

Olivar y cambio climático, predicciones de un modelo de simulación

16 octubre, 2019

En este trabajo se presentan algunas predicciones sobre los posibles impactos del cambio climático en la productividad del olivar en varias de las principales zonas olivícolas de la cuenca mediterránea, las cuales fueron obtenidas utilizando el modelo de simulación OliveCan. Los resultados de estos análisis permiten evaluar las respuestas ecofisiológicas del olivar más probables derivadas de los previsibles cambios en el clima, identificando posibles amenazas para la sostenibilidad futura de este cultivo.

Á. López-Bernal¹, L. Testi², F.J. Villalobos^{1,2}. ¹Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba. ²Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC), Córdoba.

Tanto la producción como el consumo de **aceite de oliva** han experimentado un aumento notable en las últimas décadas. Así, las estadísticas reflejan que el olivo se cultiva en más de 40 países, ocupando más de 10,5 millones de hectáreas en todo el mundo (Faostat, 2017). La mayor parte de esta superficie se concentra en los países de la cuenca mediterránea, con España a la cabeza, donde este cultivo es de indiscutible relevancia en términos económicos, sociales, culturales y ambientales.

Existe un amplio consenso en torno a la idea de que las emisiones de gases de efecto invernadero están generando cambios en el clima que a la larga tendrán dramáticos impactos ambientales y socioeconómicos. En este sentido, **los sistemas agrícolas se vislumbran como uno de los sectores más sensibles al cambio climático**. Pese a que el aumento de la concentración de CO₂ resultado de las emisiones antropogénicas traerá aparejado un incremento de la eficiencia fotosintética de la vegetación, los pronósticos de clima futuro sugieren que la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de la cuenca mediterránea podría verse amenazada por un aumento de las temperaturas y una reducción de las precipitaciones.

No obstante, existe una carencia general de información cuantitativa sobre las posibles respuestas productivas y ecofisiológicas de los cultivos (y el olivo, en particular) ante escenarios de clima futuro.

La experimentación en campo es la base fundamental para la generación de conocimiento y la evaluación de innovaciones técnicas en agricultura. Sin embargo, esta presenta serias limitaciones para reproducir fielmente las condiciones ambientales correspondientes a escenarios de clima futuro en plantaciones reales. En consecuencia, la evaluación de los **efectos del cambio climático** requiere de herramientas adicionales que sean capaces de estimar el comportamiento de los cultivos en condiciones diferentes a las actuales. Dichas herramientas existen, son los modelos de simulación de cultivos.

Los **modelos de simulación de cultivos** son herramientas informáticas que representan matemáticamente los procesos fundamentales que determinan el crecimiento, desarrollo y productividad de los sistemas agrícolas bajo diferentes condiciones ambientales y de manejo. Fruto de dos décadas de trabajo en ecofisiología del cultivo del olivo, **investigadores de la Universidad de Córdoba y del Instituto de Agricultura Sostenible (IAS-CSIC) han desarrollado OliveCan, el primer modelo de simulación completo para dicho cultivo** (López-Bernal *et al.*, 2018).

OliveCan simula los principales elementos de los balances de agua y carbono de la plantación y tiene en cuenta los impactos de factores agronómicos como el riego, la poda o la densidad de plantación, lo que permite estimar el uso de agua, crecimiento, desarrollo y productividad de diferentes tipologías de olivar en respuesta a factores climáticos, edáficos y agronómicos.

Por el contrario, **el modelo no simula (aún) la carencia de nutrientes ni los efectos negativos que podrían producirse por salinidad, fitófagos y enfermedades**, por lo que las estimaciones de productividad deben ser consideradas como valores potenciales que se darían en ausencia de los estreses anteriores.

No obstante, al considerar de manera explícita las condiciones micrometeorológicas, la disponibilidad de agua en el suelo y la concentración de CO₂ en la atmósfera, **OliveCan** presenta potencial para analizar las respuestas ecofisiológicas y productivas de distintas tipologías de olivar en escenarios de clima presente y futuro. Precisamente, en este trabajo presentamos los resultados de algunas simulaciones realizadas con el modelo **OliveCan** con el objeto de analizar los posibles impactos del cambio climático sobre el crecimiento, desarrollo y productividad en plantaciones de olivar ubicadas en distintos puntos de la cuenca mediterránea.

