

# EVOLUCIÓN DE LA DEFOLIACIÓN DE LA COPA DE ENCINAS EN DEHESAS ANDALUZAS DURANTE EL PERIODO 2000-2004. INFLUENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN

Fernández Rebollo, P.<sup>1</sup>, Carbonero Muñoz, M.D.<sup>1</sup>, Blázquez Carrasco, A.<sup>1</sup>, Navarro Cerrillo R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dpto Ingeniería Forestal, ETSIAM, Menéndez Pidal s/n, 14080-Córdoba  
Tfn. 34 957218657, Fax. 34 957218563  
E-mail: [ir1ferep@uco.es](mailto:ir1ferep@uco.es)

## Resumen

El arbolado de la dehesa atraviesa hoy por hoy una situación delicada, ya que a la ausencia de regenerado viable hay que sumar la pérdida de vigor del arbolado adulto propiciada por la sequía del periodo 1980-1995, el progresivo aumento de las temperaturas y la incidencia de determinadas plagas y enfermedades. En este trabajo se analiza la evolución que ha sufrido la defoliación de la copa de encinas en dehesas situadas en la comarca de Los Pedroches (Córdoba) durante el periodo 2000-2004, examinándose la influencia de prácticas de gestión que modifican el estado físico-químico del suelo.

Se ha observado una disminución progresiva y lenta de la defoliación de la copa durante estos cinco años, debido a las abundantes lluvias acaecidas. El estado actual del arbolado así como la evolución de la defoliación ha sido mejor en aquellos suelos que presentaban mayores contenidos en materia orgánica oxidable, fósforo asimilable y menores contenidos en arena.

**Palabras clave:** *Quercus*, Decaimiento, Recuperación, Nutrientes edáficos.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas adehesados atraviesan hoy por hoy, una situación muy delicada, ya que el periodo de sequía sufrido de 1980 a 1995, y el progresivo aumento de las temperaturas medias por el cambio climático, están provocando una pérdida de vigor del arbolado. Este hecho puede medirse a través de parámetros como la defoliación y la producción de fruto (NAVARRO Y FERNÁNDEZ, 2000). Esta pérdida de vigor no es independiente del medio en el que se encuentre el árbol sino que está fuertemente influida por factores edáficos, selvícolas, de gestión, etc., así como por las adaptaciones locales de los individuos. Además, la gran diversidad existente en los suelos de las dehesas incluso en áreas pequeñas, debido fundamentalmente a las variaciones por la geomorfología y el pastoreo (FERNÁNDEZ Y PORRAS, 1999) hacen que la respuesta del arbolado no sea única. En este trabajo se pretende conocer el vigor y la capacidad de recuperación de los árboles a través del grado de defoliación. Asimismo se tratará de aproximar la influencia de distintas condiciones edáficas sobre estos dos factores.

## MATERIAL Y METODOS

Para la realización del estudio se eligieron 9 fincas de dehesa situadas en la provincia de Córdoba. De cada finca se seleccionaron dos parcelas, y en cada una de ellas se eligieron 20 árboles, estimándosele a cada uno la defoliación. En total fueron 360 pies. La distribución de las fincas puede observarse en la figura 1.

Se entiende por defoliación la pérdida de hojas que sufre el árbol en la parte de su copa evaluable. La defoliación responde a muchos factores de estrés y es un valioso indicador del estado del árbol. Nuestra evaluación está basada en una comparación entre la condición de la copa del árbol que se va a examinar y una copa considerada normal para un árbol referencia en el mismo estado de desarrollo y en condiciones similares. La defoliación de la copa es estimada en valores de porcentaje, con una escala ascendente de intervalos del 5% entre 0 y 100: los extremos de la escala indican respectivamente un árbol perfectamente sano y uno muerto (SÁNCHEZ *et al.*, 1994). Las medidas se

realizaron durante los meses de septiembre y octubre de los años 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004 puesto que es en esta fecha cuando los árboles tiran la mayor parte de la hoja. En todos los casos, éstas fueron realizadas por la misma persona.

De cada parcela se obtuvo anualmente un análisis de suelo que incluía datos de textura, materia orgánica, fósforo y potasio asimilable. Los contenidos en estos elementos se han tipificado como bajos, normales, y altos según YÁÑEZ (1989).

