

# ACERCAMIENTO A LA OLIVICULTURA EN BOYACÁ

Por: GARCÍA, Francisco\*

## Resumen

El olivo (*Olea europaea L.*) es un cultivo milenario de gran interés en el mundo por las características nutricionales y organolépticas del aceite que se obtiene del fruto. Se ha expandido por todo el planeta desde Siria hasta el Mediterráneo y fue traído a América por los misioneros españoles en el año 1500. Actualmente se cultiva en diferentes ambientes donde ha demostrado adaptación y producción. En Colombia fue sembrado en la región del Alto Ricaurte, donde bajo condiciones de clima frío tropical (temperaturas mínimas promedio anuales de 7,1°C y máximas de 26,1°C, precipitación 980 mm, humedad relativa 76%, brillo solar 1614 horas/año y fotoperíodo casi constante) ha mostrado un buen desarrollo vegetativo, favorecido seguramente por las temperaturas óptimas para la fotosíntesis, que coinciden con las requeridas por el árbol; sin embargo, se presentan períodos de floración dispersos durante todo el año que dificultan la estacionalidad de la cosecha. De otra parte, parece que la elevada irradiación ultravioleta recibida debido a la mayor altura sobre el nivel del mar, obliga una posición casi vertical de las hojas de los árboles exponiendo más el envés que el haz; un mecanismo de adaptación para protegerse mediante los tricomas.

**Palabras clave:** fenología, fisiología, clima, variedades vegetales, nutrición.

## Abstract

The olive tree (*Olea europaea L.*) is an ancient grain high interest in the world of nutritional and organoleptic characteristics of oil obtained from the fruit. It has spread throughout the world from Syria to the Mediterranean and was brought to America by Spanish missionaries in 1500. Currently grown in different environments has been shown to adapt and produce. In Colombia was sown in the region of Alto Ricaurte, where under conditions of cold weather tropical (average minimum annual temperatures of 7.1 °C and maximum of 26.1 °C, precipitation 980 mm, humidity relative 76% sunshine 1614 hours and photoperiod almost constant) has shown good vegetative growth, probably favored by the optimal temperatures for photosynthesis, which coincide with those required by the tree, but flowering periods are scattered throughout the year that hinder the seasonal harvest. On the other hand it appears that the greatest amount of ultraviolet radiation received by the greater height above sea level requires an almost vertical position of the leaves of the trees over the beam exposing the underside, an adaptive mechanism to protect themselves by trichomes as much solar radiation they receive.

**Keywords:** phenology, physiology, climate, varieties, nutrition.

\* Ph.D. c. en Biología Vegetal, Universidad de Parma Italia. Esp. en Gerencia Agraria, JDC. Ing. Agrónomo Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Docente, JDC. E-mail: jfgm29@hotmail.com.

Artículo recibido: 15 de Julio de 2010.

Aceptado para publicación: 27 de agosto de 2010.

Tipo: Revisión.

DO  
CURA



## LA HISTORIA

El olivo (*Olea europaea L.*) es originario de la región que va desde el sur del Cáucaso hasta las altiplanicies de Irán, Mesopotamia, Palestina y la zona costera de Siria; desde donde se extendió por Anatolia y Egipto hasta llegar a los países Mediterráneos (Barranco et al 2008; Lombardo, 2003).

Se cultiva principalmente entre las latitudes 30 y 45° tanto en el hemisferio Norte como en el Sur, en regiones climáticas con verano seco y caluroso, (Barranco *et al.*, 2008), y en particular donde las temperaturas invernales no sean inferiores a cero (Bargioni, 2006). Por millones de años ha proporcionado: madera, frutos, de igual manera aceite, empleado como fuente de luz, para curar enfermedades y para la preparación de cosméticos, pero no es claro en qué época se empieza a cultivar (Bargioni, 2006).

De acuerdo con Taylor (2000) citado por Soleri *et al.*, (2010), este cultivo fue introducido, por misioneros Españoles, al Caribe y centro de México a principios de los años 1500, y luego se dispersaron por América del norte y en menor medida a América del sur, Chile, Argentina y Perú, donde por las condiciones climáticas ha tenido más desarrollo, Chile por ejemplo ha incrementado en los últimos años la olivicultura pasando de 106 Ha en 1992 a 583 Ha. en el 2003 (Donnos, 2006).

A Colombia fueron traídos por los dominicos y laicos españoles desde 1531 a la región de Villa de Leyva, donde hay evidencias de olivos centenarios en la antigua Misión de Santo Ecce Homo; también se tiene conocimiento que en 1875 el español José María Gutiérrez sembró en esta región cinco mil olivos y mil vides (García, 1963).

