

# Influencia del régimen hídrico en la formación de aceite en Arbequina

Ensayos realizados sobre esta variedad de aceituna en regímenes de secano y regadío

El objetivo de este trabajo es evaluar la respuesta de la variedad Arbequina frente a las condiciones de escasez de agua que en Andalucía pueden registrarse tanto en plantaciones de secano como en regadío en años de escasez de lluvias durante la fase de crecimiento y maduración del fruto, así como su efecto sobre la formación de aceite.

**Domingo Ortega Calderón, Gabriel Beltrán, M<sup>a</sup> Paz Aguilera y Marino Uceda.**

Estación de Olivicultura y Elaiotecnia.  
CIFA Venta Del Llano", Mengíbar (Jaén).  
Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera,  
Alimentaria y de la Producción ecológica (IFAPA). Junta de Andalucía.

Uno de los productos de mayor valor socioeconómico y agroalimentario que ofrece el campo español es el aceite de oliva, destacando por sus características organolépticas y nutricionales el aceite de oliva virgen. Entre los aceites de oliva vírgenes monovarietales, los de la variedad Arbequina presentan una composición y características sensoriales con marcadas diferencias respecto al resto de variedades comercializadas (Jiménez y cols., 1995; Tous y cols., 1997). Esto, junto con sus características agronómicas (Tous y cols., 1992; Pastor y cols., 1992), hacen que su cultivo se esté extendiendo a otras regiones y países.

En el fruto del olivo, la acumulación de aceite o lipogénesis comienza poco después del endurecimiento del hueso, coincidiendo con el crecimiento del fruto (Lavee, 1996). La mayor o menor cantidad de materia grasa presente en la pulpa depende de múltiples factores, entre los que cabe destacar la variedad, el estado de madurez del fruto, las condiciones climáticas y el sistema de cultivo (secano o regadío).

A pesar de su resistencia a la sequía, el olivo muestra una elevada susceptibilidad a las condiciones de estrés hídrico en determinados momentos de su ciclo bianual. A principios de verano, coincidiendo con la fase de engrosamiento de las células de la pulpa y de endurecimiento del hueso, el olivo es muy sensible a las condiciones de sequía. Si ésta persiste, hacia el final de verano los frutos pueden sufrir graves pérdidas de humedad y en caso de producción elevada, ver comprometida su viabilidad. Si el estrés hídrico no ha sido demasiado grave, con las primeras lluvias los frutos recuperan su turgencia, aunque durante la fase de escasez de agua el metabolismo se habrá ralentizado y, por tanto, el crecimiento y la acumulación de aceite en el fruto. (Lavee, 1996).

Otro momento en el que la disponibilidad de agua es crítica



Árbol de la variedad Arbequina.

para el olivo coincide con el final del verano e inicio del otoño. En esta época el crecimiento de la aceituna es máximo y la formación de aceite se produce a mayor velocidad. La escasez de recursos hídricos en esta fase compromete la formación de aceite dando lugar a frutos con contenidos grasos más bajos. Se ha observado cómo riegos complementarios en esta época, incluso en dosis pequeñas, dan lugar a frutos de mayor tamaño y de contenidos grasos más elevados (Lavee, 1996).

## Material y métodos

Para este trabajo se han utilizado olivos de la variedad Arbequina, de doce años de edad, cultivados en la finca experimental de la Estación de Olivicultura y Elaiotecnia CIFA Venta del Llano en Mengíbar (Jaén). Los árboles de un pie dispuestos en un marco de plantación de 7 x 7 m se han seleccionado considerando porte e índice de carga similares.

El 24 de junio de 1998, coincidiendo con la fecha de endurecimiento del hueso, se delimitan dos bloques al azar con cuatro parcelas cada uno y cada parcela elemental constituida por dos

## OLIVAR dossier

olivos. Un primer bloque de riego localizado, aplicado con micro-tubo y dos puntos de riego por árbol. El segundo bloque queda como testigo en condiciones de secano. Los árboles seleccionados fueron regados hasta el momento de comienzo del ensayo, a partir del cual las condiciones de cultivo fueron similares a excepción del riego. Los árboles de regadío fueron sometidos a diez riegos con una periodicidad aproximada de quince días y con una dotación aproximada de 600 litros por riego y árbol. Se llevaron a cabo un total de diez riegos.