Para ver si existe alguna relación entre el grado de defoliación y diferentes características edáficas del suelo se comparó la defoliación media anual de cada cercado con los datos de textura y los contenidos anuales en fósforo, potasio y materia orgánica mediante los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman. El coeficiente de Pearson estima una asociación lineal entre las variables mientras que el coeficiente de Spearman sólo mide la existencia de una asociación en general (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2001).

La evolución de la defoliación se ha evaluado mediante comparaciones de medias considerando como factor de variación la textura, materia orgánica, fósforo y potasio. La prueba de homogeneidad de las varianzas se realizó mediante el test de Levene, considerándose significativos los resultados cuando se haya garantizado ésta. En los casos en que se comparó la media de dos grupos se utilizó la prueba t de Student. Cuando se comparó la media de más de dos grupos se realizó un análisis de la varianza utilizándose el test de Scheffé para establecer grupos homogéneos. El nivel de confianza exigido para aceptar resultados significativos fue del 95%.

De las 18 parcelas analizadas, en 10 de ellas se realizaron mejoras del pasto mediante fertilizaciones fosfóricas a lo largo de estos 5 años. El abonado se realizó durante tres años seguidos con unas dosis medias anuales aproximadas de 25 unidades fertilizantes de  $P_2O_5$ . Para estudiar el posible efecto positivo de esta fertilización sobre el estado del arbolado, se analizó la evolución de la defoliación entre años consecutivos y entre el año de inicio del estudio y el año final, para los árboles situados en parcelas fertilizadas y parcelas sin fertilizar. Esta comparación se realizó mediante una prueba t de Student.

## RESULTADOS

El estudio de la evolución de la defoliación indica una recuperación progresiva del arbolado, especialmente acusada del año 2000 al 2001 y del 2002 al 2003. La climatología durante los 5 años se ha caracterizado por unas temperaturas suaves y sin heladas en primavera y otoño, y por una precipitación abundante, superior a la media (>558 mm) y repartida durante el otoño, invierno y primavera (Tabla 1).

El análisis de los valores de los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman indica que existe una relación positiva entre el grado de defoliación y el contenido en arena del suelo, y una relación negativa entre el grado de defoliación y los contenidos en limo, potasio, fósforo y materia orgánica. La correlación más fuerte se encuentra en el caso de la materia orgánica, aunque también hay que destacar la fuerte relación lineal de signo negativo que presenta el fósforo ya que el coeficiente de Pearson toma el valor de (-0,322).

Los resultados de los análisis nos indican que de las 18 parcelas analizadas, 11 poseen textura Arenoso-franca y 7 textura Franco-arenosa. El estudio de los datos indica que en los suelos Franco-arenosos el grado de defoliación disminuye más rápidamente, y por tanto la capacidad de recuperación del árbol es mayor. En este tipo de suelos se produce una disminución de la defoliación más inmediata del año 2000 al 2001. En suelos arenoso-francos, esta disminución de la defoliación es más lenta y ocurre al final del periodo considerado (hacia el año 2003), y tras un lapso de tiempo de lluvias abundantes (Tabla 1 y Fig.2).

La defoliación del total de la población es menor en aquellos suelos con unos contenidos en

materia orgánica altos, debido fundamentalmente a que la situación inicial de los pies situados en estas zonas es mejor. A pesar de esto, la evolución de la defoliación es muy parecida tanto para los árboles situados en suelos con contenidos en materia orgánica menores del 3%, como para los situados en suelos con contenidos altos, respondiendo a la tendencia general de mejora del arbolado que se ha observado (Tabla 3).

Aunque a priori no existen diferencias entre los pies situados sobre suelos con diferentes contenidos en potasio, la capacidad de recuperación de los árboles situados sobre suelos con contenidos altos en este elemento es mayor, aún cuando las condiciones iniciales de defoliación son peores (Tabla 4).

Como puede comprobarse en la Tabla 5, la presencia de fósforo en el suelo a unos niveles normales o superiores está relacionada con una menor defoliación de los árboles. La disminución de la defoliación a lo largo del periodo estudiado se produce para los dos niveles de fósforo analizados, aunque parece que a partir del 2002, se produce una recuperación más rápida del arbolado situado sobre zonas con unos buenos contenidos en este elemento. Es posible que sólo tras un periodo lluvioso, sea posible observar sobre el arbolado los efectos positivos de aquellos suelos con un mejor contenido en elementos químicos.

