

## Estudio de la Producción Polínica del olivo (*Olea europaea* L.)

Fátima Aguilera Padilla, Luis Ruiz Valenzuela

*Programa de Doctorado "Análisis y Gestión de Ecosistemas". Departamento de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Jaén. Campus Las Lagunillas s/n, 23071, Jaén.*

[faguiler@ujaen.es](mailto:faguiler@ujaen.es)

### Resumen

Las plantas anemófilas han tenido que desarrollar diferentes estrategias reproductoras para asegurar la fecundación debido al elevado grado de imprecisión del vector polinizante, como por ejemplo aumentar la tasa de producción polínica, determinada principalmente por el número de granos de polen que produce cada antera y por del número total de flores producidas por la planta.

Existen diversos estudios realizados sobre producción polínica en diferentes especies vegetales, tanto en gimnospermas (Allison, T.D, 1990, *Ecology*, 71:516-522) como en angiospermas (Gómez-Casero et al., 2004, *Grana*, 43: 1-9; Rovira, M & Tous, J., Producción y viabilidad del polen, en : *Variedades del olivo en España*, 1ª Ed. 2005, Ed. Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa, España, pp 295-300), que demuestran que los diferentes procesos fisiológicos relacionados con la biología floral, como es el caso de la producción de polen, son de gran importancia en el buen desarrollo de la cosecha final en plantas cultivadas, y que esta capacidad se encuentra condicionada por factores genéticos y fisiológicos, además de por factores meteorológicos, que influyen tanto en la duración de la floración como en la tasa de producción de polen (Fornaciari et al., 1997, *Agr. Med*, 127: 134-137; Galán et al, 2008, *Agr. Journal*, 100: 98-104). El presente trabajo está basado en el estudio de la producción polínica del olivo (*Olea europaea* L.), especie cultivada de gran importancia para la economía y ampliamente distribuida en la provincia de Jaén. Las observaciones fueron realizadas sobre árboles localizados en zonas con diferente altitud con el fin de comprobar si existe influencia por parte de ésta en el proceso de producción de polen.

Los resultados obtenidos arrojan evidencias de la existencia de una producción neta diferencial de flores y polen en función de la altitud, siendo los olivos localizados a mayor altitud los que presentan una mayor tasa de producción polínica, ya que, a pesar de ser los que producen menos cantidad de polen por antera y flor, compensan éste hecho con una mayor producción de brotes, racimos y flores.

### INTRODUCCIÓN

La polinización realizada utilizando como vector transporte del polen al viento recibe el nombre de anemofilia. Las plantas que utilizan este tipo de polinización han tenido que desarrollar diferentes estrategias reproductoras para asegurar la fecundación debido al elevado grado de imprecisión del vector polinizante, como por ejemplo aumentar la tasa de producción polínica, determinada principalmente por el número de granos de polen que produce cada antera y por el número total de flores producidas por la planta.

Existen diversos estudios realizados sobre producción polínica en diferentes especies vegetales, tanto en gimnospermas (Allison, T.D, 1990, *Ecology*, 71:516-522) como en angiospermas (Gómez-Casero et al., 2004, *Grana*, 43: 1-9; Rovira, M & Tous, J., Producción y viabilidad del polen, en : *Variedades del olivo en España*, 1ª Ed. 2005, Ed. Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa, España, pp 295-300), que demuestran que los diferentes procesos fisiológicos relacionados con la biología floral, como es el caso de la producción de polen, son de gran importancia en el buen desarrollo de la cosecha final en plantas cultivadas, y que esta capacidad se encuentra condicionada por factores genéticos y fisiológicos, además de por factores meteorológicos, que influyen tanto en la duración de la floración como en la tasa de producción de polen (Fornaciari et al., 1997, *Agr. Med*, 127: 134-137; Galán et al, 2008, *Agr. Journal*, 100: 98-104).

El olivo (*Olea europaea* L.) es considerado actualmente como una especie anemófila. Diferentes estudios demuestran que la producción y viabilidad del polen de olivo viene condicionado en gran medida por la variedad de la que se trate, existiendo numerosos casos de esterilidad masculina o androesterilidad (Rapoport, H.F, Botánica y Morfología, en: *El cultivo del olivo*, 5ª Ed, 2004, Ed. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, España, pp 39-62).

