



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-154

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evolución del crecimiento radial de *Quercus ilex L. ssp. ballota (Desf.) Samp* y *Quercus suber L.* en la provincia de Huelva. Influencia de parámetros climáticos, selvícolas y humedad de suelo.

MARTIN PEREZ, D.¹, **ALEJANO MONGE, R.**¹, **VAZQUEZ PIQUE, J.**¹ y **TAPIAS, R.**¹

¹ Universidad de Huelva, Departamento de Ciencias Agroforestales, E.P.S. de la Rábida.

Resumen.

El objetivo de este estudio es describir la evolución del crecimiento diametral del fuste de *Quercus ilex L. ssp. ballota (Desf.) Samp* y *Quercus suber L.* a escala inter e intranual, y estudiar la influencia de diferentes tratamientos selvícolas (podas y tratamientos de suelo) y de factores climáticos y edáficos, con el fin de disponer en posteriores estudios de modelos de crecimiento para estas dos especies y prever su comportamiento ante la variación de estos factores, así como para profundizar en la función de estos *Quercus* mediterráneos como sumideros de carbono atmosférico y predecir los cambios en su distribución futura en función de los posibles escenarios de cambio climático existentes.

Para este estudio se han establecido tres parcelas experimentales en diferentes localizaciones de la provincia de Huelva (Hinojos, San Bartolomé de la Torre y Huerto Ramírez), donde se han aplicado tratamientos de poda y suelo y medido los parámetros edafoclimáticos. El crecimiento diametral de fuste se ha estimado usando dendrómetros de banda, realizando mediciones mensuales entre los años 2003 y 2008.

Con el volumen de datos recogidos en la fase de campo se ha elaborado una base de datos que se ha utilizado para describir la evolución mensual del crecimiento de *Quercus ilex* y *Quercus suber* a lo largo de 6 años, analizando la influencia de parámetros climáticos, humedad del suelo y parámetros selvícolas (tratamientos de poda y suelo) sobre el mismo. Este trabajo es la base para la elaboración de un modelo de crecimiento de esta especie.

Palabras clave.

Sistemas agrosilvopastorales, cambio climático y gestión forestal, tratamientos selvícolas, sostenibilidad.

1. Introducción.

Por su distribución geográfica y predominio territorial, la principal especie del género *Quercus* existente en el mediterráneo occidental es *Quercus ilex ssp. ballota (Desf.) Samp*. (encina). Alrededor del 60 % de los bosques de encina están localizados en España, con una superficie de entre 2,9 – 3 Mha (BRAVO et al., 2008), donde debido a su gran amplitud ecológica, ocupa ecosistemas muy diferentes, desde la costa hasta montañas de 2000 m., en sustratos calcáreos o silicios y se adaptan bien a las altas temperaturas y a la sequía propia del verano mediterráneo (RODA et al., 1999). Los bosques de encina son uno de los ecosistemas forestales más extendidos en la Península Ibérica y poseen un enorme valor ecológico y socioeconómico.

El alconoque, *Quercus suber L.*, se encuentra distribuido en zonas del Mediterráneo occidental y Norte de Africa, donde tiene un alto valor ecológico por su función de lucha contra la desertificación y en el control de la erosión del suelo, así como por su contribución

al mantenimiento de la biodiversidad. En la Península ibérica se encuentra principalmente en la región SO, ocupando en España un total 475.000 ha. (PEREIRA, 2007).

El crecimiento de las especies forestales no es solo un parámetro interesante desde el punto de vista de su productividad de madera (aunque los estudios de crecimiento más detallados se han hecho sin duda de las especies con rendimiento económico en este producto), sino también un reflejo del estado vegetativo de los árboles, nos indica como distribuyen los recursos, tiene importancia por su influencia en otros procesos fenológicos y de producción de fruto, y nos muestra la reacción de los árboles ante los cambios en variables ambientales como el suelo y el clima.

El crecimiento de las formaciones vegetales es además una medida de sus posibilidades de almacenamiento de CO₂, permitiendo la cuantificación de la fijación del mismo por la biomasa aérea de los distintos sistemas forestales. La gestión forestal puede contribuir a la mitigación del cambio climático a través de distintas estrategias, entre ellas mediante la conservación o mantenimiento del C acumulado en los bosques y mediante el secuestro o incremento del C retenido en los mismos (BRAVO et al., 2007). *Quercus ilex* es la especie con una mayor fijación neta total de CO₂ en Andalucía (89,626.780 Tm en 2008) así como la que más CO₂ neto fija al año (CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, 2007). A pesar de ello, son muy escasos los trabajos sobre crecimiento de *Quercus ilex ssp. ballota*, y prácticamente inexistentes aquellos que ligan el crecimiento con factores como los tratamientos selvícolas aplicados, que ayuden a diseños de gestión más sostenibles y eficaces desde todos los puntos de vista. NABAIS et al. (1998) establecen correlaciones entre variables climáticas y crecimiento de anillos de encina en el norte de Portugal. ZHANG & ROMANE (1991) han estudiado la influencia de la temperatura y precipitación en el crecimiento diametral anual de la encina. CARTAN-SON et al. (1992) estudian la influencia de la distribución de precipitación y disponibilidad de nutrientes en el crecimiento diametral de la encina. En todos los casos el crecimiento diametral se estudia a partir de anillos de crecimiento, y en ningún caso se establecen parcelas con dendrómetros por lo que solo se dispone del dato de crecimiento anual. COSTA et al., (2002), realiza estudios de crecimiento de alcornoque, *Quercus suber*, en relación con parámetros climáticos, mediante el uso de dendrómetros de banda y mediciones en intervalos mensuales.

