

## CRECIMIENTO DE FLORES Y FRUTOS DEL OLIVO (*Olea europaea* L.) BAJO CONDICIONES DEL TRÓPICO.

**GARCÍA MOLANO, José Francisco, Ingeniero Agrónomo, Ph.D.**  
Instituto de Investigaciones Científicas en Ciencias Agrarias  
Fundación Universitaria Juan de Castellanos  
jfgm29@hotmail.com

**JARAMILLO GARCÍA, Luz Stella, Ingeniera Agropecuaria, M. Sc. (c)**  
Instituto de Investigaciones Científicas en Ciencias Agrarias  
Fundación Universitaria Juan de Castellanos  
mil.agros@yahoo.es

**RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, María Rosalba, Ingeniera Agropecuaria**  
Grupo aof, Fundación Universidad Juan de Castellanos  
marirodry0903@hotmail.com

Recepción: 30-07-2012

Aprobación: 25-02-2013

### RESUMEN

La adaptación del olivo al trópico dada su condición rústica y siempre verde fue relativamente fácil, encontrando árboles con buen desarrollo y producción de acuerdo a documentos que señalan la existencia de algunas variedades de árboles muy antiguos, ubicados en los municipios de Villa de Leyva, Sáchica y Sutamarchán, pero que no prosperaron como cultivo y quedaron abandonados. En los últimos diez años la olivicultura retomó interés y se han plantado nuevos cultivos a partir del material existente en la región, cuya producción inició a los tres años, razón por la cual se despertó el interés científico, económico, ambiental y cultural. El presente estudio tuvo como objetivo conocer el comportamiento del desarrollo y crecimiento de los árboles cultivados bajo las condiciones edafoclimáticas del Alto Ricaurte, para ello se escogieron 39 árboles de los cuales el tratamiento 1 correspondió a olivos de 30 años en producción y el tratamiento 2 a plantas de tres años que habían iniciado su producción. Este material fue procesado genéticamente mediante análisis molecular asignando una nomenclatura de 1 a 10, considerando que no correspondía a la denominación que tenían las variedades de la región. El estudio reporta que el genotipo 4 tiene árboles de ambas edades, por lo cual el análisis de resultados se hizo solamente considerando la edad de éste, observando un comportamiento diferente en floración y que parece estar influenciado por condiciones de clima, mientras que el crecimiento y desarrollo vegetativo no mostró diferencia entre genotipos ni edades.

**Palabras clave:** Inducción floral, desarrollo, maduración.

FLOWERS AND OLIVE FRUITS (*Olea europaea* L.) GROWTH  
UNDER TROPIC CONDITIONS.

ABSTRACT

It was relatively easy the olive adaptation in tropical area for its evergreen and rustic condition where there were found trees with a very good development and production according to different studies that show the existence of some varieties of ancient trees located in villa de Leyva, Sáchica and Sutamarchán; however these varieties did not prosper as farming and they were abandoned. In the last ten years the olive farming has taken interest again and now there has been planted new crops through the existent material in the region, the production started three years later, for that reason it was taken the cultural, environmental, economic and scientific interest. This study aimed to know the performance of the development and trees growth planted take into account some edaphoclimatic conditions of the 'Alto Ricaurte'. There were chosen thirty nine trees which the treatment one corresponded to olives of thirty years in production and the treatment two corresponded to three years plants which they had started their production. This plant material had been identified genetically by means of molecular analysis with a classification from one to ten considering that it did not correspond to the denomination that these varieties had in this region. The study shows that genotype four has trees at both ages, which the analysis of results was made take into account the age of this one, observing different behavior in flowering that it seems to be influenced because of climate conditions meanwhile that the planted development and growth did not show any difference in genotypes neither ages.

**Key words:** floral induction, development, maturation.

INTRODUCCIÓN

Las plantas cultivadas se han distribuido por el mundo, encontrando diferentes condiciones de clima y suelo a las cuales se han adaptado, como ha ocurrido con los caducifolios, vides y olivos en el continente americano o las solanáceas y gramíneas que fueron llevadas a Europa. Los olivos, por ejemplo, llegaron a Colombia desde la época de la Colonia y se ubicaron en el Alto Ricaurte; sin embargo, su desarrollo como cultivo no ha sido posible como sí ocurrió en Chile, Argentina y Perú; no obstante existen evidencias de olivos productivos (García, 1963) y en la actualidad se encuentran cultivares jóvenes que entran en producción a los tres años y cuyo material proviene de los árboles que existen en la región.

De hecho, las condiciones edafoclimáticas del Alto Ricaurte son diferentes a las del lugar de origen, y no se conoce aún si estas plantas en el trópico entran en reposo, porque dada la condición siempre verde del olivo, es posible el proceso de la fotosíntesis en cualquier momento del año en el que no ocurran factores limitantes (Barranco *et al.*, 2008).

El desarrollo vegetal es un proceso continuo post-embriionario y se produce desde los meristemos que desarrollan los tejidos que forman el cuerpo de raíz o tallo y se auto-regeneran continuamente, esta capacidad se debe a que algunas células meristemáticas no quedan determinadas para diferenciarse y retienen su capacidad de división celular indefinidamente cuando los meristemos permanecen; así por ejemplo, el meristemo caulinar vegetativo genera el tallo y los órganos laterales unidos al tallo (hojas y yemas laterales) y el meristemo apical caulinar es una estructura dinámica que cambia durante todo el ciclo de formación de la hoja y el tallo, otros meristemos son: axilares, de inflorescencia y laterales (cambium vascular y cambium suberógeno). Los meristemos axilares producen ramificaciones del eje principal de la planta, los meristemos intercalares se encuentran dentro de los órganos, con frecuencia cerca de su base (Taiz & Zeiger, 2006).

