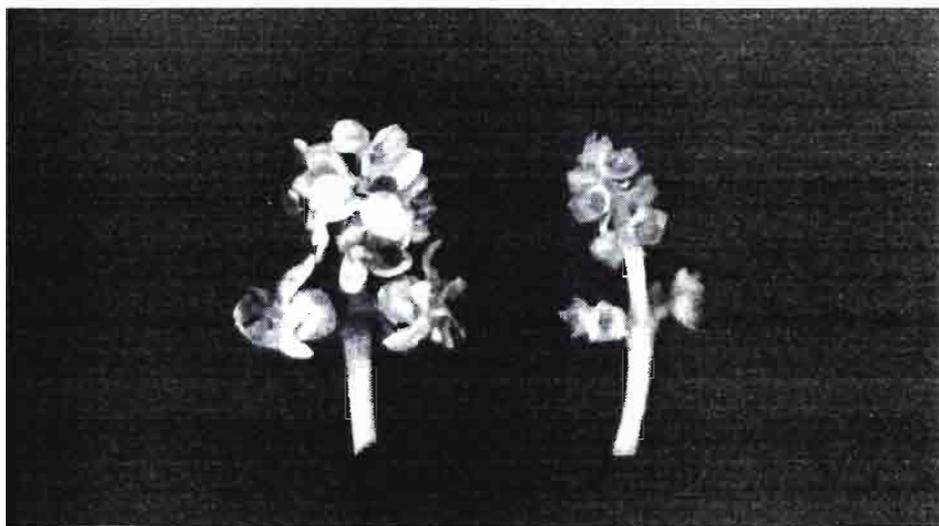
Desde la fecundación hasta su madurez el fruto atraviesa una serie de etapas según una pauta precisa y, aparentemente, predeterminada. Aunque desconocemos los mecanismos, resulta evidente la interacción semilla-ovario durante el desarrollo del fruto. Durante el período de abscisión antes mencionado, el desarrollo de la semilla, en particular del endospermo, parece determinante para el crecimiento del fruto. La destrucción de la semilla en este período

do comporta la abscisión del fruto, por contra, cuando el embrión alcanza un cierto tamaño, ocupando la mayor parte de la semilla, la presencia de la misma ya no es imprescindible para la continuidad de la aceituna, es decir, su destrucción no implica la abscisión del joven fruto.

Desde el punto de vista cuantitativo el crecimiento de la aceituna, como el de cualquier otra drupa, se ajusta a una doble sigmoide (fig. 1). Durante la primera fase de crecimiento contribuyen al aumento de tamaño tanto la división como la expansión celulares. Esta fase concluye aproximadamente con el final de la esclerificación o endurecimiento del endocarpo, que sucede entre unas 7 y 9 semanas después de la floración. Tras un período durante el cual el crecimiento se ralentiza o se detiene, el fruto experimenta un nuevo incremento de tamaño, en cuya fase final ocurre el *enverado* o cambio de color de la epidermis que determina el comienzo de la *maduración*.

El *endurecimiento del hueso* ha representado un estado de desarrollo al que se ha prestado cierta importancia en relación con la práctica de la fertilización nitrogenada. En realidad, su causa, es decir la *esclerificación del endocarpo* es un proceso que se inicia a los pocos días de la antesis. En un primer período la lignificación de las células acontece de un modo disperso para, posteriormente, adquirir un carácter masivo, lo que conduce a una resistencia del fruto a ser atravesado que impide su corte con una navaja bien afilada. La última fase del endurecimiento del endocarpo coincide con el máximo crecimiento del embrión, una vez que la semilla ha alcanzado su tamaño definitivo. Este período es crítico para dos cosechas sucesivas. Por un lado, concluye la abscisión de las aceitunas de la cosecha actual. De otra parte, el desarrollo del embrión y la esclerificación del endocarpo parecen contemporáneos con el comienzo de la inducción floral, de manera que la presencia de frutos semillados más allá de este período tiene un claro efecto inhibitorio sobre la floración al año siguiente (floración de retorno). Este efecto representa la causa fundamental de la vejería del olivo.

La síntesis de ácidos grasos en las células del mesocarpo determina el rendimiento graso de la aceituna. La reacción que determina la formación de triglicéridos es un paso previo en dicha síntesis, por lo que se puede emplear para cuantificar la acumulación temporal de lípidos. En el caso de la aceituna se ha observado que la acumulación se inicia durante la fase de detención de crecimiento de la drupa y concluye al comienzo de la maduración. Estos datos parecen confirmar estudios previos sobre el rendimiento graso de la aceituna que indican que la cantidad de aceite por aceituna alcanza su techo en torno al comienzo de la maduración. Las fluctuaciones a partir de esta época se deben fundamentalmente a variaciones en el contenido de humedad de la pulpa.



