

# Comportamiento fenológico del olivo (*Olea europaea* L) en el alto Ricaurte (Boyacá)

Phenological behavior olive (*Olea europaea* L) in the high Ricaurte (Boyacá)

COMPORTAMENTO FENOLOGIA DE OLIVEIRA (*OLEA EUROPAEA* L.) NO ALTO RICAURTE (BOYACÁ)

José Francisco García Molano\*  
Edwin Yamit Cheverría González\*\*

## Resumen

En el Alto Ricaurte, la olivicultura ha retomado interés en los últimos diez años, por lo cual se han establecido nuevos cultivos y se ha despertado el interés científico, económico, ambiental y cultural, a nivel de la región. En consecuencia, esta investigación buscó estudiar la fenología del olivo (*Olea europaea* L) bajo las condiciones edafoclimáticas del Alto Ricaurte de Boyacá, durante un ciclo vegetativo. Los datos fenológicos se sometieron a análisis descriptivos. De esta manera, se logró caracterizar la diferenciación del crecimiento reproductivo, frente a las condiciones de clima, así como el desarrollo vegetativo que no mostró diferencias significativas.

Fecha recibido: Diciembre 13 de 2014

Fecha de aceptación: Mayo 27 de 2014

DOI: <http://dx.doi.org/10.22335/rict.v6i1.136>

\*Grupo de investigación aofPaz Social. <http://orcid.org/0000-0002-7359-3850>

\*\*Ing. Agropecuario Grupo de investigación aof. <http://orcid.org/0000-0003-3024-5343>

**Palabras clave:** fenología, inducción floral, floración, fructificación.

## Abstract

On High Ricaurte, olive growing has resume interest in the last ten years, whereby new crops are appearing in the fields, all this attracted scientific interest, economic, environmental and cultural interests, on this region as a consequence, this research sought to examine the phenology of the olive tree (*Olea europaea* L.) under the soil and climatic conditions in the High Ricaurte de Boyacá. Alto during a growing season. Phenological data were subjected to descriptive analysis, in this way it was possible to characterize the differentiation of reproductive growth, compared to the conditions of climate and vegetative growth showed no significant differences.

**Keywords:** phenology, floral induction, flowering, fruiting

## Resumo

Em Alto Ricaurte, olivicultura tomou interesse nos últimos dez anos, que foram estabelecidos e novas culturas atraiu interesses científicos, econômicos, ambientais e culturais, a nível da região. Assim, o presente estudo procurou analisar a fenologia da

oliveira (*Olea europaea* L.) sob as condições edafoclimáticas do Alto Ricaurte em Boyacá durante uma estação de crescimento. Dados fenológicos foram submetidos à análise descritiva. Assim, foi possível caracterizar a diferenciação de crescimento reprodutivo, em comparação com as condições climáticas e de crescimento vegetativo não apresentaram diferenças significativas.

**Palavras-chave:** fenologia, indução floral, floração, frutificação.

### Introducción

Para Alba (2008) el olivo es una especie de la cuenca del mediterráneo cuyo origen data de 4000 años a. C. y se ha cultivado en países como España, Italia, Grecia, California Argentina, Chile y Colombia, debido a sus características nutricionales, beneficios saludables, ambientales y económicos. Su desarrollo y producción ocurre entre los 600 a 700 m s.n.m, aunque en regiones de España, Marruecos, Sur y Norte de América se cultiva sobre los 1000 m de altura (Connor, 2005), pero en el trópico Alto Andino se encuentran cultivos sembrados sobre los 2 200 m s.n.m, como ocurre en los municipios de Sachicá, Sutamarchán y Villa de Leiva en Boyacá (Colombia).

De igual manera, se referencia que este árbol es capaz de resistir en invierno temperaturas de -10 °C, situación en la que entra en reposo, debido a que estas temperaturas limitan su actividad fisiológica (Barranco et al., 2008); de esta manera se favorece la acumulación de horas frío y la inducción floral (Popenoe, 1941). Luego, en primavera con temperaturas de 18 y 21°C, humedad del 60 – 80 % e intervalos de precipitación comprendidos entre 300 – 750 mm anual (Tapia, Ibacache y Astorca., 2003) reinicia su actividad vegetativa, florece y se poliniza originando cuajado de frutos; mientras que en verano necesitan de pleno sol para su desarrollo y crecimiento así como para el endurecimiento del endocarpio, momento en el cual se presenta el cambio de coloración en los frutos, al reducirse el verde de la cáscara y aparecer manchas rojizas, bajo temperaturas de 25 - 35°C (Beltrán et al., 2008).

El trópico Alto Andino posee condiciones climáticas diferentes a las del Mediterráneo debido a que no hay estaciones marcadas, así por ejemplo, la región en estudio tiene temperaturas día que oscilan entre 20 – 26 °C (IDEAM 2014) lo que permite hacer fotosíntesis si las demás condiciones le son favorables, durante la noche 7 - 9 °C, lo que quiere decir que no hay acumulación de horas frío, dado que estas ocurren por debajo de los 7 grados (Barranco et al., 2008) entonces los arboles no se estacionan, por tal razón están en constante crecimiento, con floraciones en diferentes épocas del año, seguramente porque no hay una época de inducción floral, además las inflorescencias emergen en los extremos de las ramas, presentando crecimiento vegetativo y reproductivo a la vez. Estos aspectos, sumados a podas inadecuadas y baja fertilización han afectado el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que ha traído como consecuencia la baja producción de olivas en esta región (Taguas, 2009), sin embargo se han reportado producciones de hasta 20 kg por árbol, equivalente a la media del norte de Italia (García, 2012).

Las características del suelo del Alto Ricaurte donde están plantados los olivos lo clasifican en el grupo de manejo VIII (IGAC, 2005), donde existen factores limitantes como: pendientes muy fuertes, afloramientos rocosos, erosión severa y muy severa, susceptibilidad alta a movimientos en masa y a erosión. El uso potencial que puede darse es con plantaciones comerciales, frutales de hoja caduca, bosques productores protectores y ganadería extensiva con baja carga.