2. Objetivos.

Los objetivos de este trabajo son: (I) describir el modelo intra e interanual de crecimiento diametral de *Quercus ilex L. ssp ballota (Desf.) Samp* y *Quercus suber L.* en dehesas y bosques mediterráneos de la provincia de Huelva, durante un periodo de 3-5 años, (II) Analizar la influencia de diferentes tratamientos selvícolas (podas y tratamientos de suelo) y de factores climáticos y humedad del suelo, con el fin de disponer modelos de crecimiento para estas dos especies y prever su comportamiento ante la variación de estos factores, así como para profundizar en la función de estas dos especies como sumideros de carbono atmosférico y predecir los cambios en su distribución futura en función de los posibles escenarios de cambio climático existentes.

3. Metodología.

3.1. Replanteo y descripción de las parcelas experimentales.

El estudio se ha llevado a cabo en tres parcelas experimentales localizadas en el provincia de Huelva, al SO de España.



Figura 1. Localización de las parcelas de estudio.

La parcela de Huerto Ramírez (HR) se encuentra localizada en una dehesa de *Quercus ilex ssp. ballota* (Desf.) Samp, dedicada al ganado ovino y de cerdo ibérico. El estrato arbustivo es escaso, representado principalmente por *Cistus ladanifer* y *Cistus crispus*. El estrato herbáceo es muy abundante, formado por un pastizal de gramíneas principalmente (características de la parcela en la Tabla 1).

La parcela de San Bartolomé (SB) está localizada en una dehesa ocupada por pies de *Quercus ilex ssp ballota* (Desf.) Samp distribuidos de forma homogénea. El principal uso de la finca es el ganado de lidia. El repetido desbroce y arado del suelo ha producido la práctica ausencia de matorral salvo alguno ejemplares de *Chamaerops humilis*, *Asparagus acutifolius* y *Daphne gnidium* en los lindes de la parcela o situados a pie de árbol. Debido a estos tratamientos, el estrato herbáceo es muy abundante, estando compuesto principalmente por gramíneas y en menor medida, por leguminosas y compuestas (Tabla 1).

La parcela de Hinojos (HI) está situada en una masa de alcornoque con pies dispersos de encina. La vegetación arbustiva está formada por un estrato muy denso compuesto fundamentalmente por *Cistus salvifolius* y *Halimium halimifolium* con presencia más dispersa de *Pistacea lentiscus*, *Phyllirea angustifolia*, *Daphne gnidium*, *Lavandula stoechas*, *Genista hirsuta* y *Chamaerops humilis* (Tabla 1).

Tabla 1. Características de las parcelas.

PARCELA	MUNICIPIO	COORDENADAS	SUPERFICIE (ha)	CARACTERÍSTICAS DE LA MASA			
				DENSIDAD (pies/ha)	DIAMETRO MEDIO \pm SD (cm)	ALTURA MEDIA \pm SD (m)	ESPECIE
HR	Villanueva de los Castillejos	UTM Zone 29 S: X:644288; Y: 4161376	2,94	73	30,02 \pm 7,68	6,58 \pm 1,58	<i>Q. ilex</i>
SB	San Bartolomé de la Torre	UTM Zone 29 S: X:669638; Y: 4145966	2,70	36	35,40 \pm 7,23	6,54 \pm 1,08	<i>Q. ilex</i>
HI	Hinojos	UTM Zone 29 S: X:728082; Y:4133575	1,89	99,6	24,34 \pm 9,11	7,20 \pm 1,90	<i>Q. ilex</i>
					28,39 \pm 8,39	8,11 \pm 1,93	<i>Q. suber</i>

3.2. Determinación del crecimiento de los pies arbóreos.

El crecimiento de los árboles muestreados se midió mediante dendrómetros de bandas de lectura manual durante los años 2004-2008 en las parcelas SB e HI, y durante el periodo 2006-2008 en la parcela HR. Estos dendrómetros de banda son dispositivos que, abrazando al árbol permiten conocer a intervalos regulares el crecimiento del individuo. Ello posibilita trabajar a escalas temporales inferiores al año (bimensual, mensual, quincenal) y proporciona una mayor precisión en los análisis.

En este estudio se colocaron dendrómetros en un total de 27 árboles en HI, 32 en SB y 54 en HR, tomando mediciones mensuales en todas las parcelas utilizando un calibre digital de 0,01 mm de precisión.

Estos datos son posteriormente introducidos sobre una base de datos ACCESS, programada expresamente, donde todos los datos son validados y corregidos, para generar los valores de crecimiento mensual y diario de cada árbol muestreado.