Las lluvias caídas durante el año 1998 fueron 348,9 mm, registrándose durante el período comprendido entre los meses de julio y diciembre 44,3 mm.

Las muestras de aceituna fueron recolectadas a mano, alrededor del olivo y en todas las orientaciones posibles, sin tomar aceitunas del interior de éste, y a la altura del operario (Rodríguez de la Borbolla y cols., 1955). La toma de muestras se realiza del conjunto de árboles de cada parcela con una periodicidad de quince días. El inicio del muestreo (época 0), después del endurecimiento del hueso, se llevó a cabo el 29 de julio de 1998, mientras que la toma final (época 8), el 2 de diciembre del mismo año.

Los frutos fueron caracterizados mediante los siguientes parámetros: relación pulpa/hueso, índice de madurez y contenido graso, tanto del fruto como de la pulpa. El índice de madurez fue determinado mediante el método descrito por la Estación de Olivicultura y Elaiotecnia de Mengíbar (Jaén) y basado en los cambios en la pigmentación de la epidermis y de la pulpa del fruto (Hermoso y cols., 1997). El contenido graso de la aceituna entera y de la pulpa ha sido analizado utilizando método Soxhlet (norma UNE 55030).

### Análisis estadístico

El análisis de los datos se ha efectuado utilizando el software estadístico SAS. Para cada parámetro estudiado, se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA). Para establecer diferencias significativas entre las medias de los tratamientos en cada época se ha aplicado el test de Duncan ( $p: 0.05$ ).



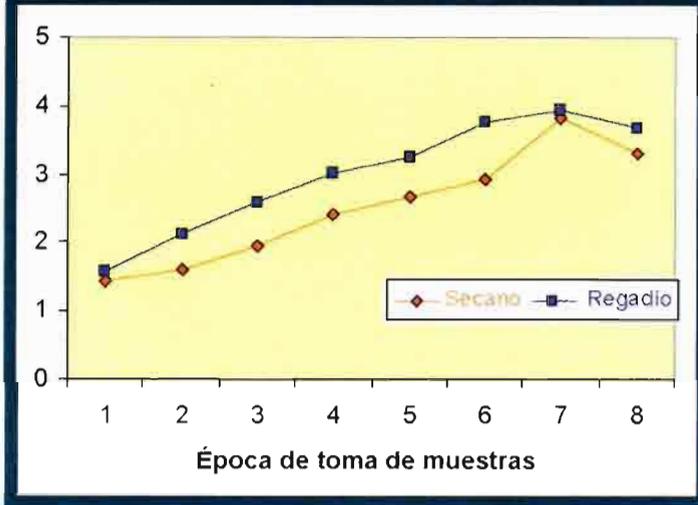
## Semillas Agromonegros: Y no le dé más vueltas.



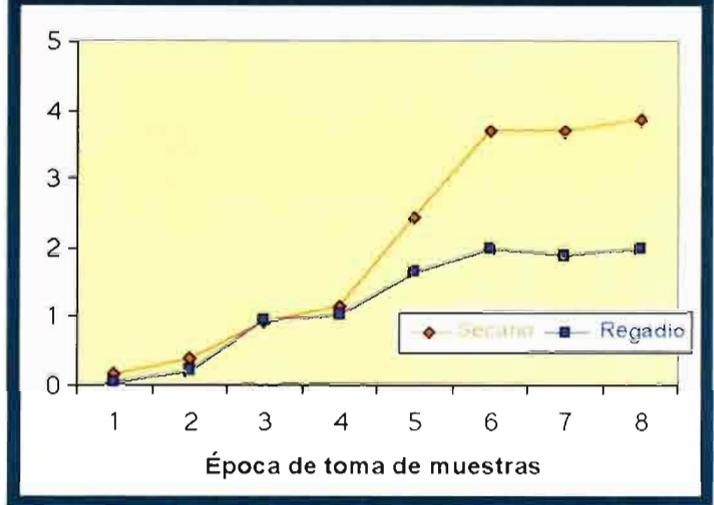
Tel. Atención al Cliente:  
**902 168 289**

Ctra. Sariñena, Km 25,6 • Tel. 976 16 82 89  
Fax 976 16 82 95 • 50160 LECIÑENA - ZARAGOZA  
e-mail: [info@agromonegros.com](mailto:info@agromonegros.com)  
web: [www.agromonegros.com](http://www.agromonegros.com)