De hecho, los olivos están en suelos erosionados, arcillosos, con bajo porcentaje de materia orgánica, presencia de Al y baja disponibilidad de nutrientes e infiltración, condiciones que obligan a que sean sembrados en hoyos de un metro de radio con adiciones de materia orgánica hasta de 15 kg en la siembra, con adiciones anuales de 5 kg y fertilización mineral, para superar las condiciones edáficas difíciles. Esto provoca como resultado que en la zona rizosférica de árboles de tres años que inician producción, se encuentren hasta 105 UFC/g de suelo (Bello, 2014) y colonización de hongos micorrizógenos del 65 – 80 % (Sánchez, 2014), facilitando la nutrición de la planta.

Sin embargo la baja producción y fructificación errática puede obedecer en parte a la falta de poda, que en el olivo es fundamental para equilibrar el crecimiento vegetativo y la fructificación con el objetivo de mantener una producción constante durante mucho más tiempo, evitando la vejería de los árboles y estatura excesiva de tal manera que permita que las partes más bajas se mantengan productivas ya que son mucho más fáciles de trabajar (García et al, 2008).

La olivicultura en el trópico ha mostrado un comportamiento diferente al presentado bajo las condiciones del Mediterráneo según lo detallado por García (2012), no obstante el cambio en su comportamiento fenológico normal se ha visto en la adaptación a la zona del Alto Ricaurte, donde su producción ha sido viable con aceitunas de calidad (Barrera, 2012). Sin embargo, para ISSN 2145-549X Revista Logos Ciencia & Tecnología 3 2014 | Volumen 6 | Número 1 alcanzar estándares de productividad es necesario concentrar la cosecha y aumentar los rendimientos; lo cual requiere mejorar las condiciones de manejo y en especial su nutrición; en consecuencia a esta caracterización, surge la necesidad de estudiar la fenología del olivo (*Olea europaea* L.) bajo las condiciones edafoclimáticas del Alto Ricaurte durante un ciclo vegetativo.

**Materiales y Métodos**

El trabajo se desarrolló en la región del Alto Ricaurte de Boyacá, ubicada a una latitud de 5° 35'N y 73° 33' O, con una altitud de 2100 a 2200 m s.n.m. según lo establecido por el IDEAM en el 2009. Para el proceso investigativo se escogieron 24 árboles distribuidos en tres fincas (Tabla 1); 12 con edades de tres-cuatro años, las cuales provienen del material que existe en la región y 12 con edades superiores a 30 años, que de acuerdo con Cortés (2010) fueron propagados del material proveniente de España, Italia y Portugal. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con submuestreo, donde la unidad experimental era cada árbol y las ramas la submuestra.

FINCA	EDAD DEL CULTIVO	MUNICIPIO	UNIDAD EXPERIMENTAL	MANEJO DEL CULTIVO	ESTADO ACTUAL
Finca 1: La Rioja	Mayor a 30 años	Sutamarchán Altitud: 2093 m s.n.m. °T: 18 °C	6	Poda, fertilización, controles fitosanitarios	Epifitas, líquenes
Finca 2: Las Acacias	3 y 4 años	Sutamarchán Altitud: 2093 m s.n.m. °T: 18 °C	12	Poda, fertilización, controles fitosanitarios	Fumagina, ácaros
Finca 3: Los Kioscos	Mayor a 30 años	Límites Sáchica y Villa de Leyva. Altitud: 2150 m s.n.m. °T: 16 °C	6	Poda	Fumagina, ácaros

**Tabla 1.** Distribución de los árboles por finca

Los agricultores, para el control de la fumagina emplearon fungicidas a base de cobre, para el de los ácaros ovicidas y para las epifitas como *Tillandsia recurvata*, *Tillandsia usneoides* y líquenes lo hacen de forma manual; fertilizan con materia orgánica compostada y compuestos de síntesis química, de la fórmula 15 % N, 15 % P y 15 % K, desconociendo los contenidos que hay en el suelo y los requerimientos nutricionales del árbol (García, 2012).

**Poda de los árboles**

Al inicio del proceso de investigación, a los árboles jóvenes se les eliminaron las ramas largas ubicadas en el centro, con el fin de disminuir su altura, también se cortaron las ramas largas de los extremos, para mejorar la distribución y captación de luz por la planta; de la misma forma se procedió con los árboles mayores de 30 años, con un corte drástico de ramas largas, gruesas, mal ubicadas y enfermas, para recuperar los olivos envejecidos y endurecidos con exceso de madera (Vitagliano & Bartolini, 2007); (García et al., 2008). En ambos casos los cortes se realizaron seis meses antes de comenzar las lecturas y un año después se volvió a repetir evitando cortar ramas donde se estaban tomando datos.

**Análisis fenológico**

En esta variable se tuvo en cuenta: Crecimiento y desarrollo Los árboles fueron seleccionados de manera aleatoria teniendo en cuenta que estuvieran en producción. Así para el caso de los olivos adultos que en promedio tenían una altura de 7 m, y los jóvenes 3 m; se muestrearon seis en

la finca uno, 12 en la finca dos y seis en la finca tres. De cada uno de estos se escogieron 20 ramas del año, para medir su largo y contar los entrenudos, además se marcaron y enumeraron en el sentido de las manecillas del reloj. El estudio se inició en mayo de 2013 y a partir de ese momento cada semana se evaluó la longitud de cada rama seleccionada, desde el punto de inserción al meristemo apical, durante 10 meses teniendo en cuenta las variables de la tabla 2.