3.3. Tratamientos de poda.

Los árboles de la parcela SB fueron sometidos a un tratamiento de poda de tres intensidades diferentes: ligera, moderada y fuerte, manteniendo algunos ejemplares sin tratamiento, los cuales fueron usados como grupo de control. Este tratamiento fue realizado en el mes de Febrero de 2003. El número de árboles bajo cada tipo de intensidad de poda es de 25 (25 pies * 4 tratamientos = 100 pies totales en la parcela). La asignación de cada tipo de poda a los diferentes pies se realizó por muestreo aleatorio estratificado por clases diamétricas. Posteriormente para cada intensidad se midieron los diámetros de las ramas podadas y se obtuvo su peso en fresco y seco, calculando el valor DM/d (ALEJANO et al, 2004).

Tabla 2. Cuantificación de Tratamiento de podas en SB. FM: Peso fresco, DM: Peso seco, d: diámetro (cm).

Poda	N	FM (kg) ± SD	DM (kg) ± SD	DM/d ± SD
Ligera	25	45,81 ± 48,20	34,72 ± 36,04	0,75 ± 0,68
Moderada	25	64,38 ± 27,65	49,40 ± 21,11	1,46 ± 0,57
Fuerte	25	137,88 ± 88,14	105,63 ± 67,26	2,87 ± 1,26

Anteriormente al estudio, los árboles han sido podados cada 6-10 años desde que se les realizó la poda de formación, cuando tenían una edad de alrededor de 25-30 años. La última poda antes del estudio fue realizada en el año 1996.

3.4. Tratamientos de suelo.

En HR se aplicaron 2 tratamientos de suelo (testigo, laboreo (L) y siembra+laboreo (SL)) durante otoño de 2005, repetidos en el otoño de 2008. La parcela se dividió en 9 subparcelas, realizando cada tratamiento en 3 de ellas. Para el tratamiento de laboreo se utilizó una grada de discos acoplada a un tractor agrícola capaz de circular entre las encinas. Para el tratamiento de siembra + laboreo primero se practicó un laboreo con la misma metodología antes descrita. Posteriormente se realizó un abonado con 300 kg. de superfosfato

de cal y se sembró con *Lupinus luteus* (tremusilla) con una sembradora de tubo oscilante un total de 60 kg. de semillas (características de los tratamientos en la tabla 3).

Tabla 3: Caracterización de los tratamientos de suelo en HR.

TRATAMIENTO	Nº PIES	Nº SUBPARCELAS	AREA (ha)	DESCRIPCION
Testigo (T)	71	3	0,997	Sin tratamiento
Laboreo (L)	63	3	0,894	Laboreo superficial con arado de gradas de disco montado sobre un tractor.
Laboreo+Siembra (SL)	80	3	1,045	Laboreo superficial con arado de gradas de disco montado sobre un tractor, fertilización con superfosfato y siembra con <i>Lupinus luteus</i> .

3.5. Estudio de los parámetros climáticos.

Los datos climáticos de las parcelas SB y HR se obtuvieron de dos estaciones meteorológicas de la Red Andaluza de Estaciones Agroclimáticas para los años 2004-2008 y 2006-2008 respectivamente, de las que se utilizaron los valores diarios de temperaturas (media, máximas y mínimas), precipitación, humedad media, máxima y mínima, velocidad y dirección del viento y radiación y evapotranspiración potencial. Estas estaciones se encuentran situadas respectivamente en Gibraleón (X: 671800.0; Y: 4142595.0. Latitud: 37° 24' 49" N; Longitud: 07° 03' 31" W; Altitud: 169.0) y La Puebla de Guzmán (X: 654836.0; Y: 4157771.0. Latitud: 37° 33' 12" N; Longitud: 07° 14' 49" W; Altitud: 288.0). Los datos climáticos de HI para el periodo 2004-2008 se obtuvieron de una estación meteorológica propia instalada en la parcela para este estudio. Esta estación proporciona datos cada 15 minutos de temperatura del aire, velocidad y dirección de viento, radiación PAR, humedad relativa y humedad de hoja.

Los años durante los que se realizó el estudio se caracterizaron por tener pequeñas variaciones en su temperatura, sin embargo las diferencias en cuanto al régimen de precipitaciones si fueron notables (Tabla 4). En referencia a su distribución mensual, en los años de estudio los valores máximos de precipitación se producen en dos periodos, el primero entre los meses de septiembre y noviembre y el segundo entre finales de enero y principios de abril una alta variabilidad intranual de precipitaciones muy característica del clima mediterráneo.

Tabla 4. Valores de temperatura y precipitación máximos y mínimos del periodo de estudio.

PARCELA	P ANUAL MAX	AÑO	P ANUAL MIN	AÑO	Tª MED MAX	AÑO	Tª MED MIN	AÑO	Tª MAX	MES/AÑO	Tª MIN	MES/AÑO
HI	528,8	2008	273,8	2005	18,0	2006	14,8	2008	44,8	07/2004	-5,9	01/2005
SB	850,0	2006	361,6	2005	17,4	2006	16,9	2007	42,9	07/2004	-3,1	02/2005
HR	480,4	2008	737,2	2006	17,2	2006	14,9	2007	41,4	07/2006	-3,6	01/2007

P ANUAL MAX: Precipitación anual máxima (mm).
TªMED MAX: Temperatura media anual máxima (°C).
TªMAX: Temperatura máxima absoluta (°C).

P ANUAL MIN: Precipitación anual mínima (mm).
TªMED MIN: Temperatura media anual mínima (°C).
TªMIN: Temperatura mínima absoluta (°C).