La variedad estudiada en el presente trabajo es la Picual, distribuida principalmente por las provincias de Jaén, Córdoba y Granada (Andalucía, España). Se trata de una variedad no androestéril, es decir, con capacidad productiva de polen (Rovira, M & Tous, J., Producción y viabilidad del polen, en : *Variedades del olivo en España*, 1ª Ed. 2005, Ed. Junta de Andalucía, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Ediciones Mundi-Prensa, España, pp 295-300) pero a día de hoy no se cuenta con información sobre la cantidad de polen producida por antera y flor, y, por tanto, no se conoce la cantidad de polen que produce cada individuo, siendo un factor importante al tratarse de una especie cultivada de gran interés para la economía y principal causa de polinosis en la Región Mediterránea (Florido et al., 1999, *Allergy Immunol*, 119: 133-137; Ruiz, L, 2001, Estudio aerobiológico de la atmósfera de Jaén, *Tesis Doctoral*, Universidad de Jaén; Díaz de la Guardia et al., 2003, *Grana* 42: 234-243).

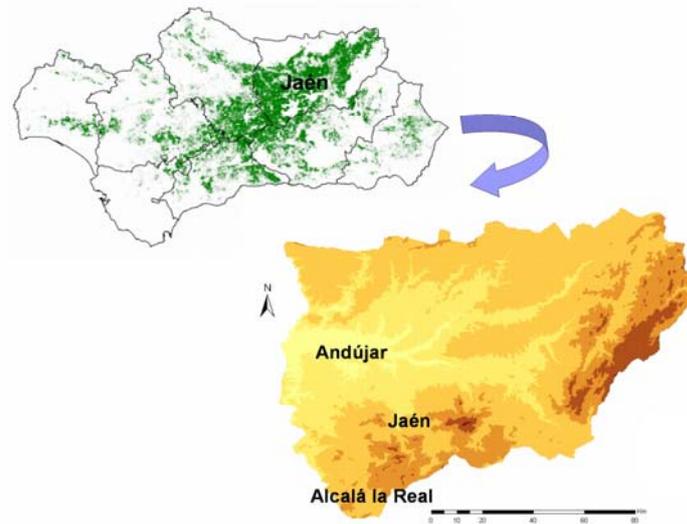
## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La provincia de Jaén, localizada al sureste de la Península Ibérica, dedica el 41.5 % de su superficie al cultivo del olivar, contando con 590.000 Ha que de forma dominante se extienden por el Valle del Guadalquivir y las serranías subbéticas. A su vez, dicho cultivo se encuentra distribuido en un marcado gradiente altitudinal, estando las cotas más bajas localizadas en la zona occidental de la provincia que van ascendiendo conforme avanzan hacia el Sur y Sureste. Se trata de un cultivo monovarietal, donde más del 97 % de los cultivares pertenecen a la variedad Picual.

Con el fin de estimar la producción total de polen del olivo y comprobar si existe una producción diferencial en función de la altitud geográfica se seleccionaron al azar un total de 90 árboles pertenecientes a la variedad Picual distribuidos en zonas de cultivo situadas a diferente altitud: Andújar (248m), Jaén (590m) y Alcalá la Real (948m) (**Fig. 1**), realizando las observaciones sobre 30 individuos por parcela de estudio. El experimento fue realizado en la primavera de 2007.

Para calcular la producción total de polen en el olivo fue necesario estimar en primer lugar el número de flores producidas por cada individuo.



**Figura 1.** Mapa de localización de las parcelas de estudio

*Estimación del número de flores/árbol*

Para estimar el número de flores producidas por árbol fue recogida la siguiente información:

- número de flores por racimo (o panícula)
- número de racimos por brote
- número de brotes por m<sup>2</sup> de copa del árbol
- área de la copa del árbol

Los datos obtenidos fueron extrapolados al área total de superficie de la copa con el fin de estimar la producción total de flores por árbol.

El área total de cada árbol fue calculada mediante la siguiente fórmula (Pastor, M et al., *Diseño y manejo de plantaciones de olivar*, 2ª Ed, 2001, Ed. Consejería de Agricultura y Pesca, España, pp 64-65):

$$S = (3n/4) * D^2$$

S = superficie (m<sup>2</sup>)

D = diámetro de la copa del árbol (m)

*Estimación del número de granos de polen/flor*

Para estimar la producción de polen por antera se seleccionaron 5 flores en estadio previo al inicio de floración (fase de botón) de dos árboles escogidos al azar en cada zona de estudio. La metodología empleada fue la propuesta por Dafni (1992) (Dafni, A, *Pollination Ecology: a practical approach*, 2ª Ed, 1992, Ed. Oxford University Press, New Cork, United Status, pp 38-39). Una antera de cada flor fue colocada en un tubo Eppendorf que contenía 300 µl de una solución de agua destilada con etanol al 70 % y azul de metileno (0.5 %), fue macerada y se agitó para homogeneizar el contenido. Después se procedió a realizar el recuento tomando alícuotas de 20 µl que fueron depositadas en portaobjetos y llevadas al microscopio óptico. Los recuentos fueron repetidos en tres alícuotas por tubo.