La edad de la floración depende de la especie, indicando que quizás la edad ó el tamaño de las plantas es un factor interno que controla el inicio del desarrollo reproductivo. En los casos en que la floración se produce estrictamente en respuesta a factores de desarrollo internos y no depende de ninguna condición externa particular, se debe a una regulación autónoma. Al contrario algunas plantas muestran un requerimiento absoluto de factores ambientales apropiados para florecer, en las cuales este proceso es promovido por ciertos factores, aun cuando podría ocurrir eventualmente en ausencia de estos. En el caso del olivo, Hartmann (1953) demostró que bajas temperaturas en invierno son necesarias para que la planta forme flores, pues de hecho con temperaturas promedio de 16 °C no ocurre la floración, algunas variedades presentan diferentes exigencias de frío, requiriendo 600 horas mientras que otras necesitan 1600 a 13 °C y en algunos casos se observa un buen comportamiento con 400 horas a 9 °C (Hartmann & Porlingis, 1957).

La inducción floral es el proceso por el cual las yemas experimentan cambios fisiológicos que conducen a la formación de yemas de flor. Así, en las axilas de las hojas se forman consecutivamente las yemas que completan su crecimiento y desarrollo en las seis semanas siguientes al inicio de su formación, desde que se localiza en el ramo portador, a partir de ese momento la morfología de la yema no se modifica hasta el comienzo de su brotación en la siguiente primavera, permaneciendo latente con independencia de la causa que lo

determine (Rubio *et al.*, 2007). El destino de cada yema floral o vegetativa, es decir la inducción floral o ausencia, depende de los estímulos que ésta recibe antes de completar su desarrollo como: defoliación escalonada, intensidad de la luz, eliminación de frutos, suministro de sustancias hormonales y nutritivas (Barranco *et al.*, 2008; Tombesi, 2003).

Así por ejemplo, en algunos ensayos para la aplicación de giberelinas se han demostrado ciertos casos la inhibición de la floración dependiendo de la época de aplicación; sin embargo, es claro que el ácido giberélico y otras sustancias hormonales no tienen una acción directa sobre la inducción floral, pero si actúan sobre la disponibilidad y distribución de los asimilados (Tombesi, 2003). Adicionalmente, Fernández-Escobar *et al.* (1992), presentan en su trabajo la importancia de las giberelinas sintetizadas en las semillas de los frutos en desarrollo sobre la inhibición de la inducción floral.

La diferenciación floral corresponde a la modificación de la condición de una yema tras la inducción floral que se percibe por cambios histoquímicos o morfológicos en el correspondiente meristemo, los cambios morfológicos asociados con la diferenciación floral en olivo se distinguen visualmente a partir de finales de febrero en el hemisferio norte, completando la formación de flores hasta plena floración (Gómez del Campo & Rapaport, 2008).

Dadas las condiciones que anteceden, la brotación está estrechamente ligada a factores que regulan la variabilidad del régimen térmico y de la geografía de un territorio, latitud y altitud, aunque la poda puede determinar aparición de brotes en la época de brotación. Las yemas vegetativas brotan al comienzo de la primavera (final de marzo en el hemisferio norte), algo más tarde que las yemas florales. El crecimiento vegetativo de primavera dura hasta la mitad de julio, pero también puede ocurrir entre septiembre y mitad de octubre, este crecimiento se puede afectar por la cosecha presente que acapara la mayor parte de los asimilados (Rallo & Cuevas, 2008).

De otra parte, la miñolatura es el período comprendido entre la salida de la inflorescencia y la antesis, que comienza y depende de factores climáticos y su característica varietal. La fase se inicia con la emisión de la miñola y la aparición del raquis, luego este se alarga, la bolsa floral comienza a distanciarse y se hincha, manteniendo el color verde. Cuando alcanza la dimensión definitiva se observa la separación de la corola, cáliz y pétalos, ahora cerrados, que toman una coloración blanca por la pérdida de clorofila (Barranco *et al.*, 2008).

Las características morfológicas de la inflorescencia como color, dimensión y forma final, número de ramificaciones, número y disposición de flores

son propias de cada variedad; estas pueden modificarse de un año a otro, en relación con la variabilidad meteorológica del lugar y fisiología de la planta, así como la posición de la inflorescencia en el brote, por la posición proximal o distal (Deida *et al.*, 2003).

El período de floración puede durar pocos días en cada flor, 5 a 6, pero en la planta alcanza a durar hasta 20 días en función de diversos factores que modifican las condiciones ambientales y la fisiología de la planta. Esta variabilidad determina una antesis escalonada, un anticipo de la floración que es provocado por elevadas temperaturas en meses anteriores a la antesis.

Las inflorescencias son suficientemente diversas entre varios cultivares y en el mismo cultivar, presentando un polimorfismo con prevalencia de la variedad. En el olivo la inflorescencia está en un racimo y se lleva a cabo sobre el ramo del año anterior, aunque se pueden observar en ramos de dos o tres años. Ocasionalmente se pueden presentar en un brote que termina con una inflorescencia sobre el cual se encuentra la flor normal en cuya axila se insertan otras miñolas pequeñas.

Como consecuencia de lo anterior las plantas florecen abundantemente, la polinización y fecundación ocurre mediante el viento como vector y dado que la planta no puede sostener todas las flores y muchas de ellas no son viables. Cuando los frutos se desarrollan sin la polinización, estos carecen de semilla por lo que en el olivo se presentan frutos partenocárpicos (Barranco *et al.*, 2008; Tombesi, 2003).

El fruto deriva su desarrollo del ovario que crece bajo estímulos hormonales del endosperma de la semilla; el crecimiento inicial es caracterizado por una difusa e intensa multiplicación celular que en cuatro semanas llega a la identificación de tres porciones: exocarpo, mesocarpo y endocarpo. Tiene un crecimiento y aumento de peso significativo hasta los 45 días después de la floración para detenerse llegando a los 90 días, pero tiene nuevamente un incremento en el peso que continúa por dos meses (Tombesi, 2003).

El fruto tiene un peso fresco que puede variar de uno a diez gramos al completar la maduración, del 60 -90 % de ese peso lo constituye la pulpa del 10- 40 % el hueso y del 1- 2 % la semilla. Los principales componentes del fruto son: agua, aceite, azúcares, proteínas, taninos, otros derivados y cenizas. La fase final del crecimiento del fruto es la maduración, durante la cual la evolución de sus componentes físicos, químicos y organolépticos constituyen un referente necesario para definir el período de recolección (Tombesi, 2003).