ESTRUCTURA A 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 del punto de inserción al meristemo apical en cada inflorescencia	5	Milímetros
Número de flores por inflorescencia: cerradas/abiertas /sin pétalos	6	Cantidad
Número de frutos cuajados por inflorescencia	7	Cantidad
Crecimiento del fruto	8	Milímetros

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

Para el número de entrenudos se contaron y para la distancia entre ellos se dividió la longitud de la rama entre el número total de entrenudos. El número de inflorescencias por rama fue contado y medida su longitud desde el punto de inserción al meristemo apical desde que esta apareció; una vez que abrieron las flores se contaron y tomaron datos teniendo en cuenta: flores abiertas, cerradas y sin pétalos; estas lecturas se mantuvieron durante el crecimiento de los frutos. Las inflorescencias se enumeraron en las ramas desde el punto de inserción al meristemo apical. Después de la polinización comienza el engrosamiento del ovario dando lugar al conteo de frutos cuajados por inflorescencia, estos fueron contados y medidos semanalmente el largo y ancho. El ciclo fenológico se evaluó de acuerdo con la escala de

a Biologische Bundesanstalt Bundessortenamt Chemise (BBCH) de los estados fenológicos de desarrollo del olivo (Cortés, 2002). Los datos fenológicos se sometieron a análisis descriptivo, se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas

### Relación clima, morfología y fenología

La información climática de la región de los últimos 20 años según el Instituto de Meteorología

y Adecuación de tierras (IDEAM, 2014) cuenta con promedios anuales y mensuales de temperaturas máximas y mínimas, precipitación, velocidad del viento, brillo solar y evaporación; que permite relacionarlos con el comportamiento fenológico de los árboles muestreados y determinar su influencia en el crecimiento de ramas, inflorescencias y fructificación (Tablas 3 y 4).

VARIABLE	UNIDADES	PROMEDIO ANUAL
Precipitación	mms	1082,4
Evaporación	mms	1302,5
Temperatura máxima	°C	25,4
Temperatura mínima	°C	8,1
Humedad relativa	%	76
Velocidad del viento máxima	m/s	1,5
Velocidad del viento mínima	m/s	0,1
Brillo solar	horas	1665,6

**Tabla 3.** Promedio del comportamiento anual del clima en la zona del Alto Ricaurte desde 1993 a 2013

MES	PP (mms)	TM (°C)	TMN (°C)	HR (%)	BS (horas)	VMV (m/s)	VMNV (m/s)	EV (mms)
Enero	51,8	25,5	6,4	75	183,4	,6	,2	115,4
Febrero	77,7	26,2	7,6	75	155,3	,9	0,2	111,4
Marzo	130,4	26,2	8,4	77	128,3	1,1	,1	115,7
Abril	137,6	25,7	9,5	78	113,3	,5	,1	104,1
Mayo	108,1	25,4	9,2	77	125,3	,9	,1	100,1
Junio	49,9	25,0	8,5	75	133,6	,6	,2	100,6
Julio	38,6	24,8	7,8	74	152,0	,4	,1	114,1
Agosto	40,1	24,9	7,9	73	153,8	1,5	,4	119,8
Septiembre	66,5	25,5	8,0	74	129,3	,7	,2	116,2
Octubre	152,0	25,4	8,2	78	123,7	,8	,1	106,3
Noviembre	133,6	25,1	8,4	80	122,0	,8	,3	95,1
Diciembre	96,0	24,9	7,5	78	145,6	,8	,1	103,8

**Tabla 4.** Promedio del comportamiento mensual del clima en la zona del Alto Ricaurte desde 1993 a 2013

PP: precipitación, TM: temperatura máxima, TMN:temperatura mínima, HR: humedad relativa,

BS:brillo solar, VMV: velocidad máxima del viento, VMNV: velocidad mínima y EV: evaporación.

### Influencia del suelo y comportamiento fenológico

Para el presente estudio se tuvieron en cuenta los análisis de suelos existentes en las fincas uno y dos (García, 2012) (Tabla 5); en la tercera finca no se tomaron muestras de suelo debido a que esta se encontraba cultivada con tomate (*Solanum lycopersicum*) y cebolla (*Allium cepa*), en donde se observó que los cultivos eran fertilizados con soluciones de N, P, K de la fórmula 15 % N, 15 % P y 15 % K.

Fincas	Finca 1	Finca 2	
Textura	F. arcilloso	F. arcilloso	
pH	4,6	5,2	
%MO	0,31	1,54	
%Nt	0,015	0,077	
P ppm	6,08	6,86	
Meq.100g de suelo- cmol + Kg + 1	Al	1,4	0,2
	Ca	5,71	9,39
	Mg	4,39	1,51
	K	0,13	0,28
	Na	0,08	0,11
	CICE	11,71	11,49
Elementos menores (ppm)	Fe	7,08	44,5
	Mg	1,09	3,14
	Cu	0,63	0,53
	Zn	1,85	6,06
	B	0,06	6,06
%	Al	11,9	1,74
	Na	068	,96
C.E. ds/m	1,52	1,99	

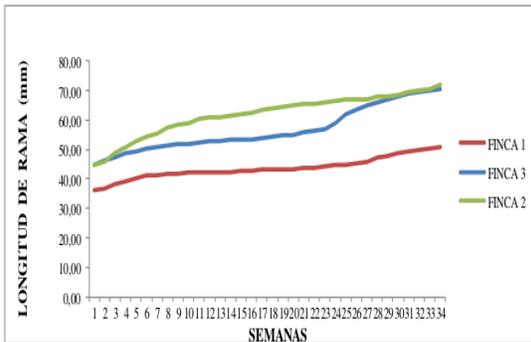
**Tabla 5.** Composición química de los suelos, fincas 1 y 2. Fuente: García, 2012

### Resultados y Discusión

Morfología de las hojas De acuerdo con García (2012) las hojas de los árboles en su mayoría miden entre 4,6 y 7,0 cm de largo y entre 1,0 y 1,5 cm de ancho, son de forma lanceolada, epinásticas, y planas, color verde oscuro por el haz y gris por el envés, con un peso promedio de 0,40 g. Existe diferencia con las hojas de la variedad conocida por los olivicultores de la región como acebuche dado que las hojas miden de 2,0 a 3,5 cm de largo y 1,0 a 1,3 cm de ancho y pesan como promedio 0,30 g.