De los parámetros climáticos se obtuvieron valores medios, máximos y mínimos entre fechas exactas de medición de los dendrómetros, a excepción de la precipitación, de la que se calculó el total acumulado entre fechas de medición.

3.6. Estudio de la humedad de suelo.

Para el análisis de los valores de humedad edáfica se instalaron en la parcela HR siete sensores de humedad ECH₂O[®] distribuidos uniformemente y situados a una profundidad de entre 5-25 y 25-45 cm de profundidad. Posteriormente en laboratorio se construyeron las curvas de calibración de los dispositivos con muestras individuales de tierra extraída de los puntos donde se instalaron estos sensores. Con estas curvas de calibrados y los valores de voltaje recogidos por los sensores cada 30 minutos y registrados en dataloggers HOBO[®] se analizó la evolución de la humedad edáfica durante el periodo.

En la parcela HI se obtuvieron datos de humedad edáfica mediante sensores C-PROBE[®] a 10, 30, 60, 90 y 120 cm. de profundidad conectados a la estación meteorológica, obteniéndose valores de la humedad del suelo cada 15 minutos.

3.7. Análisis de datos.

Para el tratamiento estadístico del conjunto de datos se ha utilizado el paquete estadístico SPSS v.17. Debido al gran volumen y diversidad de datos, en este estudio se han realizado análisis ANOVAs y de correlaciones entre variables para obtener resultados de los diferentes factores edafoclimáticos y selvícolas que afectan al crecimiento en *Quercus suber* y *Quercus ilex*. Estos datos sirven de base para la realización en profundidad de nuevos análisis y para la creación de un modelo que explique el efecto de las variables edafoclimáticas en el crecimiento de estas dos especies.

4. Resultados.

4.1. Evolución del crecimiento a lo largo del año.

En todas las parcelas y años, los máximos crecimientos se producen principalmente entre marzo-junio y octubre-diciembre, siendo el pico de crecimiento primaveral superior al de otoño, llegando a una media de 0,1221 mm diarios en mayo de 2008 para la parcela de SB. En verano e invierno se produce una parada en el crecimiento, llegando incluso a detectarse contracciones, como consecuencia de la sequía estival y los fríos invernales (Figuras 2 y 3).

4.2. Relación entre tratamientos de suelo y crecimiento.

No se han encontrado diferencias significativas (Análisis de correlación $p=0,015$; ANOVA $f=0,898$) en el crecimiento de *Quercus ilex* para los diferentes tratamientos de suelo (Figura 2). De los tipos de tratamiento de suelo aplicados, el laboreo es el que más favorece al crecimiento, sin embargo esta diferencia es muy reducida.

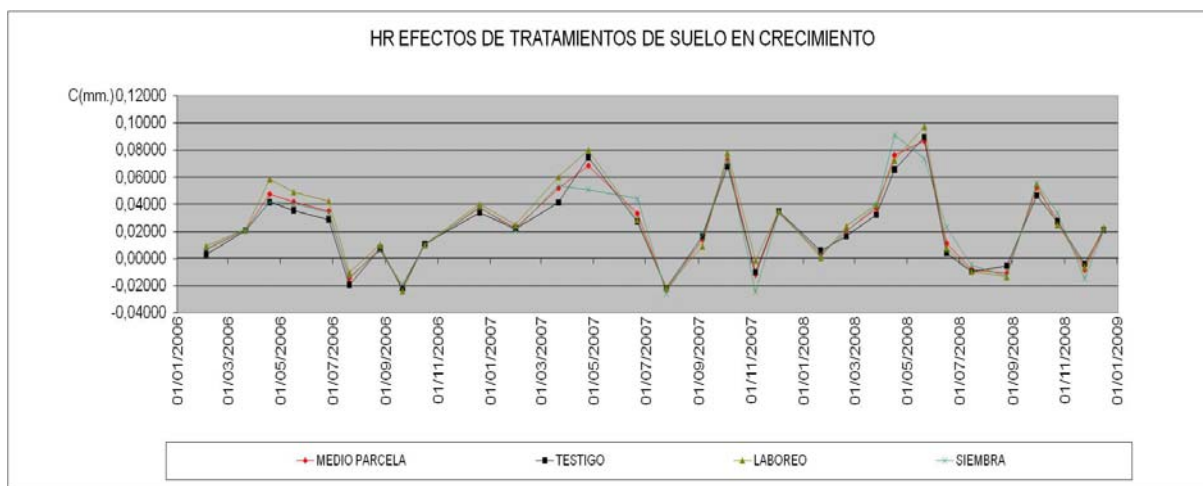


Figura 2. Efectos de los tratamientos de suelo en el crecimiento medio diario de la parcela HR.

4.3. Relación entre aplicación de podas y crecimiento.

No se han obtenido diferencias significativas (Análisis de correlación $p=0,011$; ANOVA $f=0,938$) en el crecimiento de *Quercus ilex* para las distintas intensidades de poda (Figura 3). La aplicación de tratamientos de poda no ejerce un efecto positivo en el crecimiento y no constituye una variable que explique diferencias entre los árboles de la parcela.