A finales de los años cincuenta y principios de los sesenta del siglo pasado, el ingeniero agrónomo español Enrique del Campo realizó un estudio técnico con bases científicas en Boyacá, para lo cual trajo variedades de olivo procedentes de Portugal,

España e Italia. Durante los años 1961 y 1962 se monitorearon las labores y producciones de varias plantaciones ubicadas en la zona. Se citan por ejemplo, en la finca Pasadena, producciones de 6.1 kg por árbol en el área de La Vega y 2,6 kg en la parte alta. Según los estudios, las variedades que dieron mejores resultados fueron: Picual, Cordovil, Passareira, identificada por la población local como “Leyva de tronco amarillo” y otra anónima, pero reconocida como productiva; así mismo la existencia de un patrón adaptado en la zona y conocido como “Leyva de tronco verde oscuro” (Taguas, 2009).

En Colombia se han realizado publicaciones relacionadas con enraizamiento de estacas, microinjerto in vitro combinadas con la aplicación de reguladores de crecimiento (Rache *et al.*, 2008) y algunos estudios para incrementar el cultivo en Boyacá en las regiones de Villa de Leyva, Sáchica, Sutamarichán, Ráquira y Tinjacá; sin embargo, cabe destacar que en algunos lugares las plantaciones responden a factores culturales, sociales, económicos (venta de plantas para fines ornamentales). Por tal razón, en el 2006 se sembraron 5.000 ejemplares en Villa de Leyva para recuperar suelos en donde las condiciones climáticas y ecológicas limitan el desarrollo de cultivos comunes del sector.



## FISIOLOGÍA Y AMBIENTE DE CULTIVACIÓN

Los vegetales son organismos autótrofos que al permanecer en un mismo sitio, se adaptan para soportar las condiciones ambientales que determinan en ellos características fenotípicas, a partir de las cuales se puede obtener mucha información relacionada con la interacción suelo-planta-ambiente.

Según Anderson (1974) citado por Deidda *et al.*, (2003) en un ecosistema definido, los organismos se adaptan a parámetros climáticos conforme a su constitución genética; por esto se manifiesta una serie de respuestas adaptativas con una particular secuencia temporal: la fenología, definida por Lieth (1974) citado por Deidda *et al.*, (2003) como el “Estudio de acontecimientos bio-



lógicos que se repiten pudiendo abarcar una sola unidad taxonómica –especie, variedad o clón- o extenderse a todo el ecosistema”. En consecuencia, la fenología proporciona datos sobre el ritmo periódico de fenómenos biológicos como floración y fructificación, que dependen de la idiosincrasia propia de la especie y están relacionados con el clima local (Saenz *et al.*, 2003).

De otra parte, Deidda *et al.*, (2003) afirman, que para el olivo es importante el lugar y distancias de plantación, forma de conducción, manejo de suelo, nutrición mineral, aporte de agua, protección y cosecha; prácticas que deben ser efectuadas teniendo en cuenta la morfología (hábito vegetativo, vigor), comportamiento fisiológico (adaptación o sensibilidad a estrés biótico y abió-

tico) y fenología (crecimiento y desarrollo) de cada variedad, dado que éstas condicionan la modalidad y la época de aplicación de las diversas técnicas culturales.

Caruso (1982) citado por Deidda *et al.*, (2003) dice que, el ambiente de cultivación debe ser caracterizado en numerosos sitios de observación, diferentes en latitud y altitud, especificando las sumas térmicas y la temperatura media necesaria para una regular manifestación de cada fase fenológica del cultivo, dando a la vez indicación sobre la condición ambiental adversa y sus límites geográficos de plantación. En consecuencia, la temperatura es el principal factor que condiciona la presencia del olivo en un determinado ambiente, y este árbol ha mostrando un crecimiento óptimo entre 20 y 30°C (Rinaldely y Mancuso

1974 citados por Gucci *et al.*, 2003).

Al respecto, Hartmann (1953) citado por Fabbri y Benelli (2000) postuló la existencia de un requisito mínimo de frío para la inducción de la floración en el olivo; sin embargo, los brotes de hoja se afectan por bajas temperaturas, no obstante, la hoja es importante en el proceso de inducción. Los órganos que al recibir el frío inducen el estímulo son las yemas, porque este tiene un papel en la formación de inflorescencias, no en la inducción. De otra parte, la temperatura óptima para la floración parece ser de 10 a 13°C., por debajo de 4°C y superior a 18°C, la exposición debe ser entre siete y diez semanas (Hackett y Hartmann 1967; Porlingis 1972) citados por (Fabbri y Benelli 2000).