Para analizar mejor el efecto de la fertilización fosfórica sobre el estado del arbolado se estudió la evolución de la defoliación entre años consecutivos y entre el año de inicio del estudio (2000) y el año final (2004), para parcelas que realizan fertilización fosfórica y parcelas que no han recibido otro tratamiento que el pastoreo. La descripción de las fincas analizadas puede observarse en la Tabla 6. En las fincas sin fertilizar predominan las texturas arenoso-francas, con lo que a la falta de abonado se van a sumar unos suelos con una menor fertilidad natural. Si analizamos la evolución de la defoliación del 2000 al 2004, los árboles situados en parcelas fertilizadas disminuyen más la defoliación (en torno a un 11%) que aquellos situados en parcelas que no se fertilizan (en torno a un 6%). Esta disminución ocurre para ambos tratamientos del 2000 al 2001, y del 2002 al 2003, aunque los árboles situados en parcelas fertilizadas, son capaces de disminuir más rápidamente la defoliación que aquellos situados en parcelas sin abonar (Fig. 3).

## DISCUSIÓN

La disminución progresiva y lenta de la defoliación a lo largo de estos cuatro años (Tabla 2), es una característica propia de los *Quercus* ya que son especies tolerantes a la sequía (OGAYA *et al.*, 2003). Frente a este factor desarrollan una estrategia conservadora ya que, a pesar de que se den buenas condiciones climáticas su respuesta y recuperación es más lenta que en el caso de otras especies adaptadas a unas mayores precipitaciones cuya respuesta suele ser más rápida (FEKEDULEGN *et al.*, 2003).

Diferentes autores (DEMCHIK & SHARPE, 2000; KLOSS & MCBRIDE, 2002; ABRAHAMSON & LAYNE, 2003) indican que la mayor capacidad de producir biomasa de distintas especies de árboles, está influenciada por factores relacionados con la mayor fertilidad y disponibilidad de agua en el suelo a lo largo de todo el ciclo productivo. Este hecho es corroborado por nuestros datos: a texturas más pesadas (Tabla 1), a mayores contenidos en materia orgánica (Tabla 3) y en fósforo y potasio (Tablas 4 y 5), mayor capacidad de recuperación del arbolado. Además de todos es conocido el importante papel que juega el potasio en una mayor resistencia a enfermedades y estrés, y el fósforo sobre el desarrollo vegetativo de la planta. La fertilización fosfórica al elevar los contenidos de uno de los elementos más limitantes en este tipo de suelos mejora el vigor del arbolado y su capacidad de recuperación (Fig. 3). Estos hechos son también corroborados por DEMCHIK & SHARPE (2000) que indican la existencia de una mayor mortalidad y tendencia al decaimiento por estrés en suelos pobres.

El hecho de que la relación de la defoliación con los factores edáficos analizados no sea más evidente, habla mucho a favor de las adaptaciones locales de los individuos a las condiciones en que

vegetan (KLOSS & MCBRIDE, 2002; ABRAHAMSON & LAYNE, 2003).

## CONCLUSIONES

El análisis de la evolución de la defoliación indica una recuperación progresiva del arbolado durante el periodo analizado, debido fundamentalmente a las abundantes lluvias acaecidas.

Se observa una relación positiva entre el grado de defoliación y el contenido en arena del suelo y una fuerte relación negativa entre el grado de defoliación y los contenidos en fósforo y materia orgánica.