### Crecimiento de ramas

En el gráfico 1 se observa el crecimiento vegetativo en las diferentes fincas, así en las Acacias presentó el mayor promedio con 61,94 mm (aumento semanal de un mm), puede obedecer a que los árboles son más jóvenes (4 años) y sus células nuevas, las cuales se dividen de manera constante para formar nuevos tejidos (Taiz y Zeiger, 2006), pero es poco debido a que el productor no realiza poda, en consecuencia hay mucha producción vegetativa, además la fertilización se hace (desconociendo los requerimientos nutricionales) para lo cual, Lavee (1990) y Lavee et al., (1996), comentan que al combinar estas dos labores de manejo, se aporta al crecimiento de los olivos. El crecimiento en las ramas medidas es bajo comparado con otros lugares del mundo, esto puede obedecer a que por falta de poda las ramas que crecen son las más altas favorecidas por una mejor exposición a la luz y en los árboles podados crecieron muchos chupones que le quitan fuerza al crecimiento de las ramas medidas, puesto que gasta energía y alimento para mantenerlas



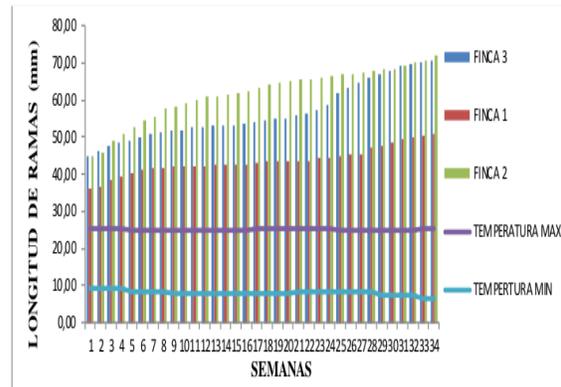
**Gráfico 1.** Crecimiento vegetativo de los árboles del período de mayo 2013 a enero 2014

En segunda instancia, para la misma variable, en la finca Los Kioscos se obtuvo un promedio de 56,71 mm, mientras que en la finca La Rioja el promedio fue de 43,65 mm; valores que se deben, seguramente, a que son árboles adultos y de acuerdo a Taiz y Zeiger (2006), los nutrientes deben ser repartidos en estructuras más grandes y las células apicales se ubican solamente en las zonas donde se produce el crecimiento y además en los cultivos perenes como el café, la humedad relativa y la precipitación estimulan la formación de tallos, hojas y frutos (Arcila et al, 2007) pero la floración ocurre al final de los períodos secos variando el crecimiento de acuerdo a la región; situación que coincide con las condiciones climáticas del Alto Ricaurte, en donde el crecimiento se presentó en las épocas más húmedas, de la semana 20 - 34 y la floración luego de un estrés hídrico seguido de las épocas de precipitación.

Durante el trabajo de campo en la región se presentaron temperaturas máximas con valores promedio entre 25 y 26 °C (Tabla 4), lo cual favorece una mayor tasa fotosintética en el olivo, según Gucci (2003) y Barranco et al (2008). Además, si cuentan con condiciones edáficas favorables, los árboles realizan fotosíntesis durante todo el año, debido a su condición siempre verde y más horas luz al día dado que el fotoperiodo en el trópico es relativamente constante, no obstante el olivo se considera una especie de día neutro (Ramírez - Santa Pau, 2001).

De otra parte Rallo y Cuevas (2008) determinaron en el Mediterráneo que la fotosíntesis es uno de

los procesos más importantes para el crecimiento, con temperaturas de 15 a 30°C, rango en el cual se da el crecimiento de yemas vegetales siempre y cuando haya disponibilidad de nutrientes. A pesar de que en la región la condición de temperatura es ideal para la fotosíntesis, la baja tasa de crecimiento ocurre por factores como manejo; en el gráfico 2 se puede evidenciar que la temperatura es constante y no se observa ningún pico significativo que pueda afectar el crecimiento.



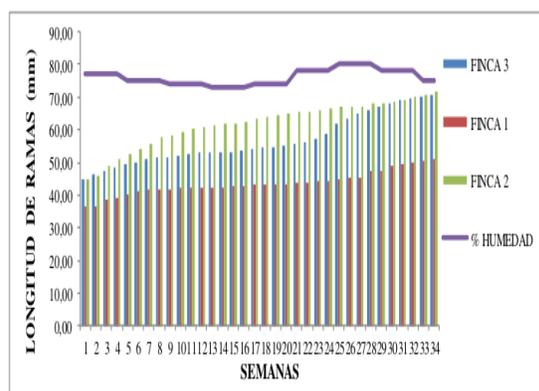
**Gráfico 2.** Crecimiento de los árboles de estudio con temperatura

Se observó que la tasa de crecimiento vegetativo en la zona del Alto Ricaurte tiene una relación directa con el porcentaje de humedad relativa, principalmente en los meses de octubre con 78 %, noviembre 80 % y diciembre 78 %. La finca Las Acacias tuvo un crecimiento de 61,94 mm mayor y constante respecto a los olivos de las otras fincas durante la semana 20 - 34 (gráfico 3); esto puede atribuirse también a las prácticas agrícolas en el cultivo donde adicionan materia orgánica, riego y fertilizan. En el caso de la finca Los Kioscos se observó un crecimiento constante con un promedio de 56,71 mm; en este predio se remueve el suelo, se fertiliza y se riega debido a que siembran cebolla de bulbo (*Allium cepa*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) entre las calles de los árboles, hasta muy cerca al tronco.

Respecto al número de entrenudos por rama se encontró que la media en la finca dos fue 7,2; en la finca uno fue de 5,79 y en la tres de 4,84; por otra parte la longitud de los mismos correspondió a 8,49; 7,53 y 11,71 mm respectivamente; fueron de

mayor longitud en la finca tres debido a la poda drástica hace dos años, y las labores culturales en el suelo cada seis meses lo que estimula el crecimiento y desarrollo de las ramas vegetativas y propicia la formación de chupones con entrenudos más largos.

