

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE SISTEMAS INNOVADORES DE PRODUCCIÓN OLIVARERA EN TÚNEZ

Saker Ben Abdallah^{a,b*}, Carlos Parra-López^a, Saida Elfkhi^b, Elisa M. Suárez-Rey^a, Mercedes Romero-Gámez^a.

^a Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) (Granada, España) sakerbenabdallah@yahoo.fr, ^b Institut de l'Olivier (Sfax, Tunisie)

Resumen

El cultivo de olivar para la producción de aceite de oliva es una actividad agraria de gran importancia económica y ambiental en Túnez. En los últimos años, el sector del olivar en este país ha experimentado importantes cambios en las prácticas agrarias. Así, sistemas tradicionales de cultivo de baja densidad están siendo sustituidos por sistemas innovadores de alta densidad, los cuales tienen mayor productividad, pero que pueden generar un alto impacto ambiental. El objetivo de este trabajo es evaluar los diferentes sistemas innovadores de producción de alta densidad (intensivo y súper-intensivo) y determinar el sistema más rentable y sostenible ambientalmente a lo largo de todo su ciclo de vida. Para ello, se ha evaluado un indicador económico mediante el análisis del Coste del Ciclo de Vida (CCV), Valor Actual Neto - VAN), y dos categorías de impacto ambiental mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), huella de carbono y ecotoxicidad, en un periodo de ciclo de vida del olivar de 50 años. La unidad funcional es 1 ha de olivar. El análisis se ha realizado en las dos regiones olivícolas más importantes de Túnez: Sfax y Sidi Bouzid. Los resultados indican que el sistema intensivo es más rentable y ambientalmente más sostenible que el sistema súper-intensivo, debido principalmente a un menor coste de inversión inicial, una productividad similar y un menor uso de insumos químicos.

Palabras clave: olivar, impacto ambiental, impacto económico, sistemas innovadores, Análisis de Ciclo de Vida.

1. Introducción y objetivos

En Túnez, el cultivo de olivar para la producción de aceite de oliva es la principal actividad agraria, con una superficie de 1,85 millones de hectáreas [AgriDATA (2020)] y una producción de aceite de 175,000 toneladas al año, lo que posiciona a Túnez como el cuarto país productor del mundo, detrás de España, Italia y Grecia [IOOC (2019)]. El sector del olivar en este país ha experimentado importantes cambios en las prácticas agrarias utilizadas, pasando poco a poco de sistemas tradicionales de baja densidad a nuevos sistemas innovadores de cultivo de alta densidad (intensivo y súper-intensivo). Los sistemas de alta densidad tienen una alta productividad respecto a los sistemas tradicionales, pero pueden producir un alto impacto ambiental. La sostenibilidad ambiental de estos sistemas sigue siendo un tema controvertido y fundamental, especialmente en Túnez [Sai et al. (2012); Jackson et al. (2015); Larbi et al. (2017)]. Por esta razón, es importante realizar una evaluación rigurosa y comparativa del impacto ambiental y económico de los sistemas innovadores de cultivo. El objetivo de este trabajo es evaluar los sistemas innovadores y determinar el más rentable y ambientalmente más sostenible a lo largo de todo el ciclo de vida del olivar. Además, se pretende identificar las prácticas agrarias responsables de las cargas ambientales y con altos costes, con el fin de proponer estrategias de mitigación y mejora hacia una gestión más eficiente y sostenible.

2. Metodología

Se han seleccionado y comparado dos sistemas innovadores de alta densidad: un sistema intensivo (SI) y un sistema súper-intensivo (SSI) (Tabla 1). El ciclo de vida de estos sistemas de producción es de 50 años y 48 años, respectivamente, y se ha dividido en cuatro fases de cultivo: fase de plantación, fase juvenil, fase de crecimiento y fase de plena producción. Dentro de estas fases han sido analizadas cinco prácticas agrarias: manejo del suelo, fertilización, aplicación de pesticidas, poda y cosecha. La zona de estudio corresponde a las regiones de Sfax y Sidi Bouzid, que representan el 19% y el 15% de la superficie total de olivar y contribuyen con el 21,7% y el 10,2% de la producción del país, respectivamente [AgriDATA (2020)].