El aborto ovárico es normalmente más espectacular que limitante de la cosecha. Solo en alguna variedad y en situaciones excepcionales de estrés puede estar asociado con una merma de la producción

El tamaño del fruto es un factor crítico para la calidad de la aceituna de mesa. En la evolución normal del crecimiento del fruto la carga del árbol, es decir la población de aceitunas, es posiblemente el principal factor determinante del tamaño en unas condiciones determinadas de medio y cultivo. En todos los frutales, y el olivo como en tantas otras cosas no es una excepción, existe una relación negativa entre número de frutos por árbol y peso del fruto. Como se ha visto, la población de frutos queda determinada en las 6-7 semanas que siguen a la floración. Sin embargo, sólo la reducción de floración se traduce en un aumento de tamaño final de la aceituna. Aclareos previos conducen a una menor competencia entre frutos y, en consecuencia, a una menor caída natural, lo que compensa el aclareo. Aclareos posteriores, aunque el fruto se encuentra en su primera fase de crecimiento, apenas repercuten en un aumento de tamaño. Por otro lado, cuando el aclareo se realiza con productos químicos (ácido naltalenanético y derivados u otros) la efectividad de los productos se reduce a medida que avanza el desarrollo del fruto, p. ej. para el ácido naftelenecítico la época óptima para la efectividad del producto se sitúa aproximadamente entre 12-15 días después de plena floración.

CONTROL DE LA FRUCTIFICACION Y DE LA PRODUCCION

El control humano de la fructificación y de la producción en el olivo es muy ineficiente. Hasta la fecha el riego ha sido el factor capaz de incrementar de modo más espectacular la producción. También el aumento de la densidad de plantación ha contribuido a elevar la producción, sobre todo durante la primera fase de crecimiento del árbol que en el olivo se puede prolongar entre 8 y 20 años, según los casos.

Sin embargo, ninguna estrategia se ha mostrado efectiva para controlar la vejería del olivo. Un mejor conocimiento de las causas de la misma podría, al menos, sugerir algunas aproximaciones para limitarla.

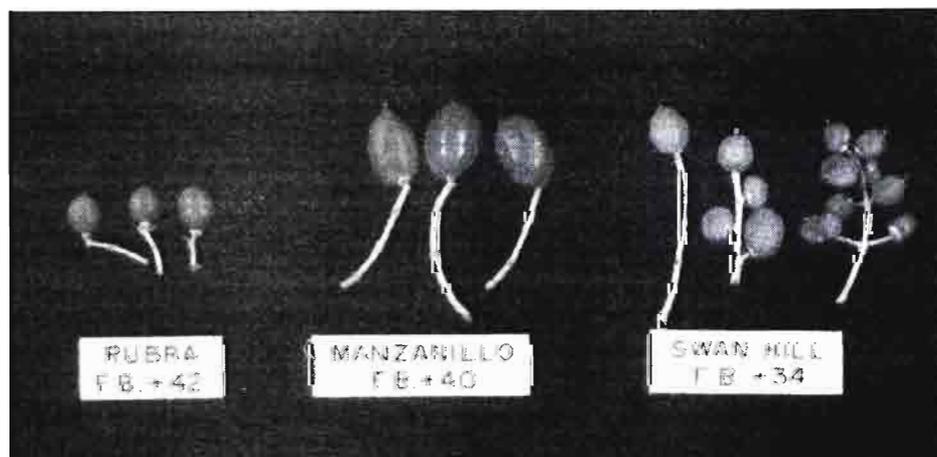
Diferentes estudios indican que la inhibición de la inducción floral por los frutos en desarrollo es el principal factor determinante de la vejería. En el olivo los procesos vegetativos y reproductivos que acontecen después de la inducción floral tratan de compensar el desequilibrio determinado por la diferencia de floración. De este modo, los olivos con elevada floración muestran mayor aborto ovárico y menor cuajado de frutos que los baja floración. No obstante, su carga sigue siendo excesiva, por lo que el tamaño del fruto y el crecimiento vegetativo disminuyen respecto a olivos con baja floración. Estos mecanismos compensadores reducen paulatinamente la intensi-

dad de la vejería hasta que un factor ambiental catastrófico destruya la producción potencial (inflorescencias o flores) o impida la fecundación y el cuajado, originando un año de descarga que reinicia el ciclo vejero. En un estudio realizado en 'Manzanilla' la relación entre la producción de los árboles en descarga y en carga pasó de 0,15 en 1990 a 0,44 en 1992 lo que indica la incidencia de estos mecanismos de compensación.

La cuestión que se suscita es cómo aprovechar estas respuestas del árbol para regular la producción en el olivo. El aclareo de frutos ha sido una técnica muy efectiva en el manzano, una especie con una vejería muy semejante a la del olivo. Sin embargo, en el primero el incremento del tamaño del fruto que conlleva siempre el aclareo compensa en términos económicos la reducción de cosecha que también origina inexcusablemente. Ello explica que mientras en aceituna de mesa el aclareo de frutos es una práctica utilizada, en aceituna de molino su interés está por comprobar. Máxime cuando aún se desconocen los niveles de aclareo y de reducción de la cosecha presente necesarios para evitar la inhibición de la inducción floral.

El ejemplo del aclareo de fruto sugiere otras posibles aproximaciones experimentales. Por ejemplo, la presencia de polinizadores o la pulverización con polen de otras variedades durante la floración puede ser un instrumento valioso para evitar fracasos en el cuajado de fruto en años con elevadas temperaturas en floración. También cualquier técnica de cultivo que promueva crecimiento vegetativo en año de elevada floración (riego y fertilización nitrogenada precoces) o incluso reducir ésta (poda previa al año de carga) pudieran permitir limitar la vejería.

Ensayos en curso o de próximo comienzo tratan de dar respuesta en términos agronómicos y económicos al control de la producción y fructificación de nuestra primera especie frutal.



La competencia por asimilados entre frutitos en crecimiento es la causa principal de la abscisión de frutos en olivo. Esta se inicia a los pocos días de la floración y se prolonga hasta 6-7 semanas después de la misma.