Al respecto Tapia et al (2003) encontraron que en Chile los olivares activan su crecimiento en condiciones de humedad relativa del 60 – 80 % y temperaturas superiores a 21°C. en coincidencia con la situación que se presentó en la zona de estudio donde el crecimiento se incrementó con estos rangos de temperatura y humedad relativa. (Tabla 3) y (Gráfico 3).



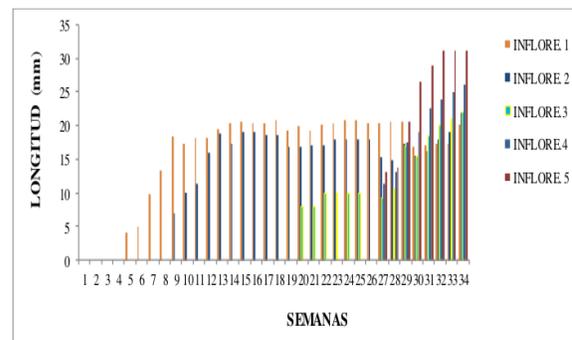
**Gráfico 3.** Crecimiento vegetativo Vs. humedad relativa en Alto Ricaurte.

No obstante, en los olivos del estudio, el crecimiento vegetativo difiere del establecido en las regiones tradicionalmente productoras de Europa, donde las ramas en un año crecen hasta 20 cm, según Ganino (2012); en la zona de trabajo, se midió el crecimiento durante solo 10 meses y se obtuvo un promedio de 30 mm por planta, a la vez se observó que en algunas de las ramas se detiene el crecimiento de una a tres semanas como lo muestran los gráficos uno y dos, luego de estas brotan yemas en el meristemo apical, con lo que generan hasta tres ramas nuevas cuyo comportamiento de crecimiento es igual al de la primera rama, situación que explica la baja tasa de crecimiento por rama, dado que al sumar las dos o tres longitudes de los brotes este sería mayor. Esto no sucede en los chupones por eso la longitud es más larga; en algunos casos de ese meristemo brotan inflorescencias; esta conducta puede estar

relacionada con el reposo del brote; en concordancia con lo anterior, Coletto (1995) considera que en los frutales sometidos a condiciones del trópico sus brotes tienen un crecimiento continuo y no dejan de hacerlo por lo que se forman nuevas hojas durante todo el año, sin embargo existen brotes en reposo y a la vez brotes en crecimiento.

**Floración**

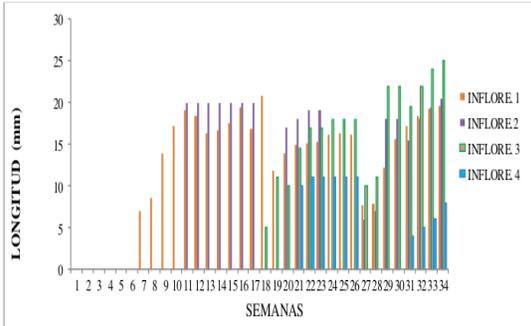
La floración se presentó solo en las fincas dos y tres, fue la finca tres la primera en florecer en la semana cinco de iniciado el estudio, con cinco inflorescencias, la primera presentó una media de longitud de 17,91 mm; la segunda se presentó cinco semanas más tarde con longitud 16,63 mm; la tercera en la semana 16 con longitud promedio de 12,52mm; la inflorescencia cuatro ocurrió en la semana 27 creciendo 19,77mm e igualmente la inflorescencia cinco se mostró la semana 27 con promedio 24,47 mm de longitud; el mayor lapso de tiempo entre inflorescencias fue de 16 semanas; se presentaron tres florescencias durante el tiempo de estudio. (Gráfico 4).



**Gráfico 4.** Longitud de inflorescencias finca 3.

En la finca dos se presentaron cuatro inflorescencias (gráfico 5) durante los 10 meses de estudio, la primera se presentó en la semana siete con una medida de 15,34 mm, dos semanas más tarde de la finca tres, esto se debe a que en esta finca hay menor trabajo del suelo como remoción fertilización y riego; para la inflorescencia dos el crecimiento fue de 17,76 mm de longitud y se presentó en la semana 11; en la tres ocurrió en la

18 con longitud de 16,71 mm y la cuatro con 8,80 mm apareció en la semana 21; en general todas las fincas presentaron longitudes similares de inflorescencias comprendidas en 18 y 24 mm (gráfico 5). Estas inflorescencias no terminaron su ciclo, se produjo la abscisión cuando se encontraban en los estadios 67, 68, 69 de acuerdo a la escala BBCH (Cortés, 2002).

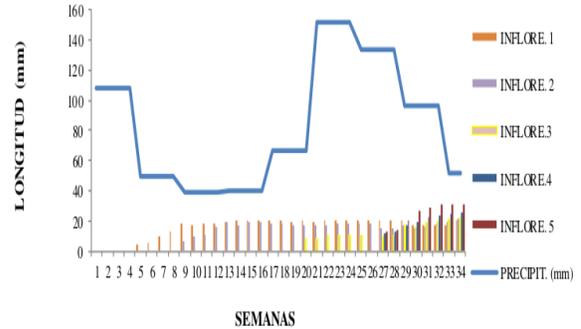


**Gráfico 5.** Longitud de inflorescencias finca 2.

En cada floración, como promedio por árbol se presentaron cuatro inflorescencias, cada una con 14 flores, a intervalos de cuatro a ocho semanas para este proceso; promedio inferior al obtenido por García (2012), quien referencia 20 flores por inflorescencia, con tres a seis semanas de intervalo para la floración. También se observó que en una misma planta se presentan distintos estadios de floraciones durante el año y la apertura de las flores de una misma rama duró hasta dos semanas; cabe resaltar que esta diferencia puede estar dada por la influencia de las precipitaciones en el 2011, que fueron de 1732 mm durante febrero a diciembre y para el 2010 fue 1546 mm, épocas que se caracterizaron por altas precipitaciones (IDEAM, 2014). Esta distribución de lluvias pudo estimular el brote de yemas florales, contrario a lo sucedido durante el periodo de estudio, caracterizado por época seca entre mayo de 2013 y enero de 2014.