De otra parte, la actividad fotosintética comienza con temperaturas de 4 a 5°C y aumenta gradualmente hasta la ideal de 25 a 26°C (Bargione 2006). Sin embargo al bajar el nivel de calor, disminuye la respiración y la actividad enzimática, así como la absorción de agua y nutrientes, reduciendo la eficiencia fotosintética y los principales procesos celulares que llevan finalmente a detener el crecimiento (Gucci *et al.*, 2003).

Hartmann *et al.*, (1967) citados por Fabbri y Benelli (2000) manifiestan que en zonas templadas, los brotes de las plantas expuestas al frío en enero acumulan inhibidores que están ausentes en plantas no refrigeradas. Lo mismo, que al exponer a temperatura de 13°C. los inhibidores estaban presentes en todas las circunstancias favorables a la floración, con acumulación de sustancias como la giberelina; pero ellos no explican si estos inhibidores, ácido cinámico y acetil salicílico se sintetizan en las hojas o en las yemas (Bard *et al.*, 1970).

Por otro lado, la síntesis de los compuestos metabólicos antes mencionados se ve afectada al disminuir la temperatura, dado que la fotosíntesis es limitada porque no hay disponibilidad de fosfato en el cloroplasto (Sage

y Sharkey, 1987 citados por Lincoln y Zeiger, 2008), además, una cantidad de fosfato inorgánico es absorbido como energía por la membrana de los cloroplastos, cuando los fosfatos de triosa se envían del cloroplasto al citosol (Lincoln y Zeiger, 2008). Si la velocidad de utilización de la triosa fosfato del citosol disminuye, se inhibe la absorción en el cloroplasto y la fotosíntesis se ve limitada por el fosfato (Geiger y Servaites, 1994) citados por (Lincoln y Zeiger, 2008).

Sin embargo, al aumentar la temperatura también disminuye la tasa fotosintética y aumenta la de respiración, haciendo inestables los procesos de transporte de electrones ligados a la membrana celular. Por ejemplo, el boro, que entreteteje las pectinas que componen la estructura de la pared celular para darle fuerza mecánica, dado que se disminuye la porosidad. Igualmente, se afecta el movimiento del calcio que liga iónicamente los carboxilos formando un complejo sólido con la pectina (Lincoln y Zeiger, 2006).

Para definir las temperaturas óptimas, las plantas tienen componentes genéticos importantes (adaptación) y ambientales (aclimatación). Así, las diversas especies que crecen en hábitat con temperaturas diferentes, ideales para la fotosíntesis (Lincoln y Zeiger, 2008), dan como resultado un comportamiento fenológico diferente, que puede estar ocurriendo con los olivos en Colombia.

Así mismo, el desarrollo de frutos carnosos como el del olivo, es el resultado de interacciones complejas entre factores genéticos, metabólicos, hormonales y de control ambiental que finalmente determinan tamaño, forma y composición (Bollard, 1970; Tanksley, 2004) citados por Gucci et al., (2009). Si bien, en el crecimiento del fruto se llevan a cabo procesos combinados de división y expansión celular, en el olivo las diferencias parecen estar relacionadas con el número de células del endocarpo para las distintas variedades (Rapoport et al., 2004b).

De otra parte, en árboles de olivo,



la humedad del suelo es crucial para el desarrollo y composición de la fruta, ya que induce cambios en el tamaño, maduración, acumulación de aceite y calidad (Costagli et al., 2003; Gucci et al., 2007; Servili et al., 2007). Por esta razón el momento y grado de déficit hídrico inciden en el peso del mesocarpo, relación mesocarpo-endocarpo, concentración de compuestos fenólicos y propiedades sensoriales del aceite (Moriana et al. 2003; Gómez-Rico et al., 2007; Lavee et al., 2007). De igual manera el efecto del nivel hídrico del árbol en el tamaño del fruto también parece ser dependiente (Gucci et al., 2003).

Igualmente, la condición siempre verde del olivo permite la fotosíntesis en cualquier momento del año, mientras no ocurran factores limitantes

como: radiación, temperatura, concentración de CO<sub>2</sub>, disponibilidad de agua y nutrientes y la superficie foliar iluminada. Sólo una parte de la radiación luminosa es empleada por una hoja de olivo expuesta a pleno sol; su máxima actividad fotosintética se alcanza cuando se llega aproximadamente al 30% de la intensidad luminosa. (Barranco et al., 2008).