La capacidad de recuperación de los árboles y su vigor están influenciados fuertemente por elementos relacionados con la fertilidad del suelo. Los incrementos en los contenidos en fósforo a través del abonado, mejora el estado de los árboles y su capacidad de recuperación ante factores adversos. Este hecho es importante, sobre todo si se tiene en cuenta que es el macroelemento limitante más destacado en los suelos de dehesas andaluzas. Parece pues, que la existencia de unas condiciones de mayor fertilidad del suelo repercuten en una menor tendencia al decaimiento por estrés en suelos pobres como los que nos ocupan.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL 2002-00530 y por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAMSON, W. G.; LAYNE, J. N.; 2003. Long-term patterns of acorn production for five oak species in xeric florida uplands. *Ecology* 84 (9): 2476-2492.
- DEMCHIK, M.; SHARPE, W.; 2000. The effect of soil nutrition, soil acidity and drought on northern red oak growth and nutrition on Pennsylvania sites with high and low red oak mortality. *For. Ecol. Manage.* 136: 199-207.
- FEKEDULEGN, D.; HICKS, R.; COLBERT.; J., 2003. Influence of topographic aspect, precipitation and drought on radial growth of four major tree species in an Appalachian watershed. *For. Ecol. Manage.* 177: 409-425.
- FERNÁNDEZ, P.; PORRAS, C., J.; 1999. *La dehesa. Algunos aspectos para la regeneración del arbolado.* Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- KLOSS, S.; MCBRIDE, J.; 2002. Geographic patterns of variation in biomass production of California Blue Oak seedlings as a response to water availability. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* 184: 405-415.
- MARTINEZ-GONZÁLEZ, M.A.; DE IRALA, J.; FAULIN, F.K.; 2001. *Bioestadística amigable.* Editorial Díaz de Santos. Madrid.
- NAVARRO, R.; FERNÁNDEZ, P.; 2000. *El síndrome de la seca del encinar.* Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno, 165 pp. Pozoblanco (España).
- OGAYA, R.; PEÑUELAS, J.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; MANGIRÓN, M.; 2003. Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. *For. Ecol. Manage.* 180: 175-184.
- SÁNCHEZ, G.; ECONOMOU, A.; BECCU, E.; CANU, G.; COCCO, S.; BUSSOTTI, F.; CENNI, E.; COZZI, A.; FERRETTI, M.; CONCEIÇÃO, M.; 1994. *Especies forestales mediterráneas. Guía para la evaluación de las copas.* CEC-UN/ECE, Bruselas (Bélgica).
- YAÑEZ, J.; 1989. Análisis de suelos y su interpretación. *Horticultura*, 49, 75-89.