Por lo anteriormente descrito, el presente artículo se desprende de un trabajo mediante el cual se observó el comportamiento de los olivos cultivados en la región del Alto Ricaurte, en cuanto a su crecimiento y desarrollo reproductivo se refiere.

## METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolló en la región del Alto Ricaurte, en Boyacá, en los municipios y fincas relacionadas en la tabla 1, cuyas condiciones climáticas se presentan en la tabla 3.

**Tabla 1. Distribución de árboles por finca municipio y estado del cultivo**

FINCA	MUNICIPIO	EDAD DEL CULTIVO	UNIDADES EXPERIMENTALES	MANEJO DEL CULTIVO	ESTADO FITOSANITARIO ACTUAL
Las Acacias (Finca 1)	Sutamarchán	4 años	12	Fertilización, poda, controles fitosanitarios	Fumagina, ácaros
Entre lagos (Finca 2)	Villa de Leyva	3 años	8	Fertilización, poda, controles fitosanitarios	Fumagina, ácaros
La Rioja (Finca 3)	Sutamarchán	Mayor 30 años	8	Fertilización, poda, controles fitosanitarios	Epifitas, líquenes
San José (Finca 6)	Villa de Leyva	Mayor 30 años	8	Fertilización, poda, controles fitosanitarios	Epifitas, líquenes
Aceitunos (Finca 7)	Sáchica	Mayor 30 años	1	Fertilización, poda, controles fitosanitarios	Epifitas, líquenes

Se seleccionaron plantas teniendo en cuenta que estuviesen en producción y de acuerdo a la clasificación varietal dada por el olivicultor, de cada variedad se escogieron 4 plantas para el estudio, de cada árbol se eligieron 20 ramas al año (cuyo crecimiento fue el año anterior) de las cuales fueron medidos y contados los entrenudos como punto de partida, además se marcaron y enumeraron en el sentido de las manecillas del reloj y cada ocho días se tomaron medidas de longitud desde la base al ápice. Los entrenudos fueron contados y para determinar la distancia entre ellos se dividió la longitud de la rama entre el número de entrenudos.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con submuestreo, donde la unidad experimental es cada árbol y las ramas corresponden al submuestreo. Se muestrearon árboles de 4 años y mayores de 30, que fueron

identificados mediante análisis molecular por García (2012); estos datos indican que la mayor cantidad de árboles analizados corresponde al genotipo 4, cuya nomenclatura fue dada teniendo en cuenta que no correspondían a las variedades existentes en el Banco de datos de la Universidad de Parma.

Teniendo en cuenta que en el momento de empezar el ensayo (enero de 2011) existían ramas con inflorescencias, se midieron en el estado en que se encontraron tomando esta medida como referente inicial y luego las que fueron brotando, a partir de ese momento se evaluó semanalmente durante 10 meses los ítems mencionados en la Tabla 2.

El número de inflorescencias por rama fue contado y medida su longitud de la base al ápice desde que esta apareció; una vez abrieron las flores se contaron y tomaron datos teniendo en cuenta: flores abiertas, cerradas y cuajadas; estas lecturas se mantuvieron hasta la etapa de maduración de los frutos. Las inflorescencias se enumeraron en las ramas de la base al ápice.

En la flor, la corola se expande y deja ver las anteras de color amarillo brillante, si esta condición se presenta en un 25 % de las flores, se considera el inicio de la floración. Luego hay un distanciamiento de los pétalos, alargamiento de estambres y de estilo que hacen visible al estigma, en ese momento comienza la dehiscencia de las anteras, cuando esta situación se da en el 50 % de las flores se considera plena floración y cuando existe un completo pardeamiento de las anteras y su desprendimiento, así como la caída de pétalos en un 80 %, se considera el final de la floración (Rallo & Cuevas, 2008).

Después de la polinización comienza el engrosamiento del ovario dando lugar al conteo de frutos cuajados por inflorescencia, que fueron contados y medidos semanalmente en su largo y ancho, estos datos permitieron construir una curva de crecimiento en cada genotipo. Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza teniendo en cuenta que solo hay dos factores y este permitió observar las diferencias significativas entre los tratamientos.

**Tabla 2. Recolección de datos para análisis fenológico de plantas de olivo cultivadas bajo las condiciones edáficas y climáticas del Alto Ricaurte.**

ESTRUCTURA POR MEDIR	CÓDIGO	UNIDADES
Elongación de rama	1	Milímetros
Número de entrenudos	2	Cantidad
Elongación de la yema de flor o miñola	3	Milímetros
Número de inflorescencias por rama	4	Cantidad
Distancia de la base al ápice en cada inflorescencia	5	Milímetros
Número de flores por inflorescencia: cerradas/abiertas /caída de pétalos	6	Cerrados/abiertos/Caídos
Número de frutos cuajados por inflorescencia	7	Cantidad
Crecimiento del fruto	8	Milímetros
Cambio de color	9	Porcentaje

Disponiendo de la información del clima (temperaturas máximas, mínimas y medias, precipitación promedio anual, velocidad del viento, radiación solar y nubosidad) de los últimos 20 años suministrada por el Instituto de Meteorología y Adecuación de Tierras IDEAM (Tabla 3), se establece la relación del comportamiento climático de las variables antes mencionadas con respecto al crecimiento y desarrollo de los árboles escogidos.

**Tabla 3. Promedio del comportamiento del clima en la zona del Alto Ricaurte desde 1989 a 2009**

VARIABLE	UNIDADES	PROMEDIO ANUAL
Precipitación	Mm	981,9
Evaporación	Mms	1061,3
Temperatura media	°C	16,9
Temperatura máxima	°C	26,7
Temperatura mínima	°C	5,19
Humedad relativa	%	76,3
Nubosidad	Octas	62,5
Brillo solar	Horas	1614,03



## RESULTADOS

### Inflorescencias

El crecimiento de las inflorescencias de la primera floración del genotipo 4A correspondiente a un árbol de 4 años, inició el 14 de enero y tuvo una duración de 5 semanas logrando una longitud de 22,3 mm (Figura 1), mientras que la segunda comenzó 2 semanas después con una duración de 4 semanas, alcanzando la misma longitud.