De otra parte se observó que los árboles comienzan la floración después de un periodo de sequía, es decir requieren de un estrés hídrico, como sucede con los cítricos en el trópico, de acuerdo con Rebolledo (2012). En este caso se

puede indicar que la diferenciación floral en olivos estaría determinada por estrés hídrico y no térmico. A la vez se pudo observar que la floración en la región estudiada se presenta en dos temporadas durante el año, coincidiendo con las épocas de lluvia. (Gráfico 6).



**Gráfico 6.** Comportamiento de la floración con la precipitación en la zona de estudio.

De acuerdo con los trabajos de Deidda (2003) en condiciones del Mediterráneo la floración puede variar entre cinco y 20 días en dependencia de las condiciones ambientales y fisiológicas de la planta, pero siempre se presenta en la mitad de mayo y la mitad de junio; de igual forma Montali (2006), reporta que en Salsomaggiore Terme provincia de Parma la floración se presenta entre 19 y 21 días entre mayo y junio. Situación muy diferente en la región del Alto Ricaurte en Colombia donde, de acuerdo con García (2012) en el 2011 se presentaron intervalos de tres a seis semanas mientras que en el presente estudio el intervalo fue de cuatro a ocho semanas.

Rallo y Cuevas (2008) determinaron que en las condiciones del Mediterráneo y la zona sur del continente americano la planta realiza inducción floral en el verano, se presenta en yemas con el mismo crecimiento que tuvieron las ramas en el año anterior, este proceso es estimulado por la presencia de frutos y la acumulación de horas frío en el invierno, entre otros factores; mientras que la diferenciación floral ocurre en la primavera siguiente después del invierno. Para el caso del trópico se desconoce el momento de la inducción

floral porque en varias plantas las flores aparecen en la rama que está creciendo y no en la del año anterior; mientras que la diferenciación floral ocurre por estrés hídrico al comienzo de las épocas de lluvia (García et al., 2013).

Los desórdenes fisiológicos de los árboles de olivo establecidos en el trópico pueden ser atribuidos al clima, falta de poda y nutrición; teniendo en cuenta que la zona de estudio se caracteriza por contar con temperaturas promedio durante el día de 25,1 °C y en la noche 8,1 °C , como consecuencia no existe una acumulación de horas frío de acuerdo con lo expuesto por Hartmann y Porlingis (1957), Harman y Whisler (1975) quienes sustentan que en el olivo, al no estar expuesto durante el invierno a horas frío mínimas requeridas, se altera el proceso de floración. Asimismo Fabbri y Benelli (2000) postulan la existencia de un requisito mínimo de frío para la inducción floral.

Al respecto Canu et al (2006); Moriondo et al,( 2001) indican que los factores climáticos más influyentes en el ciclo fenológico anual del olivo son temperatura, lluvia y humedad relativa; así por ejemplo la temperatura es factor importante en los periodos de floración, las temperaturas bajas generan floraciones prolongadas, y temperaturas altas generan floraciones cortas. Además la humedad relativa menor del 60 % produce deshidratación del estigma y por consiguiente el polen no puede adherirse y una humedad relativa superior al 80 % hidrata el polen dificultando el transporte por el viento y además lo estropea (Tapia et al., 2003). La precipitación en exceso afecta las raíces por consiguiente afecta la floración; como lo sucedido en la zona de estudio en el año 2011, la precipitación provocó amarillamiento en las hojas de algunos árboles, lo contrario ocurre con el déficit hídrico, induce a la floración generando estrés hídrico.

En el gráfico 7 se puede evidenciar que la temperatura en la zona de estudio no tuvo influencia en la floración, lo que quiere decir que los promedios de temperaturas mínimas no permiten la acumulación de horas frío, esta permanece constante favoreciendo el proceso de fotosíntesis en los árboles.

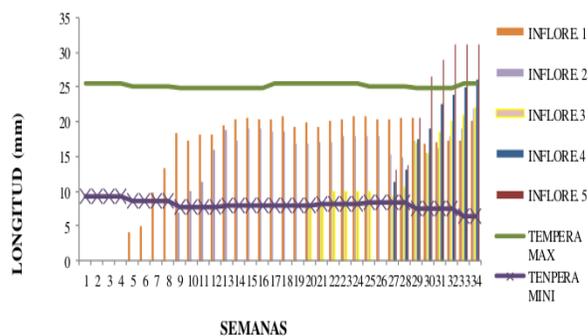


Gráfico 7. Floración y temperatura.

### Fructificación

La fructificación se presentó solo en la finca tres durante la semana 17 y perduró por siete semanas con una longitud promedio en frutos de 10 mm y ancho 7,32 mm, se produjeron tres fructificaciones con diferencia de siete semanas una de la otra; la segunda se presentó en la semana 24 y la tercera en la semana 31 perdurando solamente tres semanas (gráfico 8), la fructificación en esta temporada fue prácticamente nula con promedio de tres frutos por árbol; los frutos llegaron hasta el estadio 71 y 75 escala BBCH y luego se producía la caída prematura.

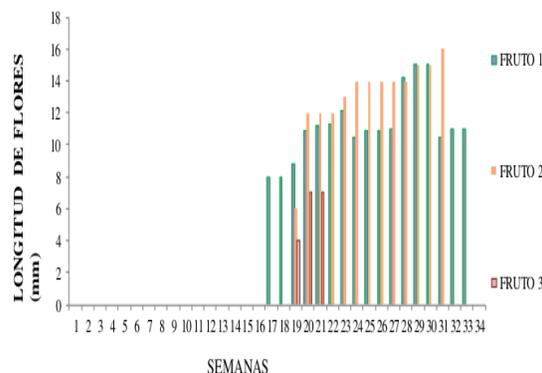


Gráfico 8. Fructificación de la finca 3.