La estimación del número de granos de polen producidos por flor se obtuvo al extrapolar los datos obtenidos al volumen total de muestra y multiplicar por el número de anteras por flor, que en el caso del olivo son dos.

Con el fin de comprobar si existen diferencias en la producción de flores y polen en función de la altitud geográfica se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y un análisis de comparaciones múltiples mediante el método de Tukey con el programa estadístico SPSS 15.0.

## RESULTADOS

### *Producción de brotes y racimos*

El promedio de brotes por m<sup>2</sup> producidos en el olivo fue de 39 ( $\pm$  8.88) (Tabla 1), existiendo diferencias significativas entre los olivos de la parcela de Jaén ( $33.5 \pm 5.16$ ) y los de las otras dos zonas de estudio, Andújar ( $41.58 \pm 11.38$ ) y Alcalá la Real ( $43.35 \pm 4.93$ ), que no mostraron diferencias significativas entre ellas (Tablas 2 y 3).

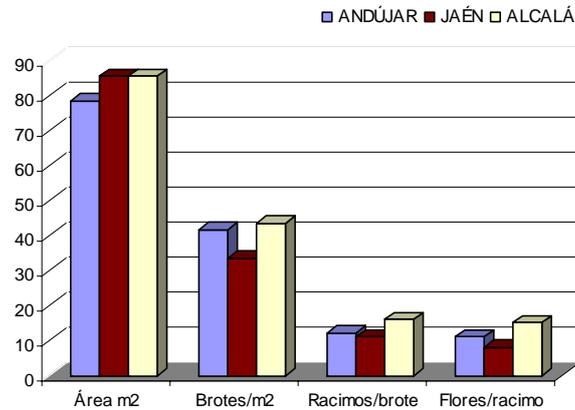
|                                 | Andújar            | Jaén               | Alcalá la Real     | Media              |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Área (m <sup>2</sup> )          | 78.40 (21.19)      | 85.39 (19.27)      | 85.28 (10.53)      | 83 (17.71)         |
| Brotes/m <sup>2</sup>           | 41.58 (11.38)      | 33.5 (5.16)        | 43.35 (4.93)       | 39.47 (8.88)       |
| Racimos/brote                   | 12 (3.76)          | 11 (1.92)          | 16 (2.79)          | 13 (3.54)          |
| Flores/racimo                   | 11 (1.89)          | 8 (1.80)           | 15 (2.26)          | 11 (3.51)          |
| Flores/árbol                    | 387957 (18654.50)  | 251080 (132815.43) | 832564 (196602.26) | 499440 (308775.97) |
| Polen/antera                    | 71065.5 (18192.02) | 56587.5 (14289.54) | 63403.5 (14822.46) | 63685.5 (16692.93) |
| Polen/flor                      | 142131 (36384.049) | 113175 (28579.08)  | 126807 (29644.93)  | 127371 (33385.86)  |
| Polen/árbol (x10 <sup>6</sup> ) | 55140 (26513)      | 28416 (15031)      | 105574 (24930)     | 63926 (39948)      |

**Tabla 1.** Datos de producción de flores y polen en el olivo

Respecto a la producción de racimos por brote el valor medio fue de 13 ( $\pm$  3.54), siendo en este caso la zona de Alcalá la Real ( $16 \pm 2.79$ ) la que mostró diferencias significativas respecto a las otras parcelas: Andújar ( $12 \pm 3.76$ ) y Jaén ( $11 \pm 1.92$ ). Estas diferencias pueden ser observadas claramente en la **Fig. 2**.

|                                 | F      | p     |
|---------------------------------|--------|-------|
| Área (m <sup>2</sup> )          | 1.849  | 0.164 |
| Brotes/m <sup>2</sup>           | 15.79  | 0.000 |
| Racimos/brote                   | 20.95  | 0.000 |
| Flores/racimo                   | 84.95  | 0.000 |
| Flores/árbol                    | 88.48  | 0.000 |
| Polen/antera                    | 967.15 | 0.000 |
| Polen/flor                      | 967.15 | 0.000 |
| Polen/árbol (x10 <sup>6</sup> ) | 87.46  | 0.000 |

