

Primeros resultados sobre los efectos de prácticas regenerativas en las propiedades del suelo y las arvenses de un cultivo de almendro

Preliminary results on the effects of regenerative practices on soil properties and weeds in an almond crop

Inés Santín-Montanyá^{1,*}, Pedro Luis Aguado², M^a Dolores Curt², Marta Ribes¹,
María del Mar Delgado¹, Juan Pablo Del Monte², Agustín Garzón² & Miguel Ángel Gómez³

¹Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC), Madrid, España

²Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (ETSIAAB-UPM), Madrid, España

³Fundación Aland y Territorio AlVelAl, Almería, España

(*E-mail: isantin@inia.csic.es)

<https://doi.org/10.19084/rca.34964>

Recibido/received: 2024.01.15

Aceptado/accepted: 2024.02.28

RESUMEN

La búsqueda de prácticas agroeconómicas que mejoren la producción en nuestros agroecosistemas de secano ha conllevado un aumento del interés por la agricultura regenerativa. Dicha agricultura está basada en prácticas que fomentan un manejo agrícola que restaura suelo, mejora la gestión del agua y fomenta la biodiversidad. La iniciativa de la Fundación Aland en las comunidades agrícolas locales de Andalucía y Murcia fomenta un agroecosistema productivo integrado denominado 'Almendrehesa'. Este agroecosistema combina el cultivo de almendro con técnicas regenerativas promocionando la transformación y comercialización de la materia prima con valor añadido. En colaboración con el Territorio AlVelAl, exploramos la idoneidad de las técnicas regenerativas en sistemas agroecológicos semiáridos. Llevamos a cabo un proyecto de seguimiento en un huerto de almendros en Illana (Guadalajara), en el centro de España, y coordinamos la aplicación de técnicas regenerativas co-diseñadas por los investigadores y los gestores de la tierra. Se aplicaron seis técnicas: 1) mínimo laboreo (ML), práctica habitual para la zona; 2) mínimo laboreo con enmiendas orgánicas (ML&Compost); 3) mínimo laboreo con cultivo de leguminosas como abono verde (ML& Leg); 4) mínimo laboreo con cultivos mixtos de cereal y leguminosas como abono verde (ML& Mix); 5) mínimo laboreo con *Brachypodium* como abono verde (ML& Bra) y 6) mínimo laboreo con cereal como abono verde (ML& Ce). Se pretende estudiar el impacto de las prácticas regenerativas en parámetros del suelo (densidad aparente y humedad del suelo) y en la biomasa de las malas hierbas y área foliar del almendro. En este trabajo se presentan los primeros resultados del proyecto obtenidos durante la campaña 2022-23.

Palabras clave: agricultura regenerativa, biomasa, densidad aparente, malas hierbas

ABSTRACT

The concept of adapting agro-economic practices in order to improve production and environmental conditions transforms our agroecosystems. In recent years, there has been an increased interest in regenerative practices for this purpose. We carried out a study funded by Aland Foundation and the AlVelAl initiative. To achieve this, ALVelAl association gives technical support to farmers, working on the restoration of farmlands using regenerative techniques, organising training workshops that guarantee an open exchange of knowledge between farmers, technicians, and companies. In collaboration with AlVelAl, we explore the suitability of regenerative techniques in semi-arid agro-ecological systems. We carried out a monitoring project in one almond orchard in Illana (Guadalajara), and coordinated the implementation of regenerative techniques co-designed with the land manager. The aim of the regenerative techniques employed in this project improve the soil fertility and water content. We implemented six techniques: 1) minimum tillage, standard practice for the area (MT); 2) minimum tillage with organic amendments (MT&Compost); 3) minimum tillage with a legume crop as green manure (MT&Leg); 4) minimum tillage with mixed

wheat and legume crops as green manure (MT&Mix); 5) minimum tillage with *Brachypodium* as green manure (MT&Bra) and 6) minimum tillage with wheat as green manure (MT&Ce). The total area of the trial is 5.400 m². We aim to study the impacts of regenerative practices on soil parameters (bulk density and soil moisture) and on weed biomass and leaf area of almond trees. We presents the first results of the project obtained during the campaign 2022-23.