Experimento de simulación

Las simulaciones se realizaron para una plantación de 240 árboles ha⁻¹ de la variedad **Picual** en un escenario de clima actual y otro de clima futuro. La misma plantación se simuló para tres localidades situadas en regiones en las que el olivar constituye un importante sistema agrícola, siendo éstas **Baena (sur de España), Siena (Italia central) y Sfax (este de Túnez)**. Además, en cada localidad, la misma plantación se simuló **bajo tres tratamientos de riego**: secano (T0), riego de 150 mm año⁻¹ (T150) y riego de 300 mm año⁻¹ (T300). Las simulaciones tuvieron una duración de 15 años.

Para el escenario de clima actual, los datos meteorológicos diarios necesarios para llevar a cabo las simulaciones se tomaron de registros disponibles y la concentración atmosférica de CO₂ se estableció en 410 ppm. Los escenarios de clima futuro fueron obtenidos a partir de las series meteorológicas del escenario actual aumentando en 2°C la temperatura diaria, reduciendo cada evento de precipitación en un 10% y fijando la concentración de CO₂ en 550 ppm. En conjunto, los cambios adoptados para el escenario futuro se corresponden con algunas predicciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático para finales del siglo XXI en la cuenca mediterránea (IPCC, 2014).

CUADRO I

VALORES PROMEDIO DE TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA (ET₀) PARA LAS TRES LOCALIDADES EN LOS DOS ESCENARIOS CLIMÁTICOS CONSIDERADOS.

Localidad	Temperatura (°C)		Precipitación (mm año ⁻¹)		ET ₀ (mm año ⁻¹)	
	Presente	Futuro	Presente	Futuro	Presente	Futuro
Baena	17,8	19,8	490	430	1.275	1.365
Siena	13,8	15,8	840	795	893	1.005
Sfax	18,6	20,6	305	300	1.206	1.325

Cuadro I. Valores promedio de temperatura, precipitación y evapotranspiración de referencia.

El **cuadro I** muestra los valores promedio de temperatura, precipitación y evapotranspiración de referencia (ET₀) para las tres localidades y los dos escenarios climáticos. Nótese las apreciables diferencias entre localidades: Siena destaca como la localidad más fresca y lluviosa, mientras que Sfax es la más cálida y seca. Baena presenta valores intermedios de temperatura y precipitación, aunque la ET₀ es algo superior a la de Sfax como consecuencia de la proximidad de la localidad tunecina al mar. Por otra parte, la mayor temperatura adoptada para el escenario futuro llevó aparejada una mayor ET₀ con respecto al escenario presente, independientemente de la localidad.

En relación a los **tratamientos de riego**, se simuló una campaña de riego con inicio en mayo y final en octubre con aplicaciones de agua espaciadas cada tres días. La dosis de riego se consideró constante durante toda la campaña totalizando los 150 y 300 mm año⁻¹, dependiendo del tratamiento. La fracción de suelo humedecida por los emisores se fijó en el 15% en todos los casos. La poda se simuló anualmente, ajustándose la intensidad para mantener niveles de cobertura del suelo inferiores al 25, 35 y 40% para los tratamientos T0, T150 y T300, respectivamente.

Resultados

De acuerdo con las simulaciones, el **escenario futuro resultó en un adelanto de la fecha promedio de floración en relación al presente, siendo este de 16 días en Baena y Siena y de 4 días en Sfax**. En todas las combinaciones de escenario y localidad se cubrieron totalmente las necesidades de frío para floración salvo para Sfax en el escenario futuro, donde el frío invernal fue insuficiente para completar los requerimientos en cinco de los quince años de simulación.