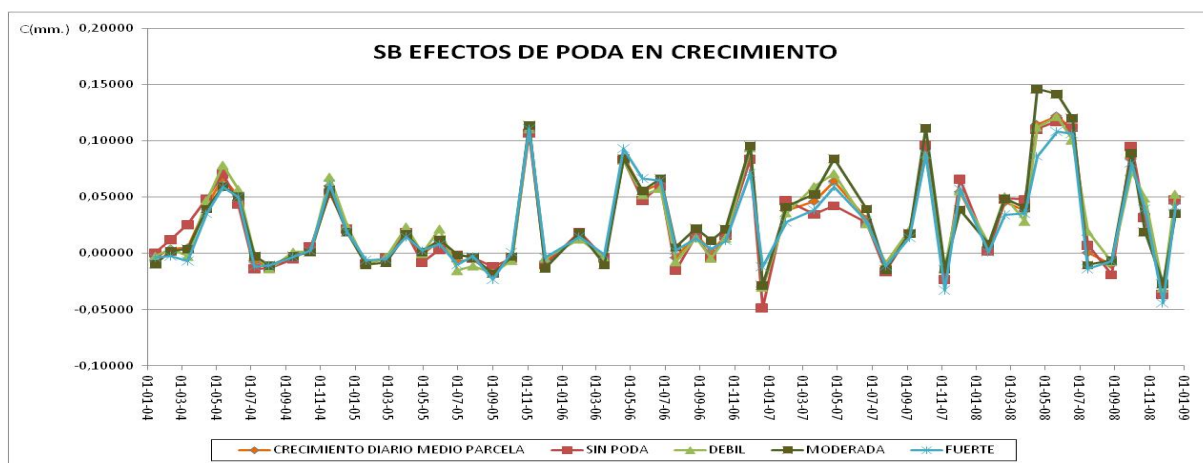


Figura 3. Efectos de la aplicación de podas en el crecimiento medio diario de la parcela SB.

4.4. Relación entre parámetros edafoclimáticos y crecimiento.

En la parcela SB se ha encontrado una correlación significativa ($p=0,534$) entre el crecimiento de *Quercus ilex* (Figura 4) y la precipitación acumulada en el periodo transcurrido entre mediciones. Se observa una fuerte relación entre los periodos donde se producen picos de precipitación y los periodos de máximo crecimiento.

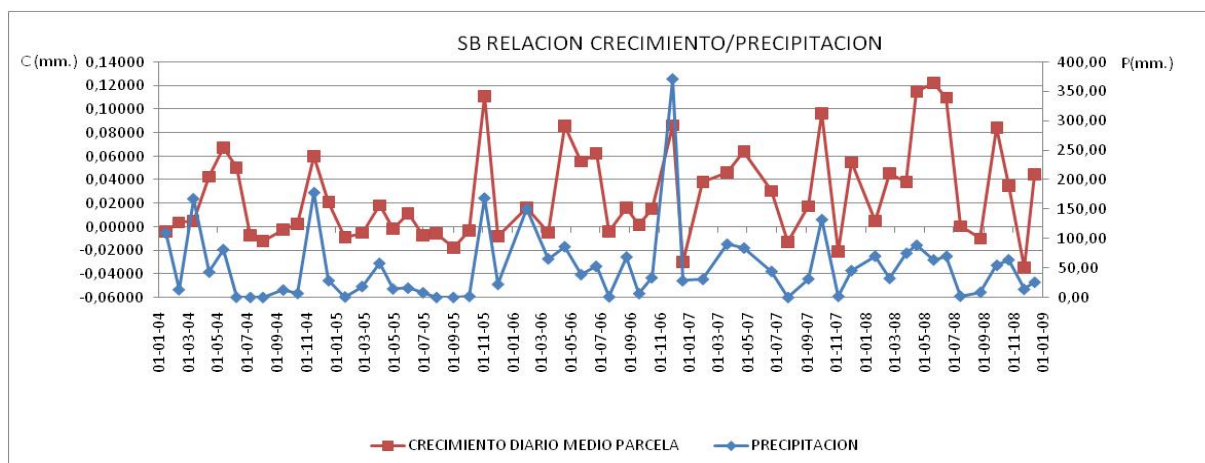


Figura 4 Relación entre precipitación y crecimiento medio diario de la parcela SB.

En HR existe una correlación significativa entre crecimiento de *Quercus ilex* y precipitación acumulada ($p=0,439$), temperatura media ($p= -0,372$), media de las temperaturas máximas diarias ($p= -0,385$), humedad de suelo a 0-25 cm ($p=0,409$) y humedad relativa media ($p=0,497$), entre periodos de medición (Figura 5.)