Keywords: bulk density, regenerative agriculture, weed biomass

INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna enfrenta el reto de proporcionar alimentos seguros y nutritivos a una población creciente y proteger el medio ambiente con un coste aceptable (FAO, 2019; Leitheiser *et al.*, 2022). En este sentido, la búsqueda de las prácticas agrícolas que mejoren la producción en nuestros agroecosistemas ha conllevado un aumento del interés por la agricultura regenerativa. Dicha agricultura está basada en prácticas que fomentan la restauración de la salud de los ecosistemas agrícolas implantando manejos que reducen la degradación del suelo mejoran la gestión del agua y fomentan la biodiversidad (Gómez-Tenorio *et al.*, 2020; Luján Soto *et al.*, 2020; Giller *et al.*, 2021).

La iniciativa conjunta de la Fundación Aland y el Territorio AlVelAl, en las comunidades agrícolas locales de Andalucía, donde tienen su sede, fomenta un agroecosistema productivo integrado denominado 'Almendrehesa'. Este agroecosistema combina el cultivo de almendro con prácticas regenerativas (PR) promocionando la transformación y comercialización de la materia prima con valor añadido. En colaboración con la Fundación Aland y Territorio AlVelAl, se ha iniciado un proyecto para conocer la idoneidad de las técnicas regenerativas en sistemas agroecológicos semiáridos en el centro de España. El objetivo del estudio es determinar que prácticas regenerativas pueden aumentar la fertilidad del suelo, suprimir las malas hierbas y fomentar la agro biodiversidad. Para ello, llevamos a cabo un seguimiento en un huerto de almendros en Illana (Guadalajara), en el cual se aplicaron técnicas regenerativas co-diseñadas por el agricultor gestor de la tierra y el grupo de investigación INIA-CSIC y UPM con el apoyo de la Fundación Aland y Territorio AlVelAl.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una parcela de la empresa agrícola "Biovállega" situada en Illana (Guadalajara), con una pluviometría media de 350,8 mm al año, se inició este estudio en la campaña 2022-2023. Las prácticas regenerativas fueron las siguientes:

- 1) ML: Control con cultivador (hasta 10 cm), práctica estándar de la zona.
- 2) ML & Compost: Cultivador + aplicación de compost de oveja (aplicado el 02/11/2022)
- 3) ML& Leg: Cultivador + abono en verde (leguminosa: yero sembrado a 120 kg/ha, aplicado 03/02/2023)
- 4) ML& Mix: Cultivador + mezcla de centeno y yero (50-50), centeno sembrado el 02/11/2022 y yero aplicado 03/02/2023
- 5) ML&Bra: Cultivador + *Brachipodium* (dosis: 15 kg/ha, sembradora de chorrillo, aplicado 03/02/2023)
- 6) ML& Ce: Cultivador + Centeno (dosis: 130 kg/ha), sembrado el 02/11/2022

En el primer año de estudio se realizó un muestreo inicial de suelos (01/12/2022) y al final de la campaña el muestreo de biomasa de vegetación arvense y el muestreo de hojas en los almendros para determinar el área foliar (04/06/2023). Ambos muestreos siguen un diseño estratificado aleatorio simple. El área de intervención correspondiente a cada práctica (5 prácticas regenerativas implementadas y un control) se dividió en 3 estratos de 70 m² (eliminando los almendros de los dos bordes). En cada estrato se realizó un muestreo de suelo y de biomasa de especies arvenses.

En el muestreo de suelos se tomaron 2 muestras compuestas de suelo a dos profundidades: 0-5 cm

y 5-15 cm, y se determinó la densidad aparente por el método de cilindro intacto (Blake and Hartge, 1986). En el muestreo de biomasa de arvenses se tomaron 4 muestras al azar, mediante un aro de 0.25m², para cada práctica. En las muestras se identificaron las especies encontradas, las plantas se secaron en estufa a 80°C durante 48 h y se determinó la biomasa seca total de arvenses referida a la unidad de área (1m²). Para determinar el área foliar se tomaron 10 hojas por árbol en 3 almendros por práctica regenerativa.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un Análisis de varianza multifactorial de los parámetros medidos en el suelo para evaluar la influencia de las prácticas regenerativas y la profundidad del suelo. Se realizó también el Anova de la biomasa seca total de arvenses y el área foliar del almendro para conocer el impacto de las prácticas regenerativas. Con el fin de homogeneizar la varianza, la biomasa total de arvenses sufrió una transformación (SQRT) previa al ANOVA. Las diferencias de medias se detectaron mediante el test de comparación de medias de Mínima Diferencia Significativa (LSD), con un nivel de significación del 5%. Todos los test informáticos se realizaron con el paquete informático STATGRAPHICS® (Statgraphics Plus for Windows, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores iniciales de la densidad aparente del suelo (g cm⁻³) y la humedad gravimétrica del suelo (%) en cada práctica regenerativa, a 0-5 cm y 5-15cm de profundidad. No se observaron diferencias significativas en los valores obtenidos de densidad aparente del suelo en las parcelas asignadas con las distintas prácticas regenerativas, aunque si hubo diferencias significativas con la profundidad, de modo que la densidad aparente de suelo se incrementó con la profundidad (Figura 1).