La mayoría de los datos relacionados con las prácticas agrarias, la productividad, los precios de aceitunas e insumos y los costes de las operaciones se han recogido de: i) 25 cuestionarios detallados y específicos realizados a agricultores cara a cara (campana 2018/2019) y ii) datos bibliográficos sobre prácticas agrarias del olivar en Túnez [Masmoudi-Charfi et al. (2016); Larbi et al. (2017)], bases de datos de precios [IO (2019)] y de los estudios de costes de producción [Jackson et al. (2015); MAT (2017)]. Los datos se

recogieron para un periodo de 50 años. La base de datos Ecoinvent v.3.6 [Ecoinvent (2019)] fue la principal fuente de datos para el análisis ambiental.

Cuadro 1. Principales características de los sistemas olivareros

	SI	SSI
Sistema de cultivo	Intensivo	Súper-intensivo
Densidad de plantación (árboles ha ⁻¹)	416-555	1250-1666
Variedad principal	Arbosana	Arbequina
Recolección	Manual	Mecanizada
Poda	Manual	Mecanizada
Vida económica (años)	25	16
Ciclos productivos	2	3
Productividad (media de 50 años) (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	8400	8500

2.1 Análisis ambiental

La metodología empleada para el cálculo del impacto ambiental derivado de la producción de aceituna es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), siguiendo las fases de clasificación, caracterización y normalización que define la norma ISO 14040 (2006). El ACV es una herramienta útil para evaluar la sostenibilidad de un proceso agrario, permitiendo identificar las cargas ambientales asociadas a las prácticas agrarias relacionadas con la producción de un cultivo. Las categorías de impacto consideradas son: huella de carbono y ecotoxicidad. El alcance del estudio se ha limitado a la producción de aceituna, considerando todos los flujos de entrada y salida de materiales y energía hasta que la aceituna es cosechada y transportada a la almazara, y los árboles retirados al final de su producción. Los resultados del estudio son referidos a una unidad funcional: 1 hectárea de olivar. Se ha elaborado un Inventario de Ciclo de Vida (ICV), que incluye una recopilación de datos de entradas y salidas relacionadas con las prácticas agrarias realizadas en el cultivo de olivar en Túnez y los procedimientos de cálculo durante cada fase del ciclo de vida de cultivo de los dos sistemas seleccionados.

2.2 Análisis económico

La metodología empleada para determinar y comparar los resultados económicos es el análisis del Coste del Ciclo de Vida (CCV) mediante el cálculo y evaluación del valor actual neto (VAN) del proceso de producción. Este método consiste en establecer el coste inicial y los flujos de costes e ingresos a lo largo del ciclo de vida del sistema analizado. Se han incluido costes variables y fijos, tales como costes de insumos (fertilizantes y pesticidas), costes de maquinaria (combustible y lubricante), costes de riego, costes de depreciaciones de la maquinaria agrícola, impuestos, intereses, alquileres, seguros, salarios de trabajadores, intereses sobre el capital invertido y coste de oportunidad de la tierra. Los ingresos fueron obtenidos multiplicando el precio unitario por la cantidad producida. Para el cálculo del VAN, se ha usado una tasa de descuento del 8% [Daly-Hassen et al. (2019)].

3. Resultados

3.1 Resultados ambientales

El sistema intensivo (SI) presenta menos cargas ambientales por ha que el sistema súper-intensivo (SSI) debido a un menor uso de insumos químicos, menor consumo de agua y electricidad y una productividad similar (Tabla 2). Estos resultados coinciden con los de De Gennaro et al. (2012), que concluyen que, desde un punto de vista ambiental, el sistema intensivo presenta mejores resultados que el sistema súper-intensivo para todas categorías de impacto evaluadas durante el periodo de ciclo de vida del olivar.