**FIGURA 1. Relación pulpa/hueso.**



**FIGURA 2. Índice de Madurez.**



**Resultados y discusión**

**Relación pulpa/hueso**

La relación pulpa/hueso es un parámetro que permite establecer cómo se ha llevado a cabo el crecimiento y el desarrollo del fruto. El hecho de que la mayor parte del aceite (95%-97%) esté localizado en el pericarpio o pulpa hace destacar la importancia de este parámetro para la evaluación de la producción de aceite. Debido a que el comienzo de toma de muestras se lleva a cabo tras el endurecimiento del hueso, el peso de éste no ha variado durante el periodo de tiempo estudiado, por lo que cualquier cambio en la relación pulpa/hueso se deberá a variaciones en el peso de la pulpa. A lo largo del proceso de desarrollo y maduración del fruto puede observarse cómo la relación pulpa/hueso va aumentando en los frutos (figura 1), lo que corresponde a la fase de crecimiento y engrosamiento celular ya descrito. Coincidiendo con la época de heladas (época 8), se observa una disminución en este parámetro para los frutos de ambos tratamientos, secano y regadío, como consecuencia de la pérdida de humedad debido a las bajas temperaturas. Asimismo, los incrementos apreciados principalmente en árboles de secano durante las épocas 3 y 6 son debidos a las precipitaciones registradas en dichas épocas. La relación pulpa/hueso siempre es más elevada en condiciones de regadío.

En este trabajo, en el que todos los árboles han sido regados hasta el momento en el que se comienza el ensayo (24 de junio de 1998), el desarrollo del hueso en secano no se ha visto influido, así como tampoco la fase inicial del fruto en la que se forman las células de la pulpa. Esto se refleja en los datos de las primeras épocas de muestreo, donde no existen diferencias en el tamaño del hueso entre tratamientos. Al presentar los frutos de regadío valores más elevados de

relación pulpa/hueso que los de secano, se garantiza que no han sido afectadas por el secano las fases iniciales del desarrollo del fruto (Hermoso y cols., 1997).

**Maduración del fruto**

De los resultados, se observa cómo la maduración del fruto varía en función de las condiciones de cultivo. Así, el índice de madurez de los frutos cultivados en secano es siempre superior a los procedentes del regadío, alcanzando unos valores de índice de madurez de 3,86 y 1,98 para secano y regadío, respectivamente (figura 2).

La variedad Arbequina se caracteriza por una maduración escalonada y por no alcanzar la pigmentación completa del fruto (Hermoso y cols., 1997; Humanes y cols., 1992). El efecto del regadío, al igual que el nivel de carga de árbol, prolonga el proceso de maduración estimado por el índice de madurez (Lavee, 1986). En este trabajo se ha observado cómo de acuerdo con lo anteriormente expuesto los frutos de secano presentan un mayor índice de madurez que los de regadío. Estas diferencias son más pequeñas en las primeras épocas debido a la igualdad en el tratamiento de los árboles antes de junio.

**Contenido graso en los frutos**

En muchas regiones olivereras el pago de la cosecha a los olivicultores se realiza en función del contenido graso sobre materia fresca (MG/MH). Sin embargo, debido a su dependencia de la hu-

**CUADRO I. RESULTADOS**

Parámetro	Ensayo	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6	Época 7	Época 8
P./ H.	Secano	1.43b	1.61b	1.94b	2.42b	2.68b	2.92b	3.82a	3.31b
P./ H.	Riego	1.58a	2.14a	2.58a	3.02a	3.25a	3.77a	3.95a	3.68a
I. M.	Secano	0.14b	0.36b	0.90a	1.12b	2.42b	3.67b	3.67b	3.86b
I. M.	Riego	0.03a	0.20a	0.93a	1.00a	1.63a	1.98a	1.88a	1.98a
MG/MS aceituna	Secano	8.72b	16.62a	25.88a	29.59a	32.81a	38.65b	42.67b	42.82b
MG/MS aceituna	Riego	10.88a	18.73a	25.79a	29.48a	31.83a	41.39a	45.49a	49.06a
MG/MS pulpa	Secano	18.7a	26.44b	28.29b	35.14b	32.74b	46.85b	57.93a	62.72b
MG/MS pulpa	Riego	17.35a	31.55a	35.48a	41.07a	38.27a	57.01a	60.98a	66.40a

Valores medios de las parcelas de secano y regadío para una misma época y parámetro seguidos de letras diferentes (a y b), presentan diferencias significativas aplicando el Test de Duncan para un P < 0,05.