Con respecto a la humedad del suelo, encontramos diferencias significativas entre las prácticas regenerativas y también con la profundidad (Figura 2). La presencia de cubierta vegetal protegió al suelo de pérdidas de humedad. Las parcelas ML&Ce, ML&Mix, ML&Compost y el ML (con presencia de arvenses), mostraron mayor contenido de humedad en suelo que las parcelas ML&Leg y ML&Bra, que aún no habían sido sembradas en el momento del muestreo del suelo. En todos los casos, la humedad gravimétrica en el suelo fue significativamente menor a medida que aumentaba la profundidad.

Tabla 1 - Resumen del ANOVA multifactorial (*F-ratio* y *p-valor*) y Test de comparación de medias (LSD-Fisher) para evaluar el efecto de las prácticas regenerativas y la profundidad del suelo, sobre los parámetros de densidad aparente y humedad del suelo

	Densidad Aparente (g cm ⁻³)		Humedad del suelo (%)	
	<i>F</i>	<i>p-valor</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
Práctica regenerativa (PR)	2,71	0,0731	23,99	0,0001***
ML	1,182		17,308 bc	
ML&Compost	1,286		16,873 bc	
ML& Leg	1,366		14,861 d	
ML& Mix	1,327		17,720 b	
ML& Bra	1,470		16,345 c	
ML& Ce	1,194		21,620 a	
Profundidad del suelo (PS)	7,20	0,0199*	6,62	0,0126*
0-5 cm	1,232 b		17,941 a	
5-15 cm	1,377 a		16,968 b	
PR x PS	0,56	0,7320	0,18	0,9677

LSD Test (P ≤ 0,05). Nivel de significación: *p ≤ .05; **p ≤ .01; ***p ≤ .001.

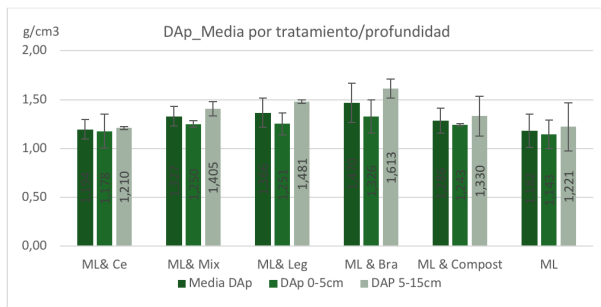


Figura 1 - Valores medios de Densidad aparente del suelo (g cm^{-3}) en cada práctica regenerativa, al inicio del estudio, a dos profundidades distintas.

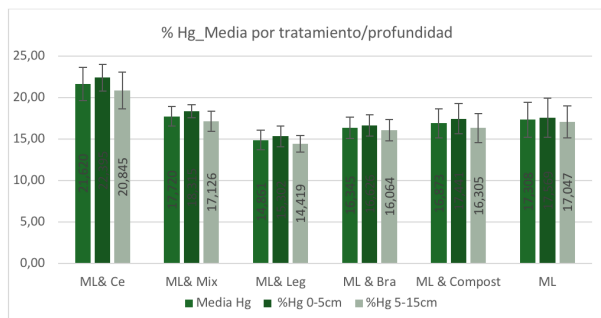


Figura 2 - Valores medios de Humedad gravimétrica del suelo (Hg) medidos en cada práctica regenerativa, al inicio del estudio, a dos profundidades distintas.