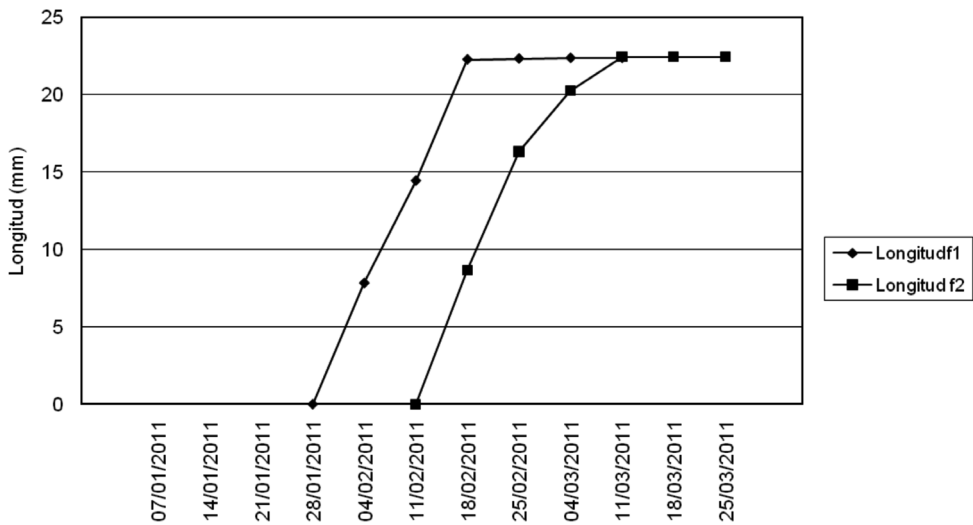


Figura 1. Longitud inflorescencias genotipo 4A

El genotipo 4B, que corresponde a un árbol de más de 30 años, mostró cuatro floraciones, la primera se inició el 21 de enero y en un lapso de 3 semanas alcanzó los 25,1 mm de longitud, la misma duración tuvieron las demás (Figura 2); todas mostraron en general longitudes diferentes y se presentaron con intervalos de 5 semanas entre la floración de la primera y el comienzo de la segunda.

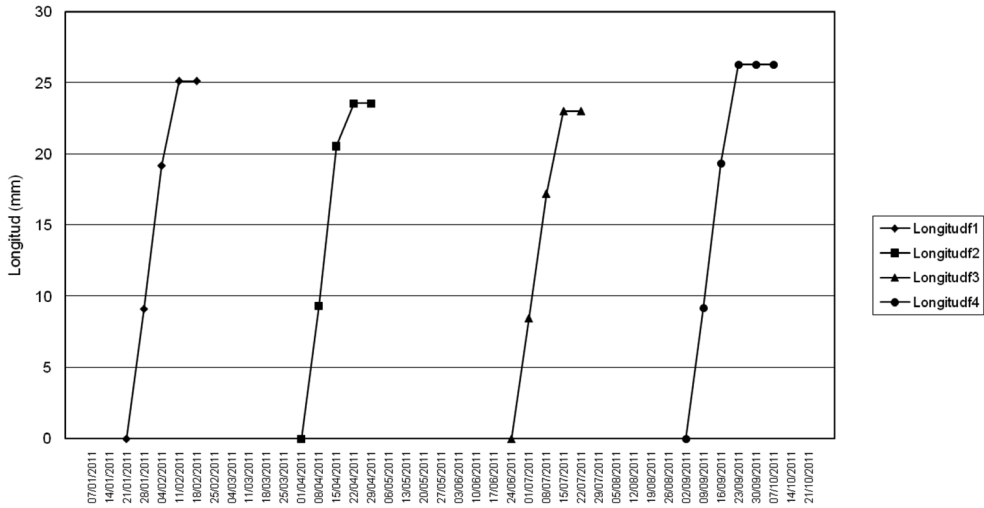


Figura 2. Longitud inflorescencias genotipo 4B

En general, en todos los casos estudiados se observa que las longitudes no presentan diferencias significativas y oscilan entre 22 y 25 mm en promedio. De otra parte, el genotipo 1 concentra sus 4 floraciones en 16 semanas, el genotipo 4A lo hace en 8 semanas; mientras el genotipo 4B separa sus floraciones 8 semanas finalizada la una del comienzo de la siguiente. Lo anterior podría explicarse dado que únicamente las hojas en la superficie externa del árbol están sometidas a plena radiación solar y esto sólo durante parte del día. En las hojas del interior de la copa, la intensidad de radiación puede ser un factor limitante para la fotosíntesis, lo que afecta negativamente tanto la intensidad de la floración como al número, peso y rendimiento de los frutos allí formados (Barranco et al., 2008).

### Época de floración

El árbol nuevo denominado 4A (Figura 3) donde se aprecian floraciones concentradas en dos meses, comienza su primera floración en febrero y dos semanas después inicia una segunda; en la primera se contaron 9 inflorescencias con un promedio de 20 flores cada una, mientras que en la segunda el número de inflorescencias aumentó a 11, las cuales en promedio tenían 22 flores cada una; la primera floración se mantuvo durante 4 semanas mientras que la segunda permaneció por 6 semanas.