De esta manera, en hojas maduras de olivo, el equilibrio entre fotosíntesis y respiración ha alcanzado niveles de flujo fotónico y de radiación fotosintética incidente (PPF) entre 20 y 40  $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , conocido como punto de compensación (Barranco et al., 2008; Gucci, 2003). Por debajo de este valor el consumo respiratorio de CO<sub>2</sub> es mayor que la fijación fotosintética. Los valores máxi-



mos de eficiencia aparente de conversión de la radiación luminosa ( $\beta$ ), se estiman alrededor de  $0,05 \text{ mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$  fotones en condiciones de óptima asimilación (Gucci, 2003).

Únicamente las hojas en la superficie externa del árbol están sometidas a plena radiación solar y esto sólo durante parte del día. En el follaje del interior de la copa la poca radiación puede ser un factor limitante para la fotosíntesis, ya que afecta negativamente tanto la intensidad de la floración como al número, peso y rendimiento de los frutos allí formados (Barranco *et al.*, 2008).

Los tricomas absorben la radiación entre 400 y 700 nm hasta un máximo del 20% en la región azul del espectro, por lo que su presencia sobre la hoja no tiene efecto marcado

en la cantidad de radiación fotosintéticamente activa que llega a los sitios de decarboxilación en el cloroplasto. Los tricomas absorben más del 50% de la radiación ultravioleta (UV-B) con un pico del 60% a 310nm, gracias a la acción filtrante de los flavonoides (Gucci, 2003),

Estos mecanismos de protección adoptados; por las hojas del olivo en el Mediterráneo, así como otros en otras estructuras, pueden haber sido modificados en las plantas que llegaron de Europa a América. Por ejemplo, algunos investigadores afirman que la posición casi vertical de las hojas de estos árboles, en la zona del Alto Ricaurte en Colombia, se debe a un mecanismo de adaptación para protegerse, mediante los tricomas, de la mayor irradiancia que reciben (Taguas, 2010; Casierra, 2010).

### SITUACIÓN ACTUAL EN LA REGIÓN DEL ALTO RICAURTE EN BOYACÁ

De acuerdo con los estudios de Taguas (2009) existen unas 18000 plantas de olivo ubicadas en la región de Alto Ricaurte; municipios de Sáchica, Leyva y Sutamarchán que ocupan una superficie de 75,8 Ha distribuidas en 15 fincas, cuyas distancias de siembra son diversas, desde  $4 \times 5$  hasta de  $10 \times 10$ . Allí se encuentran árboles en completo estado de abandono, otros medianamente manejados de los que se obtienen una cosecha insipiente y tres cultivos nuevos de aproximadamente tres años de edad, propagados vegetativamente a partir del material que existe en la zona, teniendo como referencia para ello los árboles que ahora o en otra época fueron productivos.

Las condiciones climáticas de esta región, aparentemente similares a las del lugar de explotación del olivo, pueden haber favorecido el desarrollo por adaptación de los cultivares existentes, pero no han permitido la expresión genética de estas plantas, dado que se observan distintas épocas de floración; unas más marcadas que otras, pero en general durante

todo el año. Las inflorescencias aparecen en los extremos de los ramos lo que además puede estar ocurriendo por aspectos como un deficiente programa de fertilización y poda inadecuada, limitando la cantidad de luz al centro de la copa (Barranco 2008; Fabbri 2010). Así mismo, el estrés hídrico o nutritivo seis semanas antes de la época de floración reduce el número de flores por inflorescencia e incrementa el aborto ovárico (Gucci *et al.* 2003), porque empieza a manifestarse una característica en el olivo; la competencia por asimilados, que afecta el desarrollo de los órganos florales y a su capacidad fructífera, existiendo una gran variabilidad en la tendencia al aborto pistilar entre variedades (Barranco, 2008).

De otra parte, en el olivo existen flores imperfectas que contienen ovario abortado, un fenómeno bastante común de esterilidad morfológica, así como flores estaminíferas, que por lo mismo son infructíferas (Barone y Di Marco, 2003), situación no identificada en los cultivares de Boyacá; pero se sabe que las razones de la falta de desarrollo se deben en gran parte a factores genéticos, nutrición deficiente o a la baja eficiencia de las hojas (Tombesi, 2003). El potasio, en particular, parece tener un efecto positivo en la floración, ya que su aumento intensifica la formación de aminoácidos, que a su vez promueve la formación de AIA oxidasa, que estimula la inducción floral, (González García *et al.*, 1976) citado por (Fabbri y Benelli, 2000) así como los niveles de carbohidratos, aumento de ácidos fenólicos y proteínas (Mazuelo *et al.*, 1983).