La comunidad de arvenses presente en el ensayo estaba comprendida por especies anuales y perennes típicas de los campos de cultivo de la zona. Las especies *Salsola kali* L. y *Convolvulus* spp. fueron las más frecuentes. La implementación de técnicas regenerativas afectó significativamente a la biomasa de las poblaciones arvenses desde el primer año de estudio (F: 6,07; p-valor: 0,0018). La Figura 3 muestra un incremento significativo de la biomasa total de las poblaciones arvenses en las parcelas ML&Compost respecto a parcelas ML&Ce, ML&Leg y ML&Mix.

El área foliar de los almendros (Figura 4) varió también significativamente con las prácticas regenerativas (F: 53,63; p-valor: 0,0001), obteniendo los valores más elevados en aquellos almendros con cubiertas ML&Leg, ML&Compost, ML&Mix y ML&Ce.

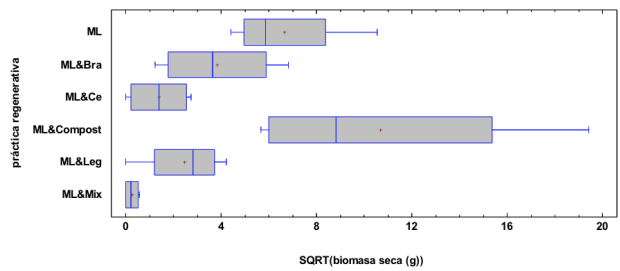


Figura 3 - Biomasa de las poblaciones de arvenses en cada práctica regenerativa.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que las cubiertas vegetales preservaron la humedad del suelo desde el inicio del estudio. Durante el primer año de implementación de las prácticas se puso de manifiesto un buen control de las arvenses en las cubiertas de centeno y yeros, incrementando el área foliar en los almendros, aunque son necesarios más años de estudio para confirmar dicha eficacia.

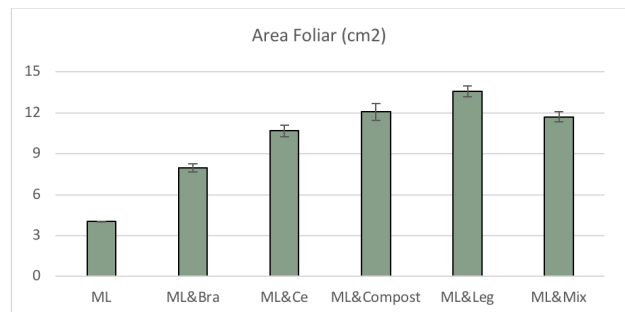


Figura 4 - Valores medios de área foliar de las hojas de almendros muestreados en cada práctica regenerativa.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio está financiado por la Fundación Aland y apoyado por FARM4CLIMATE (PRIMA H2020).

Gracias a Mar Albarrán por la gestión de los análisis de suelo y a Arantza Ilarduya por su ayuda en la toma de muestras de suelo.

Agradecemos a Luis Ballesteros (©Biovállega) por su ayuda en la gestión del campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blake, G.R. & Hartge, K.H. (1986) - Bulk density. In: Klute, A. (Ed.) - *Methods of Soil Analysis, Part 1—Physical and Mineralogical Methods, 2nd Edition*, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy—Soil Science Society of America, Madison, p. 363-382.
- FAO (2019) - *TAPE Tool for Agroecology Performance Evaluation 2019—Process of development and guidelines for application*. Test version. Rome
- Giller, K.E.; Hijbeek, R.; Andersson, J.A. & Sumberg, J. (2021) - Regenerative agriculture: an agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*, vol. 50, n. 1, p. 13–25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>
- Gómez-Tenorio, M.A.; Magdaleno González, J. & Tello Marquina, J.C. (2020) - *Evaluation and implementation of regenerative techniques to improve fertility in almond cultivation in the provinces of Almería and Granada. 4R “Regeneration of degraded soils*. Editorial Tecnoagrícola de España S.L. Madrid, Spain. I.S.B.N. 13:978-84-17596-98-9. p. 132
- Leitheiser, S.; Horlings, I.; Franklin, A. & Trelle, E.-M. (2022) - Regeneration at a distance from the state: From radical imaginaries to alternative practices in Dutch farming. *Sociologia Ruralis*, vol. 62, n. 4, p. 699–725. <https://doi.org/10.1111/soru.12403>
- Luján Soto, R.; Cuéllar Padilla, M. & de Vente, J. (2020) - Participatory selection of soil quality indicators for monitoring the impacts of regenerative agriculture on ecosystem services. *Ecosystem Services*, vol. 45, art. 101157. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101157>