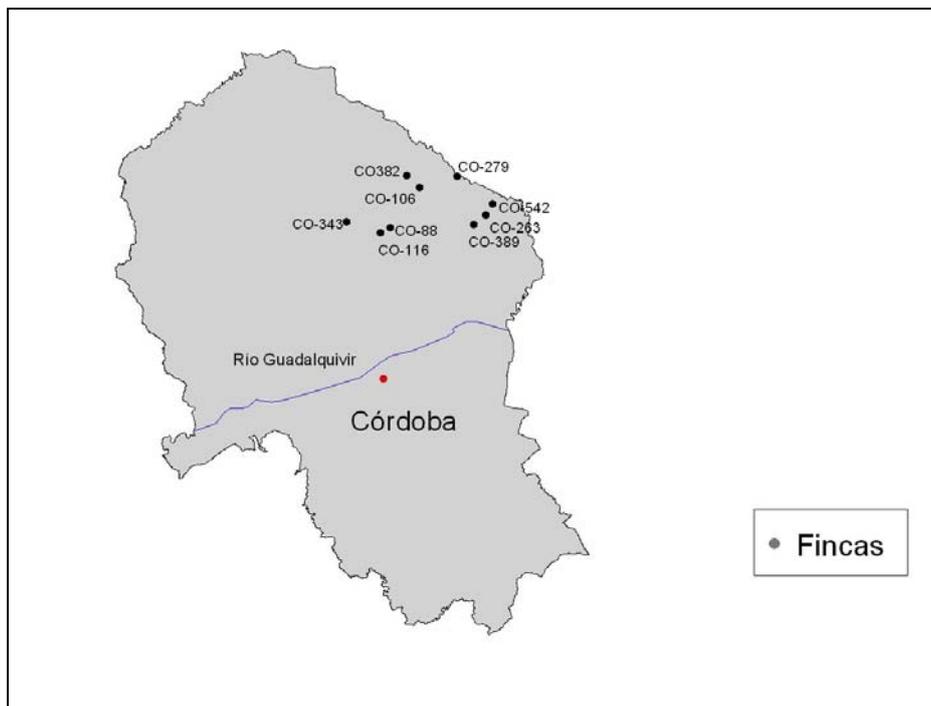


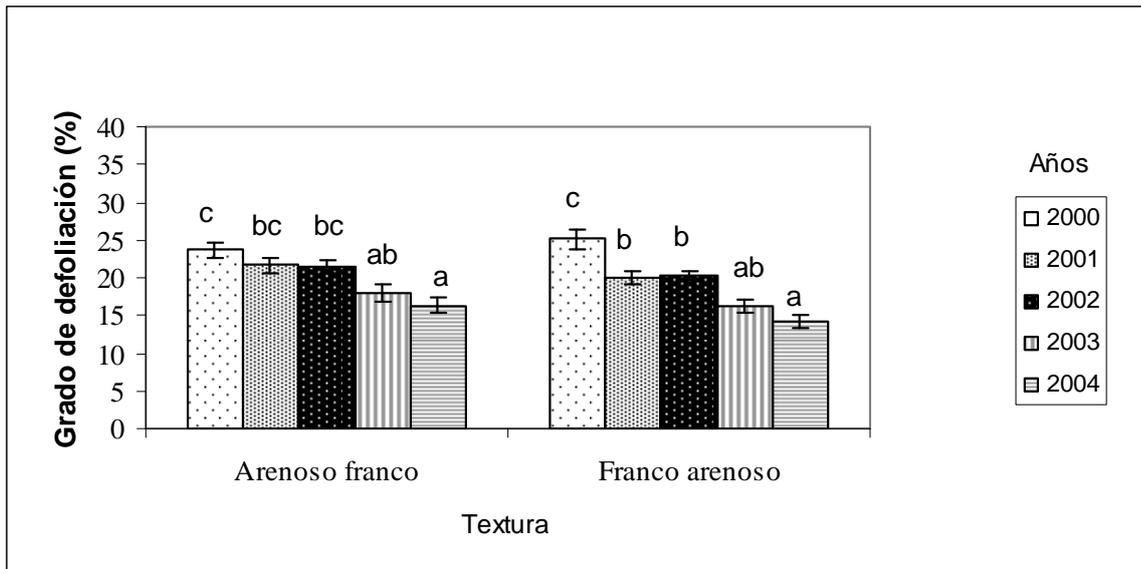
Fig.1. Distribución de las fincas

Textura	2000	2001	2002	2003	2004	POBLACIÓN TOTAL
Arenoso franco	24c	22bc	21bc	18ab	16a	20A
Franco arenosos	25c	20b	20b	16ab	14a	19A
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>20</b>

Tabla 1: Evolución del Grado de defoliación medio anual (% copa) en función de la textura del suelo. Dentro de una fila y para el periodo 2000-2004, medias con la misma letra según textura no difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) Dentro de la columna población total medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

	Coeficiente de correlación		N
	Pearson	Spearman	
% Defoliación – % Arcilla	0,046	0,032	90
% Defoliación – % Limo	-0,266*	-0,381*	90
% Defoliación – % Arena	0,219*	0,321*	90
% Defoliación – Potasio	-0,246*	-0,298*	90
% Defoliación – Fósforo	-0,322*	-0,289*	90
% Defoliación – % Materia orgánica	-0,344*	-0,401*	90

Tabla 2. Correlaciones de Pearson y Spearman entre: el Grado de defoliación (%) y el porcentaje en arcilla, limo y arena del suelo, los contenidos en materia orgánica (%), el fósforo asimilable (p.p.m) y el potasio asimilable (p.p.m.) para el periodo 2000-2004. \* indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ )



**Fig. 2.** Evolución del Grado de defoliación medio anual (% copa) en función de la textura del suelo durante el periodo analizado (2000-2004). Medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

Niveles de materia orgánica (%)	2000	2001	2002	2003	2004	POBLACIÓN TOTAL
Muy bajo o bajo o normal (<3%)	25c	21abc	21bc	18ab	15a	21B
Alto o muy alto (>3%)	22c	21c	21bc	17ab	16a	18A

**Tabla 3.** Evolución del Grado de defoliación medio anual (% copa) en función de los contenidos de materia orgánica. Dentro de una fila y para el periodo 2000-2004, medias con la misma letra según contenidos en materia orgánica no difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) Dentro de la columna población total medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

Niveles de Potasio (p.p.m.)	2000	2001	2002	2003	2004	POBLACIÓN TOTAL
Bajo o muy bajo (<160)	24b	20ab	21ab	17ab	17a	21A
Normal (161-235)	23b	21ab	21ab	17ab	15a	20A
Alto (>235)	27b	21ab	21ab	18a	15a	19A

**Tabla 4.** Evolución del Grado de defoliación medio anual (% copa) en función de los contenidos de potasio asimilable (p.p.m.). Dentro de una fila y para el periodo 2000-2004, medias con la misma letra según contenidos en potasio asimilable, no difieren significativamente ( $P < 0,05$ ). Dentro de la columna población total medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