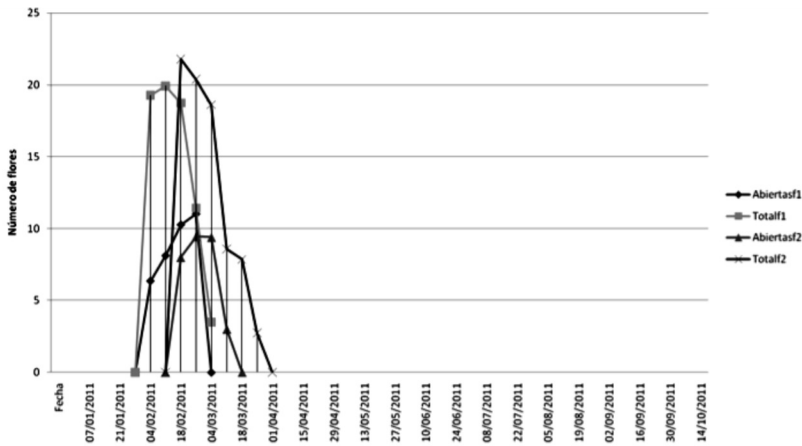


Figura 3. Floración genotipo 4A

El comportamiento en la floración del genotipo 4B correspondiente a un árbol de 30 años es diferente a la del mismo genotipo pero de un árbol nuevo como se aprecia en la figura 4, aquí se observa que en el período de estudio ocurrieron 4 floraciones distanciadas una de la otra por 6 y 8 semanas; la primera duró aproximadamente 6 semanas, mientras que la segunda, tercera y cuarta se mantuvieron por 4 semanas en promedio. De otra parte, en la primera floración se contaron 17 inflorescencias con una media de 26 flores cada una, en la segunda se redujo a 7 con 23 flores en promedio, mientras que en la tercera se duplicó respecto a ésta con 14 inflorescencias que tenían 22 flores cada una y para el caso de la última la cantidad de inflorescencias fue de 11 con el mayor número de flores (27) en promedio por cada una.

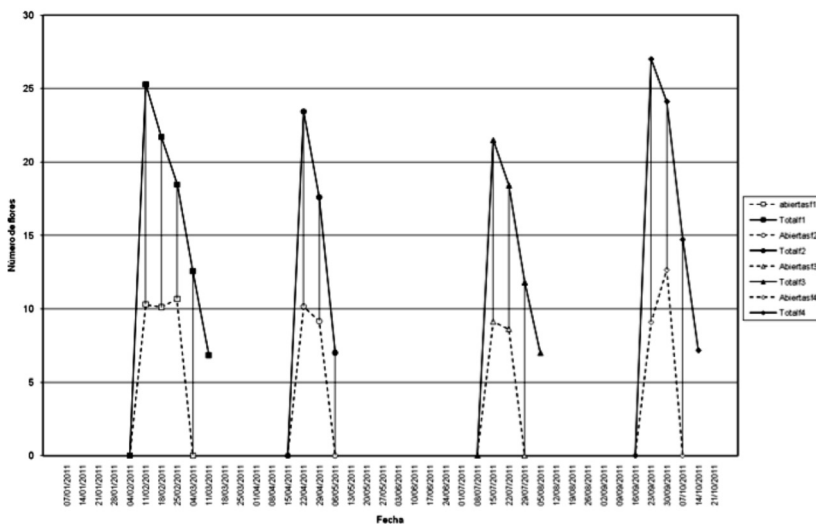


Figura 4. Floración genotipo 4B

La floración de los olivos en la zona de estudio se distribuye durante un período prolongado de 10 meses en los diferentes genotipos estudiados; no obstante, la intensidad de la misma varía entre los diversos genotipos y respecto a la edad de los árboles.

De acuerdo con los datos obtenidos por Montali (2006) la floración en Salsomaggiore Terme, provincia de Parma se presenta entre 19 y 21 días entre mayo y junio; y según lo manifestado por Deidda et al. (2003), en el ambiente olivícola del Mediterráneo la floración puede variar entre 5 y 20 días dependiendo de las condiciones ambientales y fisiológicas de la planta, pero siempre entre la mitad de mayo y la mitad de junio; en España las investigaciones de Barranco et al. (2008) han mostrado diferencias de más de 20 días entre años, dependiendo de las temperaturas en los meses anteriores. Los estudios de Donoso et al. (2007) en Chile entre los años 2005-2006 para los meses de agosto-septiembre registran 25 días en promedio. Entre tanto, la región del Alto Ricaurte en Colombia presenta intervalos de 3 a 6 semanas variando inclusive en la misma planta para las distintas floraciones del año, como se registra en los resultados del presente estudio. Además la apertura de las flores en la misma rama puede variar hasta en dos semanas, dado que las inflorescencias brotan en la misma rama con este tiempo de diferencia. Esto puede estar influenciado por las condiciones de clima que para la región son más regulares que en el Mediterráneo y en el sur del continente americano ó por factores relacionados con el reposo, como se mencionó anteriormente.

### **Crecimiento de frutos**

El crecimiento de los frutos empieza a la semana siguiente al cuajamiento hasta aproximadamente 15 semanas después. Este crecimiento se da lentamente durante 4 semanas, luego aumenta el tamaño durante 2 a 3 semanas y se detiene durante unas 4 semanas donde ocurre el crecimiento y lignificación del hueso, iniciando luego un aumento en volumen de la pulpa que dura aproximadamente 30 días cuando inicia el cambio de color, lo que se asemeja a un crecimiento sigmoideal. En el genotipo 4A se presentaron dos fructificaciones, donde la primera que inició el 11 de marzo alcanzó el comienzo de la maduración el 12 de agosto con un largo de 23,1 mm y ancho de 14mm; entre tanto, la segunda fructificación se dio tres semanas después de la primera comenzando el período de maduración a las 19 semanas con un tamaño de 23,3 mm de largo y 14,6 de ancho (Figura 5).