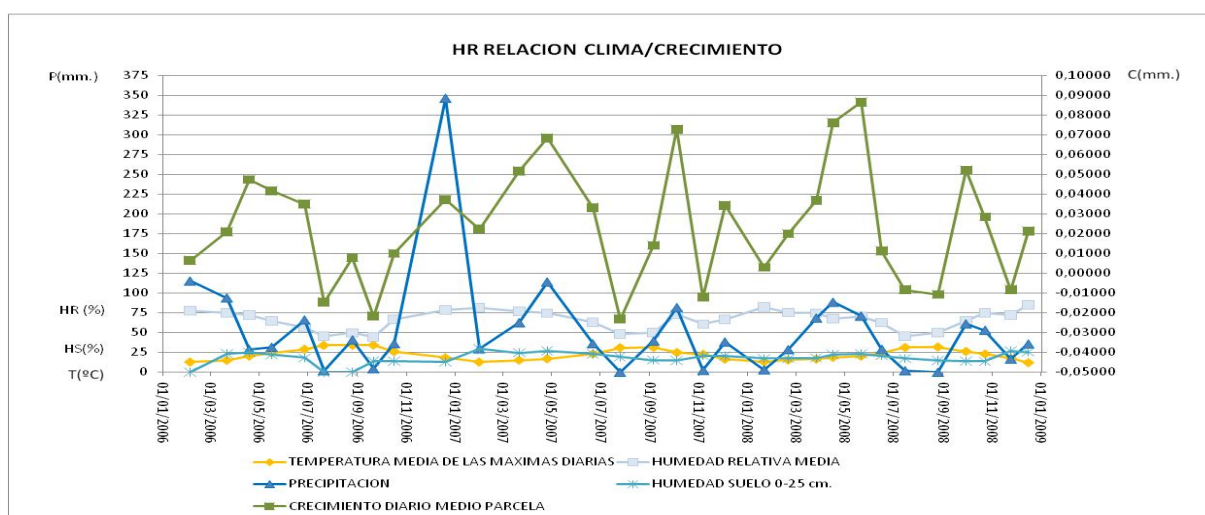


Figura 5. Relación entre parámetros edafoclimáticos y crecimiento medio diario de la parcela HR.

En HI donde se ha analizado el crecimiento de *Quercus ilex* y *Quercus suber* hemos encontrado una correlación significativa entre el crecimiento de *Quercus ilex* (Figura 6) y precipitación ($p=0,278$), sin embargo en relación al *Quercus suber* no se han encontrado correlaciones significativas entre crecimiento y los diferentes factores edafoclimáticos.

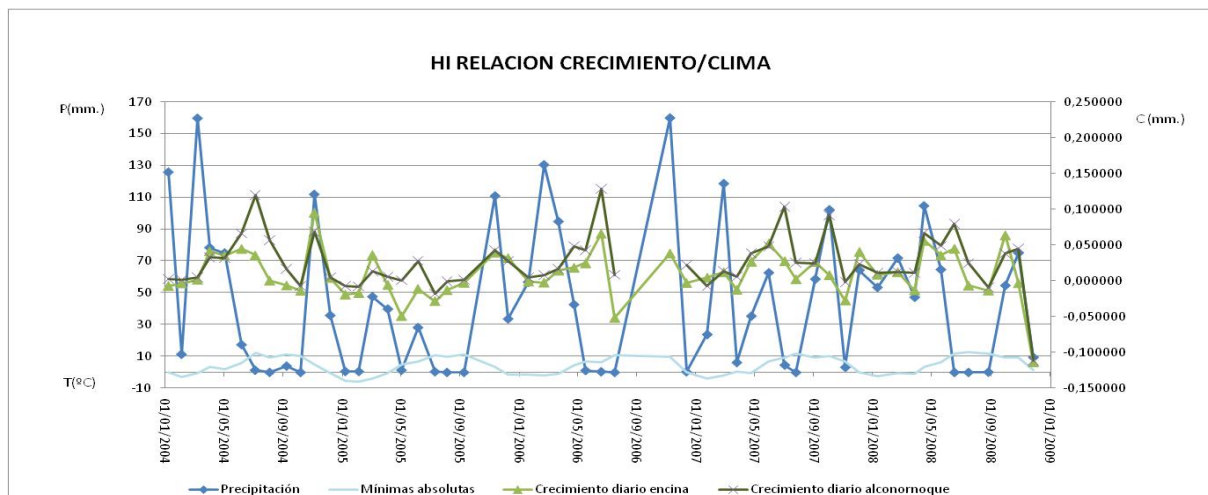


Figura 6. Relación entre parámetros climáticos y crecimiento de *Q. ilex* y *Q. suber* en la parcela HI.

4.5 Distribución interanual del crecimiento por parcela.

Hemos encontrado diferencias significativas entre el crecimiento de *Quercus ilex* entre años (Análisis de correlación $p=0,397$; ANOVA $f=2,473$) y parcelas ($p=0,224$). Los resultados pueden verse en la figura 6. El crecimiento fue especialmente reducido durante el año 2005 en todas las parcelas (Figura 6), año caracterizado por un fuerte frío invernal y una sequía estival prolongada. En la parcela HI los ejemplares de *Quercus ilex* llegaron a decrecer una media de $-0,65$ mm en todo el año. En contraste, en el año 2004 el crecimiento medio anual en HI fue de $6,54$ mm.

Si comparamos las parcelas estudiadas, SB es la que ha tenido mayores crecimientos, llegando en 2008 a casi triplicar el crecimiento de HI, con $15,39$ mm frente a $5,87$ mm de media anual respectivamente.

Quercus suber tiene generalmente mayores crecimientos que *Quercus ilex* (Figura 7), exceptuando el año 2008, donde tuvo crecimientos inferiores a las encinas de la parcela SB. El máximo crecimiento anual se produjo en el año 2007, con $13,04$ mm de media anual. Sin embargo estos valores de crecimiento de alcornoque incluyen crecimiento de madera y corcho.