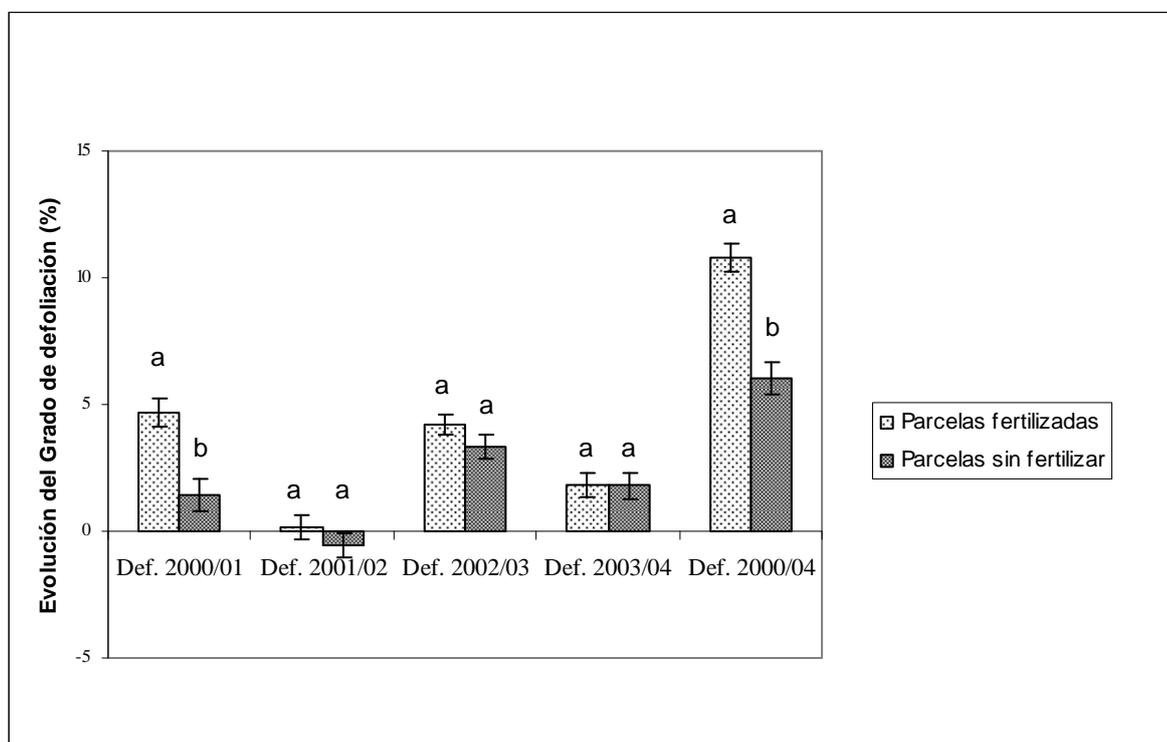
Niveles de fósforo	2000	2001	2002	2003	2004	POBLACIÓN TOTAL
--------------------	------	------	------	------	------	-----------------

<b>(p.p.m.)</b>						
Bajo o muy bajo (<8)	25b	20ab	21ab	18a	18a	21B
Normal y alto (>8)	24c	22c	21bc	17ab	15a	20A

**Tabla 5.** Evolución del Grado de defoliación medio anual (% copa) en función de los contenidos de fósforo asimilable (p.p.m.). Dentro de una fila y para el periodo 2000-2004, medias con la misma letra según contenidos en fósforo no difieren significativamente ( $P < 0,05$ ) Dentro de la columna población total medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )

	<b>Textura</b>		<b>Fósforo asimilable (p.p.m.)</b>	
	Franco-Arenosa	Arenoso-franca	Año 2000	Año 2004
Parcelas fertilizadas	4 parcelas	6 parcelas	10,2	22,91
Parcelas sin fertilizar	1 parcelas	7 parcelas	7,3	11

**Tabla 6.** Descripción de la textura y de la evolución en los contenidos medios de fósforo asimilable en 2000 y 2004 para parcelas que realizan fertilización fosfórica y aquellas que no lo hacen



**Fig. 3.** Evolución del grado de defoliación entre años consecutivos ( $\text{defoliación}_{\text{año } n} - \text{defoliación}_{\text{año } n-1}$ ) y entre el año de inicio del estudio (2000) y el año final (2004), para parcelas fertilizadas y no fertilizadas con superfosfato. Medias con la misma letra no difieren significativamente ( $P < 0,05$ )