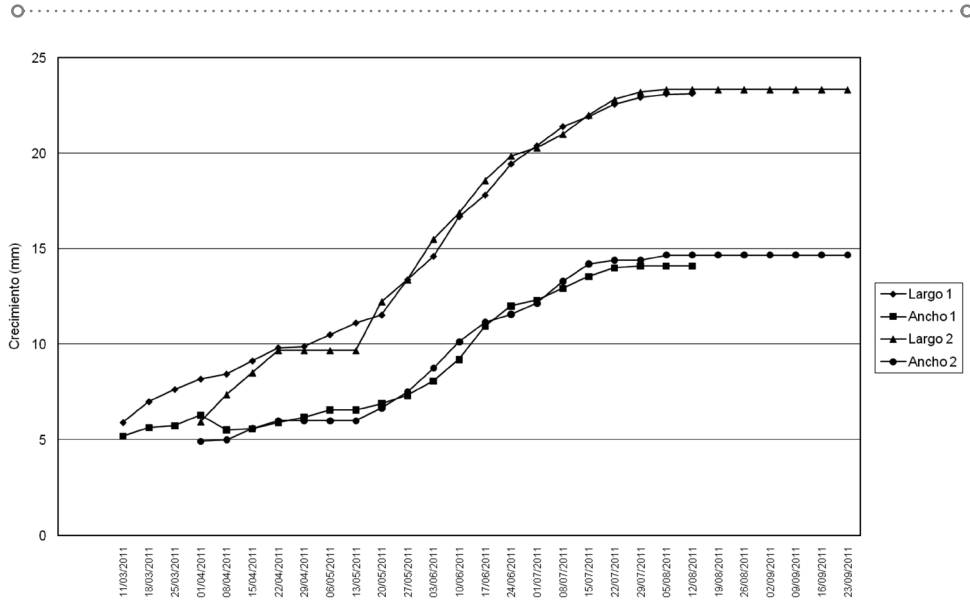


Figura 5. Longitud y ancho de frutos genotipo 4A

La fructificación del genotipo 4B se manifestó en cuatro etapas, iniciando la primera el tres de marzo hasta su maduración a las 17 semanas con frutos que alcanzaron los 23 mm de longitud por 12 de ancho (Figuras 6 y 7); entre tanto, la segunda empezó el 6 de mayo e inició su maduración en el mismo tiempo que la anterior, mostrando un tamaño de fruto de 22 mm por 11,5, la tercera fructificación se dio 22 semanas después de la primera y la cuarta a las 32.

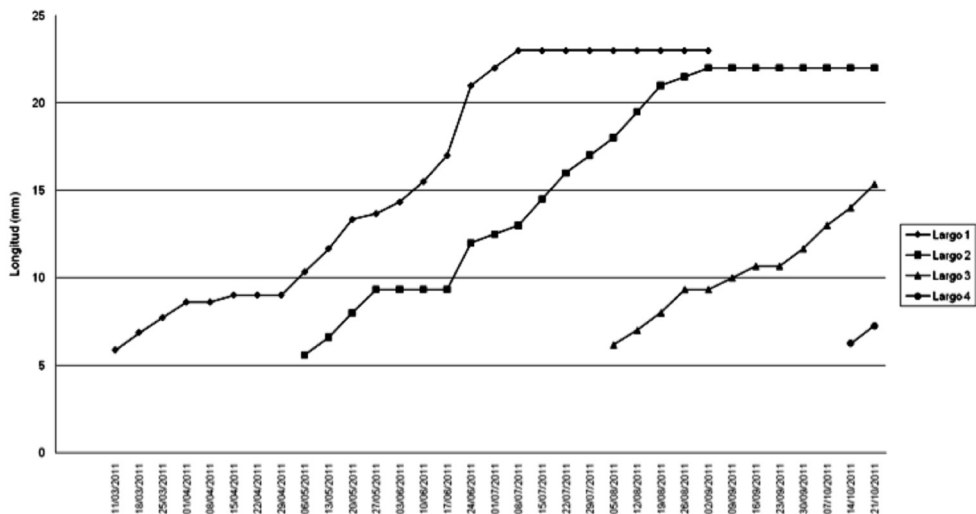


Figura 6. Longitud genotipo de frutos 4B

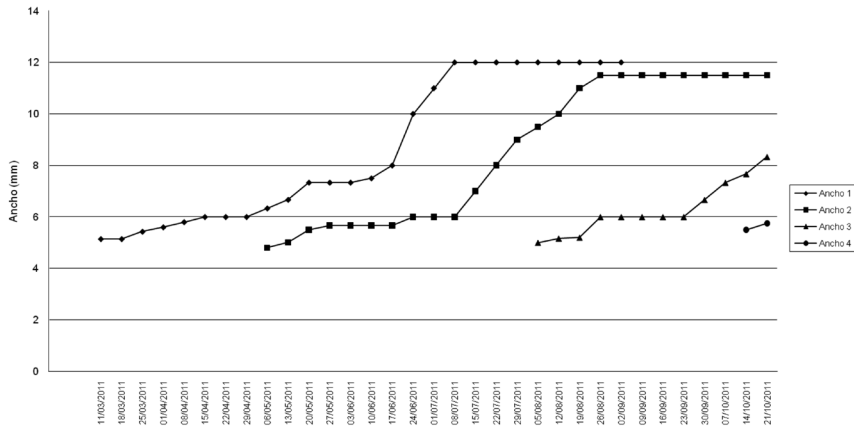


Figura 7. Ancho de frutos genotipo 4B

Las dos únicas fructificaciones del genotipo 4A mostraron que la maduración de sus frutos comienza con una semana de diferencia; es decir, la cosecha de estos frutos puede hacerse en la misma época. Así mismo, la maduración de la primera fructificación del genotipo 4B se distancia siete semanas de la segunda, mostrando un comportamiento diferente del árbol joven.

De acuerdo con los datos de Montali (2006), el crecimiento de los frutos tiene una duración aproximada de 98 días, donde comienza el cambio de color de verde a rojo, violeta hasta llegar a negro de forma progresiva, que dura 115 días; los genotipos encontrados en la región crecieron durante 15 y 20 semanas, así por ejemplo para el genotipo 4A en su primera fructificación, la maduración comenzó a las 22 semanas pero en la segunda ocurrió a las 18 semanas. De otra parte, el comienzo de la maduración de sus dos primeras fructificaciones para el genotipo 4B se dio a las 15 y 17 semanas respectivamente, esto permite observar que no existe uniformidad para esta fase fenológica en ninguno de los tratamientos.

En el olivo, el crecimiento vegetativo y reproductivo se producen al mismo tiempo. Esta simultaneidad produce una serie de interacciones entre sumideros (brotes, frutos y yemas) que afectan la fructificación del árbol en todo su ciclo productivo (Ramírez Santa Pau, 2001), y de acuerdo con Wright (1989), el orden de prioridad entre los sumideros es diferente siendo los más fuertes las semillas y posteriormente los frutos, ápices en crecimiento y hojas, cambium vascular, raíces y por último madera para reserva.

De acuerdo con lo anterior, se considera que la disparidad en el crecimiento de los frutos para los genotipos encontrados en Colombia está relacionada con la cantidad de estructuras vegetativas que tienen los árboles, dado que a estos no se les realiza poda.