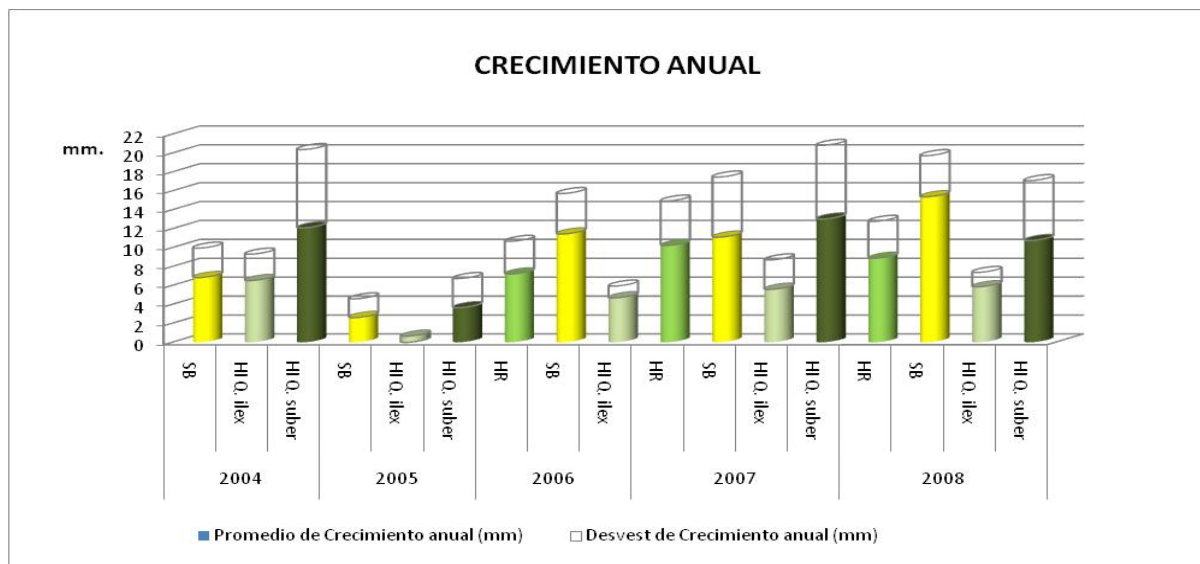


Figura 7. Crecimiento anual medio de *Q. ilex* y *Q. suber* en las tres parcelas de estudio.

5. Discusión

Los valores medios anuales de crecimiento obtenidos en este estudio oscilan para *Quercus ilex* entre 1,27 mm en el año 2005, un año caracterizado por un fuerte frío invernal y una sequía estival prolongada que limitaron sensiblemente el crecimiento (T° media anual 14,8°C; P anual 273,8 mm) y 10,05 mm en el año 2008, año de características climáticas favorables (T° media anual 16,71°C; P anual 569,4 mm). Estos valores son sensiblemente superiores a los encontrados por RODA y MAYOR (1999), que estudiando el crecimiento anual de *Quercus ilex spp ilex*, en parcelas experimentales de Cataluña, obtuvieron un valor anual medio de 1,06 mm. En el caso de *Quercus suber* el valor de crecimiento osciló entre 3,66 mm para el año 2005 y 13,04 mm en el año 2007, valores semejantes al intervalo de 4-14 mm en crecimiento diametral encontrados para esta especie por COSTA et al (2003).

CARITAT (1996) estudiando el crecimiento de *Quercus suber* en una zona relativamente próxima (Extremadura), mediante dendrocronología durante el periodo 1979-1992 encontró que existen diferencias significativas en el crecimiento interanual de los anillos de esta especie, que osciló entre 4,37 mm (1984) y 2,05 mm (1989) y que el factor climático que más afecta al mismo es la precipitación aunque la temperatura mínima limita la formación de los anillos de crecimiento. Estos datos de crecimiento son sensiblemente inferiores a los encontrados en el presente estudio, pero la técnica utilizada es menos precisa que las mediciones con dendrómetros de banda.

VÁZQUEZ et al (2008) estudiando la variación de crecimiento diario de *Quercus suber* en la parcela de HI en el periodo 2003-2006 mediante dendrómetros de banda en un número sensiblemente superior de pies, encontró que los parámetros climáticos que más afectan al crecimiento de esta especie son la humedad de suelo a 90 cm y la temperatura media de las mínimas, por lo que a pesar de que en los resultados obtenidos en el presente estudio para esta especie utilizando dendrómetros de banda no se aprecian diferencias significativas en la relación entre crecimiento y suelo/clima, no se descarta encontrar este tipo de relaciones en análisis posteriores con mayor volumen de datos.

En un estudio realizado en la parcela de SB para el periodo 2002-2005, ALEJANO et al (2008) concluyen que no existen diferencias significativas en la producción de bellota para los distintos tipos de poda; y CAREVIC et al (2007) estudiando la producción de bellota en *Quercus ilex* en la parcela de HR durante el periodo 2006-2007 concluyen que no existen diferencias significativas en la producción de bellota para los distintos tratamientos de suelo. A estas conclusiones se une la obtenida en este trabajo según el cual tampoco hay diferencias significativas en el crecimiento para los distintos tipos de poda o tratamientos de suelo.