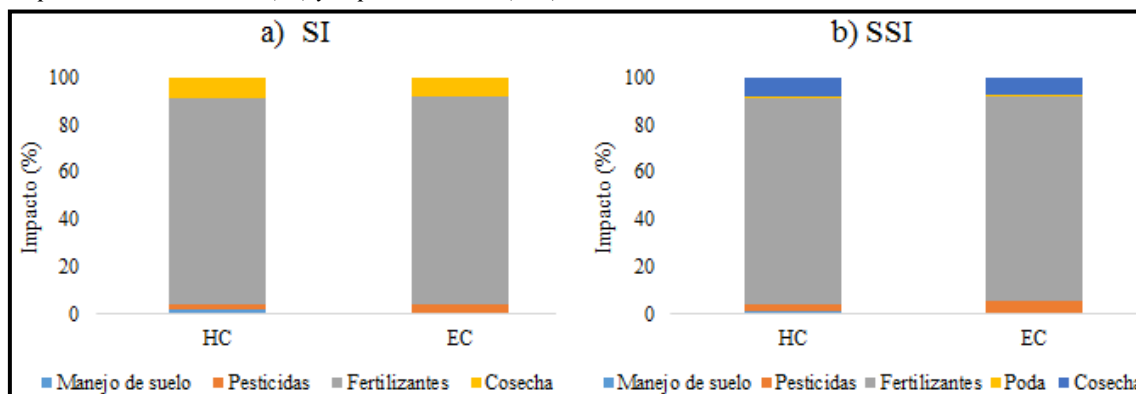
Cuadro 2. Categorías de impacto (huella de carbono y ecotoxicidad) de los sistemas olivareros (por ha durante 50 años)

	Unidad	SI	SSI
Caracterización			
HC	kg CO ₂ eq	1.29E+05	1.57E+05
EC	CTUe	1.34E+06	1.57E+06
Normalización			
HC		14.14	17.23
EC		153.12	179.30

HC: Huella de carbono; EC: Ecotoxicidad

La ecotoxicidad (EC) fue el indicador ambiental con mayor impacto en ambos sistemas (Tabla 2). En la huella de carbono influyeron las emisiones de N₂O y CO₂ a la atmósfera causadas por la aplicación y fabricación de fertilizantes y el trabajo de campo realizado para el manejo del suelo. Los fertilizantes mostraron las mayores contribuciones para los dos sistemas (SI y SSI) (Figura 1). Resultados similares fueron encontrados en estudios anteriores [Romero-Gómez et al. (2017); De Luca et al. (2018); entre otros]. Los sistemas innovadores en Túnez podrían ser diseñados para mitigar el impacto ambiental causado por el sistema de fertirrigación, optimizando el uso de fertilizantes y reduciendo el consumo de electricidad, por ejemplo, utilizando energías renovables [Torrellas et al. (2012)].

Gráfico 1. Contribuciones de cada práctica agraria a la huella de carbono y la ecotoxicidad en los sistemas de producción intensivo (SI) y súper-intensivo (SSI)



3.2 Resultados económicos

El sistema intensivo (SI) obtuvo mejores resultados económicos (VAN) que el sistema SSI, aunque los costes de mano de obra, los costes de cosecha y poda, debido a una mecanización menor de estas operaciones, son más elevados en el SI (Tabla 3). Estos resultados son debidos principalmente a: i) los costes de inversión inicial elevados en el SSI que se repiten tres veces durante un periodo de 50 años, ii) un ciclo productivo más corto debido a los problemas de alta competitividad entre los árboles en estados avanzados del ciclo de vida (fase de producción completa), y iii) una productividad similar entre los dos sistemas. Por tanto, el SI presenta una mayor viabilidad económica a largo plazo. Los resultados obtenidos están en consonancia con los de De Gennaro et al. (2012), que mostraron que el SI es económicamente más rentable y viable que el SSI en Italia.

En el SI la recolección y la fertilización son las prácticas agrarias más costosas, representando una media del 30% y el 23% de los costes totales, respectivamente. En el SSI, la fertilización supone unos costes elevados (30%), seguida de la recolección (16%) y la aplicación de pesticidas (13%).