## Crecimiento de ramas

En el crecimiento vegetativo de los diferentes genotipos encontrados se aprecia una elongación permanente y uniforme (Figuras 8 y 9), árboles de 30 y 4 años respectivamente, donde la mayor longitud la tuvieron los genotipos de árboles nuevos 4A y menor en los árboles de más edad (4B). En ningún caso se detuvo el crecimiento.

Respecto a la longitud y número de entrenudos por rama se observa un promedio de 6,6mm para árboles nuevos y 5mm para árboles viejos, la mayor distancia la tienen los entrenudos cerca de la base de la rama donde se encuentran medidas en promedio de 20mm.

Los reportes de las gráficas dejan ver que en los olivos del estudio no existe un crecimiento vegetativo similar al de las regiones olivareras del mundo, donde las ramas en un año crecen hasta 20 cm, aun considerando que en el estudio sólo se midió el crecimiento durante 10 meses; además, en el Mediterráneo la poda estimula el crecimiento vegetativo. De otra parte, se observó que algunas estructuras vegetativas detienen su crecimiento por una ó dos semanas como lo muestran las gráficas, luego del cual emergen en el meristemo apical de 1 a 3 nuevas ramas que crecen con el mismo comportamiento de las anteriores; este estacionamiento puede estar relacionado con la presencia de frutos que obran como fuertes sumideros, si se considera que en el olivo en las condiciones del Mediterráneo, un nivel de fructificación elevado reduce el crecimiento vegetativo.

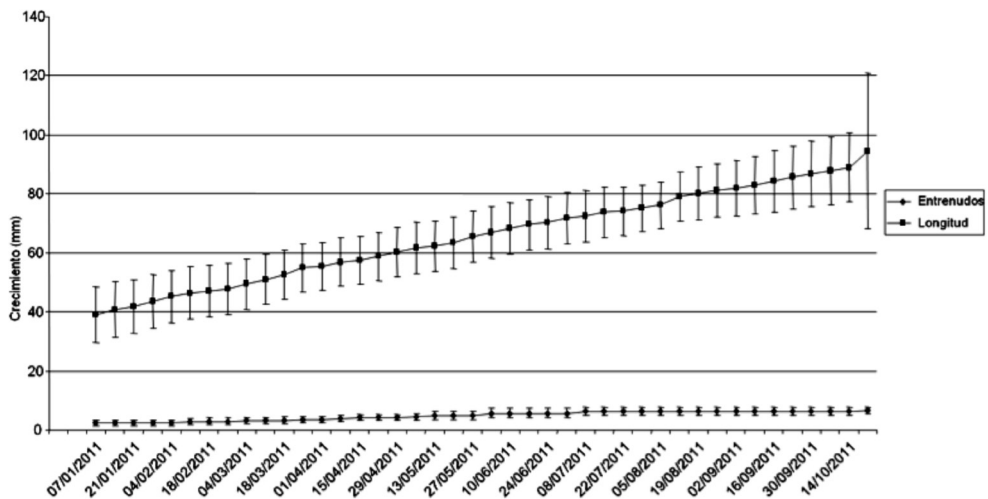


Figura 8. Crecimiento ramas genotipo 4 A.

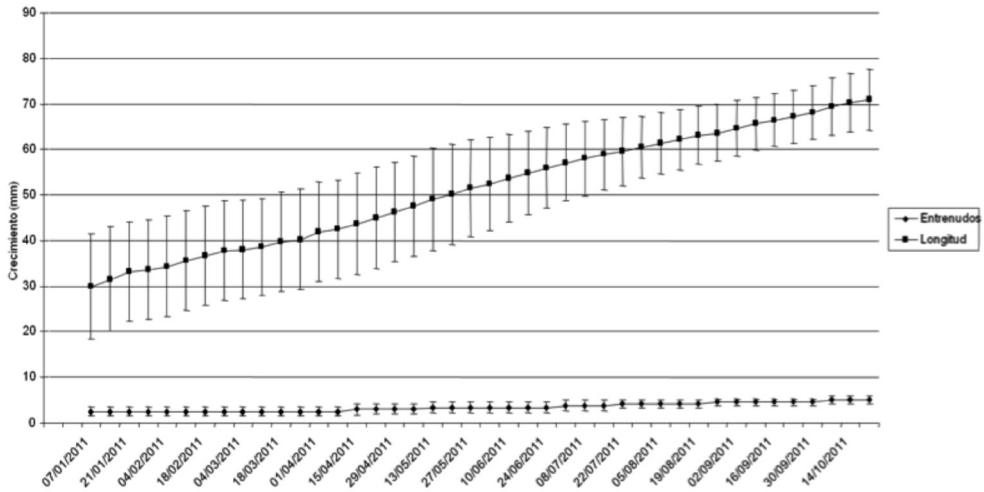


Figura 9. Crecimiento ramas genotipo 4B.

## Condiciones ambientales, crecimiento y desarrollo

Los olivos en el trópico Alto Andino no experimentan estos cambios dado que el comportamiento del clima de acuerdo con los datos registrados en la estación climatológica ubicada en la región, indican que las temperaturas más bajas ocurren en la noche con valores promedio que oscilan entre 6,5 °C en los meses de diciembre-enero y 9,2 °C abril-mayo distribuyéndose además en dos temporadas de temperaturas nocturnas de 6,5 a 7,4 °C en los meses de diciembre a febrero y entre 7,6 a 7,9 °C en los meses de julio-agosto-septiembre; en consecuencia, no existe una acumulación de horas frío de acuerdo con los argumentos de Hartmann & Porlingis (1957). Ciamato & Fiorino (1986) sostienen que las temperaturas bajas afectan a la inducción solo en árboles en el año de carga, mientras que los árboles en descarga se muestran independientes a la acción del frío. Sin embargo, para Fabbri & Alerci (1999), la floración potencial queda establecida en verano y la floración efectiva en la primavera siguiente y será inducida durante el otoño en el hemisferio norte.