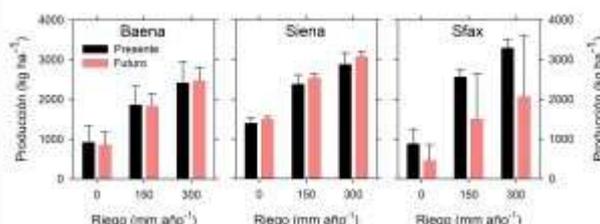


Figura 1. Comparativa de productividad de aceite (promedio de quince años) entre los escenarios de clima actual (negro) y futuro (rojo) para las tres localidades y los tres tratamientos de riego.

Por otro lado, en el escenario futuro se produjo un **adelanto en la fecha de salida del reposo invernal y un retraso en la de entrada**, lo que condujo a un acortamiento del periodo de reposo en relación al escenario presente para todas las localidades.

Independientemente del tratamiento de riego, **las productividades de aceite de las plantaciones fueron muy similares entre escenarios climáticos en Baena y Siena**, tal y como muestra la **figura 1**. Estos resultados se debieron, principalmente, a un incremento en la capacidad fotosintética inducido por el aumento de la concentración atmosférica de CO₂ considerado en el escenario futuro. Así, la mayor eficiencia fotosintética tendió a compensar los efectos negativos de una menor precipitación (i.e. estrés hídrico) y temperaturas más elevadas.

Por otra parte, las mínimas diferencias entre escenarios cuando se compara la productividad para un mismo tratamiento de riego sugieren que **los requerimientos de riego del cultivo podrían mantenerse inalterados** en el futuro pese a los pronósticos de incremento en la demanda evaporativa y la reducción en la precipitación estacional. Esta observación se explicaría, de nuevo, por el efecto compensatorio del aumento de la concentración de CO₂ sobre la fotosíntesis.

En el caso de Sfax, OliveCan predijo una reducción de la productividad para todos los tratamientos de riego en el escenario futuro como consecuencia de los fallos en floración y cuajado inducidos por la incompleta satisfacción de las necesidades de frío. En los años con suficiente frío invernal, los valores de productividad fueron similares a los estimados para el escenario actual.

Conclusiones y consideraciones finales

Las simulaciones realizadas en este trabajo sugieren que **la productividad y necesidades de riego de las plantaciones de olivar podrían resultar poco afectadas por los cambios en el clima** esperables en el corto y medio plazo debido una compensación de efectos negativos y positivos producidos por dichos cambios. En el largo plazo, los problemas para completar los requerimientos de frío invernal podrían acabar siendo los más amenazantes para la sostenibilidad del cultivo del olivo.

En principio, **estos problemas deberían ocurrir antes en regiones olivícolas cálidas y/o en plantaciones con variedades con altos requerimientos de frío**, puesto que la literatura científica sugiere que puede existir variabilidad genética en este carácter (De Melo-Abreu *et al.*, 2004). Por tanto, los previsibles problemas en floración y cuajado derivados del aumento de temperatura podrían incentivar la adopción de variedades con bajos requerimientos de frío y ponen de manifiesto el interés que podría suscitar el desarrollo de programas de mejora genética orientados a conseguir nuevas variedades con esta característica.

Finalmente, debemos señalar que **los resultados presentados para el escenario futuro no han de tomarse como una predicción precisa** de lo que ocurrirá realmente dadas las incertidumbres en los pronósticos de clima futuro (Villalobos y López-Bernal, 2017) –nótese que combinaciones diferentes de cambios en temperatura, precipitación y concentración de CO₂ podrían conducir a resultados diferentes– y a la posible existencia de respuestas ecofisiológicas no contempladas por OliveCan.



Figura 2. Ejemplo de simulación de un olivar y su respuesta al rendimiento de aceite realizado con OliveCan.

Por el contrario, nuestros resultados han de ser interpretados como las respuestas más probables ante los escenarios considerados en base al nivel de conocimiento actual sobre la fisiología del olivo.

Además, nuestros casos de estudio ponen de manifiesto las complejas interacciones y efectos compensatorios producidos por cambios en las condiciones ambientales, evidenciando la dificultad de su evaluación si no dispusiéramos de modelos mecanicistas como OliveCan (figura 2).