P. / H. = Relación Pulpa / Hueso; I.M. = Índice de Madurez; MG/MS ac. = Materia Grasa sobre Materia Seca en aceituna; MG/MS pu. = Materia Grasa sobre Materia Seca en pulpa.

# Fungicidas para el Olivo

## Cobre a la Carta



**DROXICUPER-50**

Hidróxido de cobre (50%)

**CUPROTEC 50**

Oxícloruro de Cobre (50%)

**CUPROTEC BORDELES**

Sulfato Cuprocálcico (80%)

**Cuper Rojo-50**

Oxido de Cobre (50%)

**CUPRITAL M**

Cobre (20%) + Mancozeb (8%)

**CUPRITAL SUPER**

Cobre (30%) + Mancozeb (20%)

## Gama completa de herbicidas para Olivar

**GLIFOSATEC**

Glifosato (36%)

**Karmex-80**

Diuron (80%)

**INTEIKE**

Oxifluorfen (24%)

**GLIRÓN**

Glifosato (10%) + Diurón (28%)



medad del fruto y a las oscilaciones que muestra ésta como consecuencia de las condiciones climáticas (lluvias y heladas), no ha sido incluido en los resultados mostrados en este artículo. Para evitar la interferencia de la humedad en los resultados de contenido graso, éste ha sido expresado como contenido graso sobre materia seca (MG/MS).

En el **figura 3** se aprecia cómo los frutos procedentes de árboles regados presentan un contenido graso expresado sobre materia seca más alto. No existen diferencias significativas entre tratamientos en las épocas iniciales de estudio, siendo a partir de la época 5 cuando la acumulación de aceite es más marcada en los frutos de regadío. Para la última época (2 de diciembre) se registraron las diferencias más importantes en el contenido graso del fruto, mostrando los frutos de riego un 6,24 % más de contenido graso que aquellos procedentes de parcelas de secano.

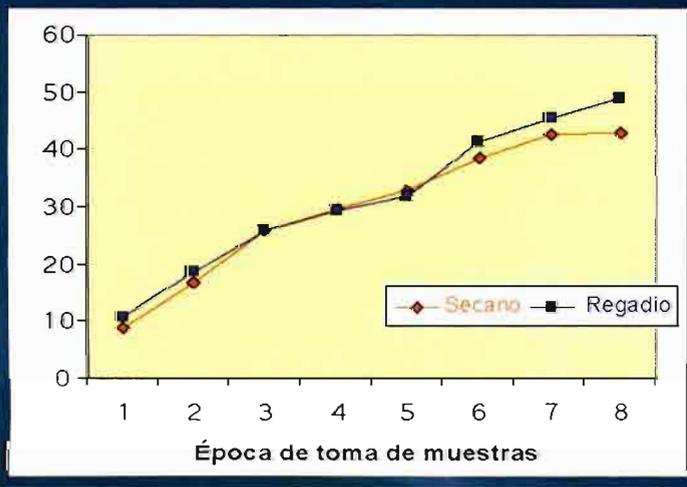
El contenido graso sobre materia seca en aceituna presenta una evolución similar a la descrita por Lavee y col.(1991), en la que los frutos de regadío alcanzan un mayor contenido en materia grasa sobre materia seca.

### Contenido graso en la pulpa

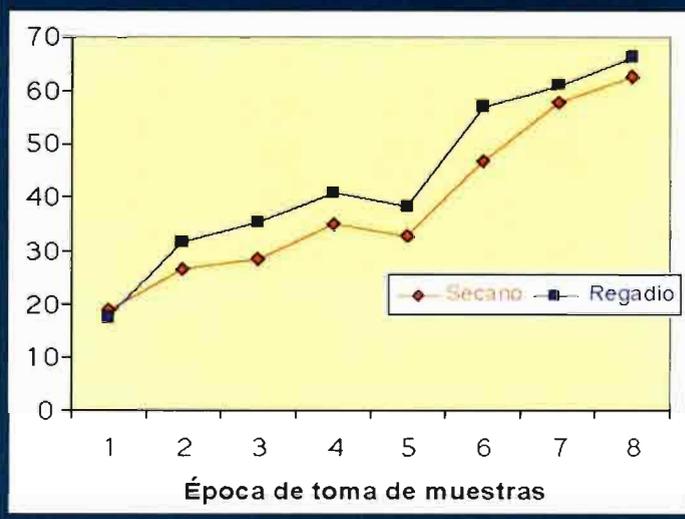
Como se ha mencionado anteriormente, más del 95% del contenido total de aceite del fruto se encuentra localizado en la pulpa, de ahí la importancia de estudiar la variación de su contenido graso en trabajos sobre formación de aceite. La acumulación de aceite en la pulpa expresada como contenido graso sobre materia seca (MG/MS) (**figura 4**) muestra una evolución similar a la de aceituna entera, va aumentando tanto para secano como para regadío a lo largo del crecimiento y maduración del fruto, obteniéndose valores más elevados para los frutos procedentes de árboles regados. En la última época (2 de diciembre) el contenido graso sobre materia seca en pulpa alcanza un valor final de 66,40% para regadío y 62,72% para secano.