Cuadro 3. Resultados económicos (VAN) de los sistemas olivareros (por ha durante 50 años)

	Unidad	SI	SSI
VAN	DNT*	58779	46321

Note: DNT: Dinar Tunecino

4. Conclusiones

Desde el punto de vista ambiental, el sistema intensivo (SI) muestra un menor impacto en las categorías huella de carbono y ecotoxicidad con respecto al sistema súper-intensivo (SSI), y ambos tienen una productividad similar. En cuanto a las prácticas agrarias, la aplicación de fertilizantes es la que más contribuye a las categorías de impacto ambiental evaluadas y a los costes del ciclo de vida. La cosecha fue la práctica con los costes más altos en el SI. Por tanto, optimizar la fertilización y la cosecha debería considerarse una prioridad para mejorar el impacto medioambiental y económico de los sistemas innovadores en el sector del olivar en Túnez. El uso de tratamientos foliares y orgánicos, así como la maquinaria de recolección asistida en el SI y la utilización de la energía renovable podrían ser alternativas para mejorar los impactos en los sistemas innovadores.

Bibliografía

AgriDATA. (2020). Statistics of the Tunisian Agricultural Ministry.

- Daly-Hassen, H., Annabi, M. y King-Okumu, C. (2019). "Social and private profitability of tree-based adaptation options to climate change in a dryland area of Tunisia". *NEW MEDIT* (2): 90-104.
- De Gennaro, B., Notarnicola, B., Roselli, L. y Tassielli, G. (2012). "Innovative olive growing models: and environmental and economic assessment". *Journal of Cleaner Production* (28): 70-80.
- De Luca, A.I., Falcone, G., Stillitano, T., Iofrida, N., Strano, A. y Gulisano, G. (2018). "Evaluation of sustainable innovations in olive growing systems: A Life Cycle Sustainability Assessment case study in southern Italy". *Journal of Cleaner Production* (171): 1187-1202.
- Ecoinvent. (2019). Ecoinvent database v.3.6. Swiss Centro for Life Cycle Inventories. www.ecoinvent.org/database/
- IO. (2019). Institut de l'Olivier (<http://www.iosfax.agrinet.tn/>). Database of olive prices in Souk Gremda (Sfax).
- IOOC. (2019). Statistics of the International Olive Oil Council.
- ISO 14040. (2006). Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. International Organization for Standardization ISO, Geneva.
- Jackson, D., Paglietti, L. y Ribeiro, M. (2015). Tunisie: Analyse de la filière oléicole. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i4104f.pdf>
- Larbi, A., Msallem, M. y Sai, M.B. (2017). L'intensification des oliviers en Tunisie: les avantages, les problèmes et les perspectives. Ed. Olive Tree Institute (IO).
- Masmoudi-Charfi, C., Msallem, M., Larbi, A., Sai, B., Siala, S. y Kchaou, M. (2016). Mise en place et conduite d'une plantation intensive d'oliviers. 115 Diapos. CD. Ed. Olive Tree Institute (IO). <http://www.iosfax.agrinet.tn/index.php/news/item/99-mise-en-place-et-conduite-d-une-plantation-intensive-d-oliviers>
- MAT. (2017). Révision du coût de production des grandes cultures, Légumes, arbres fruitiers, production, Élevage, pêche maritime et aquaculture Hydroponique. Fiches techniques. Ministère d'Agriculture de Tunisie. <http://www.agriculture.tn/images/fichestechniques.pdf>
- Romero-Gámez, M., Castro-Rodríguez, J. y Suárez-Rey, E.M. (2017). "Optimization of olive growing practices in Spain from a life cycle assessment perspective". *Journal of Cleaner Production* (129): 25-37.
- Sai, M.B., Larbi, A., Mestaoui, S., Bayouhdh, C. y Msallem, M. (2012). "Le système hyper intensif de L'olivier a huile en Tunisie après 10 ans: une évaluation technico-economique". *Revue Ezzaitouna* (13).
- Torrellas, M., Antón, A., López, J.C., Baeza, E.J., Pérez-Parra, J., Muñoz, P. y Montero, J.I. (2012). "LCA of a tomato crop in a multi-tunnel greenhouse in Almería. International". *Journal of Life Cycle Assessment* 17(7): 863-875.