4. Conclusiones.

- I. Existen diferencias significativas en el crecimiento de *Quercus ilex* para los diferentes años y localizaciones en la provincia de Huelva.
- II. La aplicación de podas y tratamientos de suelo no ejerce una influencia significativa en el crecimiento de *Quercus ilex*.
- III. Existe una fuerte relación del crecimiento de *Quercus ilex* con la precipitación registrada en ese periodo de crecimiento para las parcelas HR, SB e HI.
- IV. Existe una fuerte relación entre crecimiento de *Quercus ilex* con la temperatura media, media de las temperaturas máximas diarias, precipitación, humedad de suelo entre 0-25 y humedad relativa media para la parcela HR.

5. Agradecimientos.

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación CO3-192, (Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Junta de Andalucía), P07 RNM02688 (Proyecto de Excelencia, Junta de Andalucía), SUBERWOOD (V Programa Marco de la UE, QLK5-CT-2001-007001), MEDCRE (Plan Nacional de I+D+I, 2005, AGL2005-04971) y SUM2006 (Acción movilizadora de sumideros agroforestales de efecto invernadero, Programa Nacional de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias). Agradecemos la colaboración prestada para la realización de este trabajo a la Diputación Provincial de Huelva, al Excmo. Ayuntamiento de Hinojos, a la Delegación de Medio Ambiente de Huelva de la Junta de Andalucía y a D. José Luis García Palacios por ceder los terrenos para el establecimiento de las parcelas de investigación.

6. Bibliografía.

ALEJANO R., ALAEJOS J., TORRES E.; 2004. Pruning quantification and biomass production in two holm oak dehesas of South West Spain, in: Millpress (Ed.) Proceedings of the 10th International Conference on Mediterranean climate ecosystems, Millpress, Rotterdam, 2004,

ALEJANO, R.; TAPIAS, R.; FERNANDEZ, M.; TORRES, E.; ALAEJOS, J.; DOMINGO, J.; 2008. Influence of pruning and the climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Ann. For. Sci.* 65.

BRAVO, F.; 2007. El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural. Barcelona.

BRAVO, J.A.; ROIG, S.; SERRADA, R.; 2008 Selvicultura en montes bajos y medios de *Quercus ilex L.*, *Quercus pyrenaica Willd.* y *Quercus faginea Lam.* EN SERRADA, R., MONTERO, G., REQUE, J.A.; 2008. Compendio de Selvicultura aplicada en España. INIA. Madrid.

CAREVIC, F.; FERNANDEZ, M.; ALEJANO, R.; TAPIAS, R.; CORRAL, E.; DOMINGO, J.; 2008. Evolución estacional del estado hídrico y la producción de bellota en una dehesa de encina *Quercus ilex ssp. ballota (Desf.) Samp.* del suroeste de España sometida a distintos tratamientos de suelo. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 25 93-98.

CARITAT, A.; MOLINAS, M.; GUTIERREZ, E.; 1996. Annual cork-ring width variability of *Quercus suber L* in relation to temperature and precipitation (Extremadura, southwestern Spain). *Forest Ecol Manag.* 86 113-120

CARTAN-SON, M.; FLOREST, C.; GALÁN, M.J.; GRANDJANNY, M.; LE FLOC'H, E.; MAISTRE, M.; PERRET, P.; ROMANE, F.; 1992. Factors affecting radial growth of *Quercus ilex L.* in a coppice stand in Southern France. *Plant Ecology* 99, 1: 61-68.

CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE, JUNTA DE ANDALUCIA; 2007. Primer Inventario de sumideros de CO₂ de Andalucía. Sevilla.

COSTA, A.; PEREIRA, H.; OLIVERIA, A.; 2002. Influence of climate on the seasonality of radical growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59 429-437.

COSTA, A.; PEREIRA, H.; OLIVEIRA, A.; 2003 . Variability of radial growth in cork oak adult trees under cork production. *Forest Ecol Manag* 171 231-241.

LEIVA, M. J.; FERNANDEZ-ALES, R.; 2005. Application of central-place foraging theory shows the importance of Mediterranean dehesas for the conservation of the cinereous vulture, *Aegypius monachus* . *Forest Ecol Manag* 212 221-229.

NABAIS, C.; FREITAS, H.; HAGEMEYER, J.; 1998. Tree- rings to climate relationships of *Quercus ilex L.* in NE Portugal. *Dendrochronologia* 16-17: 37-44

PEREIRA, H.; 2007. Cork: Biology, production and uses. Elsevier. Lisboa.

RODA, F.; 1999. Ecology of Mediterranean Evergreen Oak Forest. Springer. Alemania.

SERRADA, R.; SAN MIGUEL, A.; 2008. Selvicultura en Dehesas. En: MONTERO, G.; SERRADA, R.; REQUE, J.A. (eds.): Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA. Madrid.

VAZQUEZ, J.; TAPIAS, R.; GUTIERREZ-ESTRADA, J.A.; PULIDO-CALVO, I.; 2008. Análisis de la influencia de parámetros edáficos y climáticos en el crecimiento del alcornoque en una dehesa de Huelva (España). *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 25 431-437.



ZHANG, S.H.; ROMANE, F.; 1991. Diameter growth of *Quercus ilex* L and the interannual variability of climatic characteristics. *Ann. Sci. For.* 48 225-234.