Esto hace suponer que la inducción floral en los olivos de esta región se puede producir por causas diferentes a la acumulación de horas-frío y puede deberse a cambios en el equilibrio hormonal, cambios en el meristemo debido a un debilitamiento temporal de la dominancia apical, cambio en la distribución de nutrientes en el meristemo apical o expresión de los genes responsables del desarrollo de la yema floral que normalmente están reprimidos (Ramírez-Santa Pau, 2001), lo que influye en las distintas épocas de floración.



De otra parte, las máximas temperaturas en esta región ocurren en el día con valores promedio entre 25 y 27 °C, temperatura a la cual se da la mayor tasa fotosintética del olivo (Gucci, 2003; Barranco *et al.*, 2008), en donde si los diferentes factores le son favorables, los árboles realizan fotosíntesis durante todo el año dada su condición siempre verde; del mismo modo tiene posibilidad de hacer fotosíntesis durante más horas/día dado que el fotoperíodo en el trópico es relativamente constante, no obstante que el olivo se considera una especie de día neutro (Ramírez - Santa Pau, 2001).

El olivo realiza su actividad fotosintética desde los 5 °C, aun cuando disminuye la cantidad de asimilados producidos en las hojas, pero el período limitante de la temperatura sobre la fotosíntesis puede darse en condiciones más extremas, que en la región del Alto Ricaurte no son frecuentes.

Considerando que el olivo es una planta que se cultiva en regiones donde el principal factor limitante es el agua, su desarrollo en la región del Alto Ricaurte no está limitada por este factor, sin embargo, son numerosas las adaptaciones morfológicas que permiten al olivo resistir una reducida disponibilidad hídrica en el sustrato (Gucci *et al.*, 2009).

## CONCLUSIONES

El crecimiento y desarrollo de los olivos en la región del Alto Ricaurte está influenciado por condiciones edáficas, climáticas, de manejo y variedad. En el caso del genotipo 4 mostrado en el presente artículo, se observa que el comportamiento reproductivo es diferente, la aparición de floraciones durante cuatro periodos para los arboles de 30 años está marcada por el manejo y los periodos de precipitación.

LITERATURA CITADA

BARRANCO, D., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. & RALLO, L. 2008. El cultivo del olivo. Sexta edición. Ediciones Mundi –Prensa Madrid, 846pp.

CIAMATO, A. & FIORINO, P. 1986. Influence of fruit bearing on flower induction and differentiation in olive *Olea*, 17: 55-60.

DEIDDA, P., NIEDDU, G. & CHESSA, I. 2003. Capítulo 4: La Fenología. In: Fiorino, P. *Olea trattato di olivicoltura*. Editorial Agrícola. 57-73pp.

DONOSO, J., BASTIAS, R., LEMUS, G. & SILVA, L. 2007. Comportamiento fenológico del olivo (*Olea europaea* L) en tres localidades de la VI región, temporada 2005-2006. INIA Chile. Rayentue, 16: 8p.

FABBRI, A., & ALERCI, L. 1999. Anatomical aspects of flower and leaf bud differentiation in *Olea europea* L. *Acta Hort.* 447: 245-249.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R., BENLLOCH, M., NAVARRO, C. & MARTIN, G. 1992. The time of floral induction in the olive. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110(2): 303-309.

GARCÍA, F. 1963. Antecedentes, ensayos, diseño experimental, trabajos realizados, perspectivas económicas del cultivo del olivo en nuestro medio. Instituto de fomento algodónero división oleaginosas perennes.

GARCÍA, J. 2012. La biodiversidad del olivo (*Olea europaea* l.) en Colombia: estudio molecular, morfológico y fenológico del germoplasma local. Università degli Studi di Parma. Tesis Doctoral. Italia. 89 pp.

GÓMEZ DEL CAMPO, M. & RAPOPORT, H. 2008. De la yema al desarrollo inicial de la aceituna. Descripción de la iniciación floral, floración, cuajado, caída de frutos y endurecimiento del hueso. *Dossier agricultura*, 400-406.

GUCCI, R., LONDOLINI, E. & RAPOPORT, H. 2009. Water deficit-induced changes in mesocarp cellular processes and the relationship between mesocarp and endocarp during olive fruit development. *Tree Physiology. Oxford journals*, 29: 1575-1585.

GUCCI, R. 2003. Capítulo 5: Ecofisiología. 77-89pp. En: FIORINO, P. *Trattato di olivicoltura*. Edagricole. Bologna, 461pp.

HARTMANN, H. & PORLINGIS, I. 1957. Effects of different amounts of winter chiling on fruitfulness of several olive varieties. Bot. Gaz. 119: 102-104.

HARTMANN, H. 1953. Effect to winter chilling on fruit-fulness and vegetative growth of olive. Proc American. Soc. Hort. Scie. 62: 184-200.

MONTALI, L. 2006. Studio sull'abscissione in fiori e frutti di (*Olea europea* L.) cv leccino. Tesi di laurea. Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale. Università degli Studi di Parma.

RALLO & CUEVAS. 2008. Capítulo 5: Fructificación y Producción. EN: BARRANCO, D., FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. & RALLO, L. 2008. El cultivo del olivo, sexta edición, Ediciones Mundi –Prensa Madrid, 129-161.

RAMÍREZ SANTAPAU, M. 2001. Variabilidad de la producción en olivo (*Olea europaea* L.) relación entre la alternancia, floración, vigor y productividad. Tesis doctoral. Departamento de agronomía. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de montes Universidad de Córdoba. 191pp.

RUBIO, G., RALLO, L. & RAPOPORT, H. 2007. Crecimiento de brotes y yemas fructíferas de Olivo. XI Congreso SECH Albacete. Actas de horticultura N° 48.

TOMBESI, A. 2003. Capítulo 3: Biología Fiorale e di Fruttificazione. 35-55pp. En: FIORINO, P. Trattato di olivicoltura. Edagricole. Bologna, 461pp.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2006. Plant physiology. Volume 10 of Ciènces experimentals, Universitat Jaume I. 1338pp.

WRIGHT, C. J. 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. En: WRIGHT, C. J. Manipulation of fruiting. Londres: Butterworths & Co. Ltd. 15-27.