**Tabla 2.** Análisis de la varianza (ANOVA)



**Figura 2.** Producción de brotes/m<sup>2</sup>, racimos/brote y flores/racimo en las diferentes zonas de estudio

|                | Área (m <sup>2</sup> ) | Brotes/m <sup>2</sup> | Rac/brote    | Flores/rac   | Flores/árbol | Polen/flor   | Polen/árbol (x10 <sup>6</sup> ) |
|----------------|------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------------------------|
| Andújar-Jaén   | 0.214                  | <b>0.000</b>          | 0.735        | <b>0.000</b> | <b>0.015</b> | <b>0.015</b> | <b>0.000</b>                    |
| Andújar-Alcalá | 0.218                  | 0.719                 | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | 0.285        | <b>0.000</b>                    |
| Jaén-Alcalá    | 1.000                  | <b>0.000</b>          | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | <b>0.000</b> | 0.369        | <b>0.000</b>                    |

**Tabla 3.** Valores de significación obtenidos con el método de Tukey para realizar comparaciones múltiples entre zonas de estudio. Los valores significativos aparecen en negrita y cursiva. Rac=racimos

#### Producción de flores

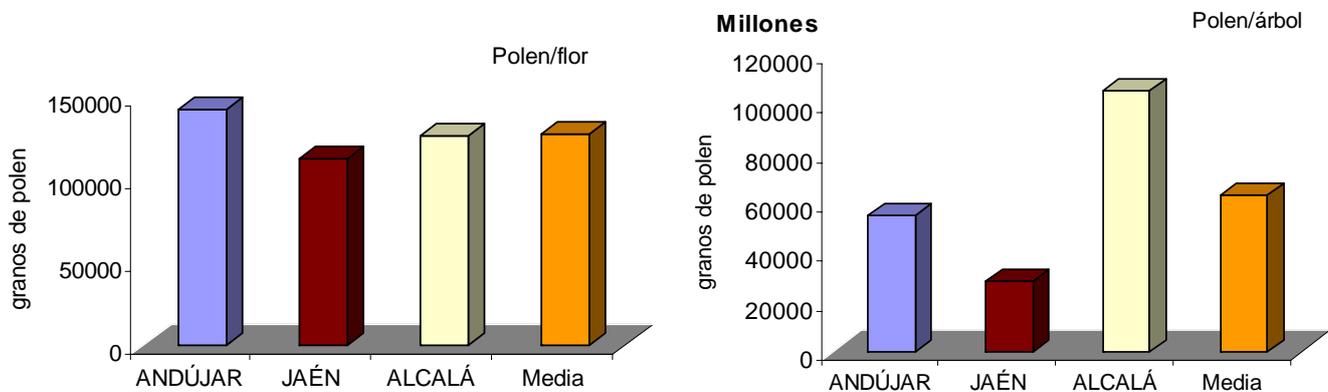
El valor promedio del número de flores por racimo producidas en el olivo fue de 11 ( $\pm 3.51$ ), existiendo una diferencia clara entre las tres zonas de estudio, siendo los olivos de Alcalá los que presentaron una mayor producción de flores por racimo ( $15 \pm 2.26$ ), mientras que Andújar ( $11 \pm 1.89$ ) y Jaén ( $8 \pm 1.80$ ) mostraron una menor producción. Esta diferencia se hizo más evidente cuando se obtuvieron los valores de producción total de flores por árbol, siendo los olivos de Alcalá los que presentaron la mayor producción de flores ( $832564 \pm 196602.26$ ), con un valor muy por encima de la media ( $499440 \pm 308775.97$ ) y mostrando diferencias significativas entre todas las zonas de estudio. Andújar ( $387957 \pm 18654.50$ ) y Jaén ( $251080 \pm 132815.43$ ) mostraron valores por debajo de la media.