En los gráficos (9 y 10) se evidencia que la baja fructificación coincide con las temporadas de lluvia y con los altos porcentajes de humedad relativa, referenciadas para los meses octubre – diciembre; condiciones que pueden ser un estímulo para el árbol, al promover la absorción de nutrientes del

suelo (P, K, S, Ca, Mg, B, Zn), así como los disueltos en el agua lluvia como nitratos, amoníaco, sulfatos y demás que favorecen la fructificación (Hanke, 2008).

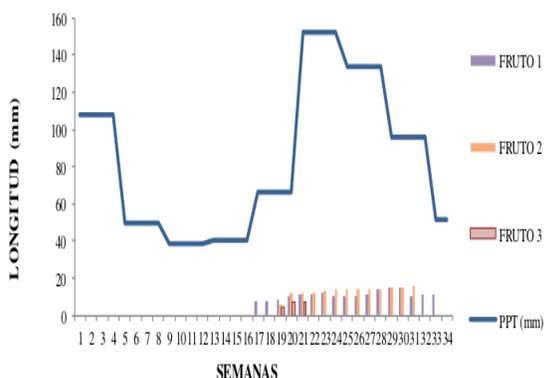


Gráfico 9. Fructificación con precipitación.

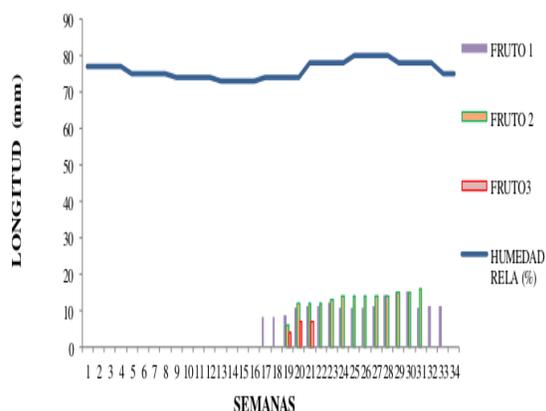


Gráfico 10. Fructificación y % humedad relativa.

El hecho de que los árboles del estudio presentan crecimiento vegetativo y reproductivo al mismo tiempo, dificultando la producción, al parecer es una característica propia en condiciones del trópico. Según Coletto (1995) los brotes de los frutales en condiciones tropicales, no dejan de crecer, se forman de este modo nuevas hojas durante todo el año o brotes en reposo y a la vez brotes en crecimiento con lo que se dificulta la fructificación, lo que no sucede en el verano del Mediterráneo donde las yemas entran en reposo y

permiten que el árbol se recupere para la nueva cosecha.

En relación con la temperatura, la fructificación no se ve condicionada ya que permanece constante (gráfico 11); la poca fructificación puede estar influenciada por deficiencia de minerales debido a que los suelos de allí son de condiciones pobres. Además los árboles no se estacionan y realizan fotosíntesis todo el tiempo; situación que puede ser motivo de la deficiencia de minerales que afecta el desarrollo de frutos. De acuerdo con lo reportado por Beltrán et al (2008), la deficiencia de minerales causa caída de frutos, menor tamaño y disminución del contenido de aceite.

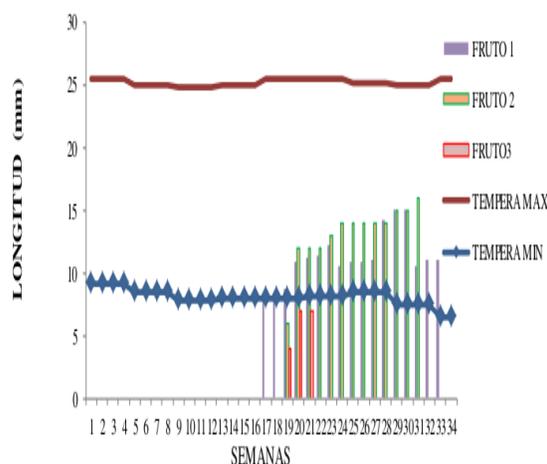


Gráfico 11. Fructificación y temperatura.

### Conclusiones

Los estados fenológicos de los olivares de Sáchica y Sutamarchán no se desarrollan adecuadamente, presentan crecimiento vegetativo y reproductivo a la vez, debido a que están en fotosíntesis permanente dado que se dan las condiciones de temperatura y humedad para este proceso.

Los árboles observados no mostraron diferencia en crecimiento vegetativo y reproductivo, porque además de la poda requieren un manejo adecuado de fertilización y riego.

El cultivo de la finca 3, donde se realiza fertilización, riego y remoción de suelo presentó

mayor número de inflorescencias debido a que era el segundo año de una poda drástica y en el olivo se observa este comportamiento, la mayor producción se da a los dos años de poda.

Las ramas de olivos en el trópico crecen durante un determinado tiempo, la elongación de estas se detiene por razones aún no determinadas, pero al cabo de dos a tres semanas salen nuevos brotes del meristemo apical.