De la misma manera, se encuentran frutos pequeños, de color negro, en racimos, los cuales pueden ser, de acuerdo con Barranco (2008), partenocárpicos o zafairones (aborto ovárico); donde la fecundación no es necesaria para su desarrollo. Estos problemas de fecundación pueden ser originados por vientos fuertes y secos, estrés hídrico y dificultades nutricionales.

Tanto el crecimiento de brotes



como el desarrollo de frutos son fenómenos cíclicos en el olivo y ambos se repiten con anualidad; pero mientras aquel se completa el mismo año, los procesos que conducen a la fructificación requieren de dos años consecutivos.

Por esto, en el primero tiene lugar la formación de las yemas, su inducción floral y establecimiento del reposo determinado por la acumulación de horas frío; en el segundo, se presenta el desarrollo de las inflorescencias, la floración y el crecimiento y desarrollo de los frutos que concluye con su

maduración.

La acumulación de horas frío, en la región objeto de este estudio no corresponde al mismo mecanismo que se da en los hemisferios Norte y Sur, donde ésta ocurre en el invierno, sino a una acumulación permanente durante la noche, cuya media anual es de 5,19°C de acuerdo con los datos de la estación climatológica del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM- en Villa de Leyva. De la misma manera, las temperaturas extremas anuales muestran una media de 26,7;

variable que (según lo expuesto) permitiría un desarrollo del olivo mediante un adecuado proceso fotosintético. Sin embargo, una diferencia importante la constituye el fotoperíodo teniendo en los hemisferios Norte y Sur una variación considerable durante el año, con unos valores máximos de hasta 16 y mínimos de 8 horas luz/día, los cuales han determinado los estados fenológicos del árbol, mientras que en la región Este muestra una regularidad de 12 horas luz/día, casi de manera permanente.

## BIBLIOGRAFÍA

Bargioni, G. 2006. L'olivo e la sua coltivazione. L'Informatore Agrario. Verona Italia. 156.

Barone, E. y Di Marco, L. 2003. Capítulo 2: Morfología e ciclo di sviluppo. Pp 13-33. Fiorino Piero Edagricole. Trattato di olivicultura. Bologna, 461.

Barranco D. et al. 2008, El cultivo del olivo, sexta edición, Ediciones Mundi –Prensa Madrid, 846.

Deida, P., et al. 2003. Capítulo 4: La Fenología. Pp 57-73. Fiorino Piero Edagricole. Trattato di olivicultura. Bologna, 461.

Donoso J. et al. 2006, Comportamiento fenológico del olivo (*Olea europea L.*) en tres localidades de la VI región, temporada 2005-2005.

Fabbri, A. y Benelli, C. 2000. Flower bud induction and differentiation in olive. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 75(2) 131-141.

Fabbri, A. y Alerci, L. 1999 Reproductive and vegetative bud differentiation in *Olea europaea L.* Journal of Horticultural Science & Biotechnology 74(4) 522-527

Gucci R. et al. 2009, Water deficit-induced changes in mesocarp cellular processes and the relationship between mesocarp and endocarp during olive fruit development

Gucci, R. 2003. Capítulo 6: Resistenza Agli Stress Ambientali. Pp 91-111. Fiorino

Piero Edagricole. Trattato di olivicultura. Bologna, 461.

Gucci, R. 2003. Ecofisiología. Trattato di olivicultura. Capítulo 5: Pp77-89. Fiorino Piero Edagricole. Bologna, 461.

Lincoln T. y Zeiger E. 2008, Fisiología Vegetale, tercera edición, Piccin Padova, 1014.

Rache L. et al. 2008. revigorización y clonación de yemas adultas de arboles de olivo: establecimiento in vitro de microinjertos bioagro 20 (1): 56-65

Saenz C. et al. 2003, Fenología, aerobiología y producción del olivar en Almodóvar del campo (Castilla-La Mancha)

Soleri D. et al. 2010, Comparing the historic olive trees (*Olea europea L.*) of Santa Cruz Island with contemporaneous trees in the Santa Barbara, CA area: a case study of diversity and structure in an introduced agricultural species conserved in situ,

Taguas, F. 2009. El cultivo del olivo en el departamento de Boyacá –diagnostico y plan de acción-. Ediciones ciscolor. Bogotá. 83.

Tombesi, A. 2003. Capítulo 3: Biología Fiorale e di Fruttificazione. Pp 35-55 Fiorino Piero Edagricole. Trattato di olivicultura. Bologna, 461.