#### Producción de polen

El olivo produce un promedio de 127371 ( $\pm 33385.86$ ) granos de polen por flor, mostrando todos los olivares muestreados valores cercanos a la media (**Fig. 3**), pero con diferencias significativas entre las zonas de Andújar ( $142131 \pm 36384.04$ ) y Jaén ( $113175 \pm 28579.08$ ). La mayor producción total de polen en el árbol fue recogida en la zona de estudio Alcalá ( $105574 \times 10^6 \pm 24930 \times 10^6$ ), con un valor muy por encima de la media ( $63926 \times 10^6 \pm \times 10^6$ ), seguida de la zona de Andújar ( $55140 \times 10^6 \pm 26513 \times 10^6$ ) y de Jaén ( $28416 \times 10^6 \pm 15031 \times 10^6$ ) (**Fig. 4**).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo ha permitido abordar diversos aspectos de la biología reproductiva del olivo, especie de gran interés para la sociedad y ampliamente cultivada en el Sureste de la Península Ibérica, siendo dominante en la provincia de Jaén, mayor productora mundial de aceite de oliva. Esto hace evidente la gran importancia del sector olivarero en campos como el económico y la salud pública, ya que, además, Jaén es la ciudad donde se obtienen las mayores concentraciones de polen de olivo en el aire, siendo este considerado uno de los principales pólenes causantes de polinosis en el área mediterránea (Florido et al., 1999, *Allergy Immunol*, 119: 133-137; Ruiz, L, 2001, Estudio aerobiológico de la atmósfera de Jaén, *Tesis Doctoral*, Universidad de Jaén; Díaz de la Guardia et al., 2003, *Grana* 42: 234-243).



**Figuras 3 y 4.** Producción de polen/flor y polen/árbol en las diferentes zonas de estudio

La producción total de polen en el árbol depende principalmente del número de flores que éste produzca y del área de superficie de su copa, comprobándose en el presente estudio que existen diferencias significativas a este respecto entre zonas de cultivo localizadas a diferente altitud. Parece ser que los olivares localizados a mayor altitud producen una mayor cantidad de flores por m<sup>2</sup> de copa, siendo la zona de Alcalá la Real, localizada a más de 900m de altitud, la que presentó mayores valores medios tanto en producción de flores por racimo como en producción de flores en el árbol. Las zonas olivareras de Andújar y Jaén, representantes de altitudes comprendidas entre los 200 y 600m, mostraron en general valores inferiores de producción de flores.

Respecto a la producción de polen por antera los datos obtenidos parecen mostrar evidencias de que en este caso los olivos localizados a menor altitud producen mayores cantidades de polen, ya que es en la zona de Andújar donde se obtuvieron los valores más altos. La parcela de muestreo de Jaén, a pesar de encontrarse a una altitud intermedia entre las otras dos, mostró los menores valores de producción. La explicación puede encontrarse en que algunos botones florales se encontraban infestados con huevos de Prays o polilla del olivo (*Prays oleae* Bern.), segunda plaga en importancia económica en el olivo después de la mosca (Alvarado, M., Civantos, M., Durán, J.M, Plagas, en: *El cultivo del olivo*, 5ª Ed, 2004, Ed. Junta de Andalucía y Ediciones Mundi-Prensa, España, pp 481-556) cuyos huevos son puestos en los botones florales todavía cerrados y las larvas recién nacidas se alimentan en primer lugar del polen de las anteras, y después, a medida que las flores se van abriendo, de estigmas y ovarios, por lo que la cantidad de polen en las anteras pudo quedar reducida en gran medida.

Al extrapolar los datos obtenidos para la producción de polen por antera y flor al área total de la copa se comprueba que los olivos de Alcalá la Real son los que producen una mayor cantidad de polen, mostrando valores muy por encima de la media, siendo los olivares de Andújar y Jaén productores de una menor tasa polínica por árbol. Todo parece indicar que los olivos localizados a altitudes más altas compensan la menor producción de polen por antera, y por tanto por flor, con una mayor producción de brotes, racimos y flores, resultando ser finalmente los mayores productores de polen, siendo no obstante necesario ampliar los años de estudio para poder establecer conclusiones definitivas.

La producción de polen en especies anemófilas como es el caso del olivo se encuentra condicionada en gran medida por los factores meteorológicos, principalmente por la temperatura y las precipitaciones (Fornaciari et al., 1997, *Agr. Med*, 127: 134-137; Galán et al, 2008, *Agr. Journal*, 100: 98-104), lo que avala la existencia de una influencia altitudinal en el ciclo reproductivo, y por lo tanto, en la producción de flores y polen en el olivo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a la Universidad de Jaén la financiación de éste trabajo gracias a la concesión de una beca de investigación del Plan Propio a Fátima Aguilera Padilla.