### Referencias Bibliográficas

- Alba, J. (2008). Elaboración del aceite de oliva virgen. En Barranco, D., Fernández, R., & Rallo, L. El cultivo del olivo. 6 ed. (pp. 660 - 697). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Arcila, J., Farfán, F., Moreno, A., Salazar, L & Hincapié, E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafe. Fitotecnia, Prácticas de cultivo, Caficultura y manejo de cafetales. 309 p.
- Barranco, D., Fernández-Escobar, R. & Rallo, L. (2008). El cultivo del olivo. Sexta edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Barrera, P. (2012). Composición Físico-Química y Bromatológica de la Aceitunas Cosechadas Bajo las Condiciones edáficas y climáticas en el Alto Ricaurte [Tesis de grado]. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja.
- Beltrán, G., Uceda, M., Hermoso, M. & Frías, L. (2008). Maduración. En Barranco, D., Fernández, R., & Rallo, L. El cultivo del olivo. 6 ed. (pp. 163-188). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Bello, O. (2014). Cuantificación y determinación de la actividad de los microorganismos diazotrofos, presentes en la rizósfera del olivo (*Olea europea* L) cultivado en el Alto Ricaurte [Tesis de grado]. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja.
- Canu, A., Pellizaro, G., Cesaraccio, C., Sirca, C. & Vargiu, A. (2006). Flowering phenology of olive trees (*Olea europea* L.) in North Sardinia (Italy) and its relationships with airborne pollen pattern. Proc. Of the 17th conference on biometereology and aerobiology, 22-26, San Diego.
- Coletto, J. (1995). Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. 2a ed. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.
- Connor, D. (2005). Adaptation of olive (*Olea europea* L.) to water – limited environments. Aust J Agric Res, 56, 1181-1189.
- Cortés, (2012). Comunicación personal.
- Cortés, S. (2002). BBCH - Descripción de las fases fenológicas del olivo (*Olea europea* L). En Meier, U. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. BBCH Monografía. 2ª ed. Centro federal de investigaciones biológicas para agricultura y silvicultura.
- Deidda, P., Nieddu, G. & Chessa, I. (2003). La Fenología. In: Fiorino, P. *Olea* tratado de olivicultura. (pp.57-73). Editorial Agrícola.
- Fabbri, A. & Benelli, C. (2000). Flower bud induction and differentiation in olive. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 75(2),131-141.
- Fernández, J., Moreno, F., Cabrera, F., Arrue, J., Aranda, J. (1991). Drip irrigation, soil characteristics and the root distribution and root activity of olive trees. Plant and Soil, 239-251.
- Ganino, T. (2012). Memorias curso de olivicultura trópico Alto Andino.
- García, A., Humanes, J., Pastor, M., Morales, J. & Fernández, A. (2008). Poda. En Barranco, D., Fernández, R., & Rallo, L. El cultivo del olivo. 6 ed. (pp. 389 - 433). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- García, F. (2012). La biodiversidad del olivo (*Olea europea* L) en Colombia: estudio molecular, morfológico y fenología del germoplasma local [Tesis doctoral]. Departamento de Biología de la Universidad de Parma, Parma.
- García, F., Cheverría, E. & Jaramillo, L. (2013). Diferencias climáticas entre las regiones tradicionalmente productoras de olivo (*Olea europea* L) en el mundo y el Alto Ricaurte en Colombia. Revista Cultura Científica, 11.

Gucci, R. (2003). Ecofisiología. En Fiorino, P. Trattato di olivicoltura (pp. 77-89). Bologna: Edagricole.

Hanke, F. (2008). La nutrición de la planta y la problemática en la agricultura. Tunja: Fundación Universitaria Juan de Castellanos.

Hartman, H. & Porlingis, I. (1957). Effects of different amounts of winter chilling on fruitfulness of several olive varieties. *Bot Gaz*, 119, 102-104.

Hartman, H. & Whisler, J. (1975). Flower production in olive as influenced by various chilling temperature regimes. *J Am Soc Hort Sci*, 100, 670-674.

Ibacache, A. (2001). Estudio de la fenología aérea y radicular del olivo. En Salvatierra, A. (ed.). V Jornadas Olivícolas Nacionales. INIA. Serie actas, 14, 76-78.

IDEAM. (2009). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

IDEAM. (2014). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Lavee, S. (1990). Aims, methods, and advances in breeding of new olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Acta Hort*, 286, 23-36.

Lavee, S., Avidan, N., Haskal, A., & Ogrudovich, A. (1996). Juvenility period reduction in the olive seedlings - A tool for enhancement of breeding. *Olivae*, 60, 33-41.

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, Parma.

Moriondo, M., Orlandini, S., De Nutiis, P., & Mandrioli, P. (2001). Effect of agrometeorological parameters on the phenology of pollen emission and production of olive trees (*Olea europea* L.). *Aerobiologia*, 7, 225-232.

Popenoe, W. (1941). El cultivo del olivo en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Traducido y anotado por Monsalve, D.

Rallo, L., Cuevas, J. (2008). Fructificación y producción. En Barranco, D., Fernández, R., & Rallo, L. El cultivo del olivo. 6 ed. (pp. 127-162). Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

Ramírez Santa Pau, 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, Córdoba.

Rebolledo, A. (2012). Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos. En Garcés, L. Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización (pp. 89-106). Itagüí, Colombia: Editorial Artes y Letras S.A.S.

Rodríguez, S. (1994). Características estructurales de la raíz del olivo, *Olea europea* L [Tesis de grado]. Universidad de Córdoba, Córdoba.

Sánchez, M. (2014). Cuantificación del porcentaje de inoculación de hongos micorrizógenos presentes en la raíz del olivo (*Olea europaea* L.) cultivado en el Alto Ricaurte [Tesis de grado]. Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Tunja.

Selles Van Sch, G., Ferreyra, R., Selles, I. & Lemus, S. (2006). Efecto de diferentes regímenes de riego sobre la carga frutal, tamaño de fruta y rendimiento del olivo cv. Sevillana. *Agríc Téc*, 66(1), 48-56. Recuperado de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072006000100006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000100006&lng=es&nrm=iso)

Spiegel, P. (1955). The water requirement of the olive trees, critical period of moisture stress and the effect of irrigation upon the oil content of its fruits. *Proceedings 14th International Horticultural Congress*, 2, 1363-73.

Taguas, F. (2009). El cultivo del olivo en el Departamento de Boyacá diagnóstico y plan de acción. Bogotá: Ediciones Cisnecolor.

Taiz, L., Zeiger, E. (2006). Fisiología vegetal. Volumen 2. Universidad Jaime I.

Tapia, F., Ibacache, A., Astorga, M. (2003). Requerimientos de clima y suelo. En Tapia, F. Capítulo I. Manual del cultivo del olivo. Instituto de investigaciones agropecuarias Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena. Chile. Boletín INIA, 101, 10 -19.

Vitaglino, C., Bartolini, S. (2007). Potatura. En Fiorino, P. Olea trattato di olivicoltura(pp. 211-218). Bologna: Edagricole.