Se observa, por tanto, que los frutos de regadío alcanzan un mayor contenido graso sobre materia seca en la pulpa respecto de los de secano. Estos resultados son similares a los descritos previamente, en los que las condiciones de riego dan lugar a frutos de mayor contenido en aceite (Solé, 1986; Michelakis, 1995); efecto aún más marcado en los años de baja pluviometría (Solé, 1986; Pastor y cols., 1994).

**FIGURA 3. Contenido de materia grasa sobre materia seca en aceituna entera.**



**FIGURA 4. Contenido de materia grasa sobre materia seca en pulpa.**



### Conclusiones

La variedad Arbequina muestra una gran susceptibilidad al cultivo en condiciones de secano. Se ha apreciado cómo la maduración se produce de forma más lenta en árboles regados, dando lugar a frutos con un índice de madurez más bajo. Asimismo, se ha observado cómo la formación del aceite se ve fuertemente influida por la disponibilidad de agua durante el verano y el otoño, dando lugar a frutos de menor tamaño y contenido graso más bajo en árboles cultivados en condiciones de secano (**cuadro I**). ■

### Bibliografía

- Hermoso, M., Uceda M., Frías, L. y Beltrán, G. (1997). Maduración. En Barranco, D., Fernández-Escobar, R. y Rallo, L. El cultivo del olivo. Mundi-Prensa y Junta de Andalucía. Capítulo 6: 137-153.
- Humanes, J. y Civantos, M. (1992). Producción de aceite de oliva de calidad. Influencia del cultivo. Junta de Andalucía. 102 pp.
- Jiménez, A. y Uceda, M. (1995). Características químicas y organolépticas del aceite de oliva virgen de la variedad Arbequina. 1er Simposi de L'Oliviera Arbequina a Catalunya. Les Borges Blanques: 145-148.
- Lavee, S. y Wodner, M. (1991). Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science* 24 (5): 583-591.
- Lavee, S. (1996). Biología y fisiología del olivo. *Enciclopedia Mundial del olivo*. Col. 61-110.
- Michalakakis, N. (1995). Efecto de las disponibilidades en agua sobre el crecimiento y el rendimiento de los olivos. *Olivae* 56: 29-39.
- Pastor, M. y Orgaz, F. (1994). Riego deficitario del olivar. *Agricultura* 74(6): 768-776.
- Pastor, M. y López, J. M<sup>a</sup>. (1992). Arbequina: Variedad de olivo de gran interés en Andalucía. *Agricultura* 17: 497-502.
- Rodríguez de la Borbolla, J.M.; Fernández, J. y González, F. (1955). Cambios en la composición de la aceituna durante su desarrollo I. *Grasas y Aceites* 6:5-22.
- Sánchez, A.H. y M. J. Fernández (1991). Correlación entre materia grasa, azúcares reductores y humedad en la pulpa de la aceituna. *Grasas y Aceites* 42 (6): 414-419.
- Solé, M.A. (1986). Ensayo de riego de auxilio en olivar de la variedad Arbequina en las Garrigas. *Resultados parciales*. *Olea* 17: 199-202.
- Tous, J. y Romero A., (1992). Ficha varietal Arbequina. *Olivae* 43:28-29.
- Tous, J., Romero, A. Plana, J., Guerrero, L., Díaz, I. y Hermoso, J. F. (1997). Características químico-sensoriales de los aceites de oliva Arbequina obtenidos en distintas zonas de España. *Grasas y Aceites* 48 (6): 415-424.