



C3-BIOECONOMY
Circular and Sustainable Bioeconomy

Prácticas sobre la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos procedentes de la agricultura: el proyecto Recicland

MCarmen García-García¹, MRosa Granados García¹, Encarnación Samblás Punzano¹, Miguel Talavera Rubia², MTeresa Soriano Vallejo³, MLuz Segura Pérez¹, Samir Sayadi Gmada³, Salvador Parra Gómez¹, Dirk Janssen¹, Evangelina Medrano Cortés¹, MMilagros Fernández Fernández³, Francisco de Cara García¹, Rafael Baeza Cano¹, José Manuel Torres Nieto⁴, Isidoro Carricondo Martínez⁵, MMar Téllez Navarro¹

Autor de Correspondencia: mmar.tellez@juntadeandalucia.es

Resumen:

La agricultura protegida que se desarrolla principalmente en el litoral oriental andaluz es una actividad de gran importancia económica y social para Andalucía. Sin embargo, el crecimiento exponencial de la superficie de invernadero ha dado lugar a un incremento del volumen de residuos agrarios. Además, este sistema agrícola está evolucionando hacia nuevas técnicas de cultivo que implican, no sólo la generación de residuos, sino también una mayor diversificación que hace más complicada su gestión.

El principal problema para la gestión de estos residuos agrarios no está sólo en su dispersión geográfica, sino también en su estacionalidad, ya que se genera gran cantidad en determinados periodos anuales, coincidiendo con la finalización de las campañas agrícolas. Por este motivo, la capacidad máxima de recogida y almacenamiento y el proceso de gestión están condicionados por el volumen generado al finalizar los ciclos de cultivo.

En este contexto, surge el proyecto RECICLAND que pretende paliar dichos problemas y contribuir a la gestión sostenible de los residuos generados en los procesos productivos. Concretamente, el objetivo general de este proyecto es desarrollar actividades demostrativas piloto, informando de modo práctico sobre diferentes técnicas para la gestión específica de residuos inorgánicos y restos vegetales. Para ello, se ha establecido un área de reciclaje, junto con actividades de transferencia (jornadas prácticas, visitas, vídeos demostrativos y publicaciones) en el Centro IFAPA La Mojónera (Almería).

Palabras clave: agricultura intensiva, residuos agrícolas, gestión de residuos, sostenibilidad, economía circular.

¹IFAPA La Mojónera, Almería; ²IFAPA Alameda del Obispo, Córdoba; ³IFAPA Camino del Purchil, Granada (IFAPA, CAGPDS, Andalucía, España); ⁴Intecnatur; ⁵Casur SCA



Recicland, demonstration on the management of organic and inorganic waste from agriculture

MCarmen García-García², MRosa Granados García¹, Encarnación Samblás Punzano¹, Miguel Talavera Rubia², MTeresa Soriano Vallejo³, MLuz Segura Pérez¹, Samir Sayadi Gmada³, Salvador Parra Gómez¹, Dirk Janssen¹, Evangelina Medrano Cortés¹, MMilagros Fernández Fernández³, Francisco de Cara García¹, Rafael Baeza Cano¹, José Manuel Torres Nieto⁴, Isidoro Carricondo Martínez⁵, MMar Téllez Navarro¹

Abstract:

Protected agriculture, which takes place mainly on the eastern coast of Andalusia, constitutes the major economic and social activity for this region. However, greenhouse area exponential growth has led to an increase in the volume of agricultural waste. In addition, this agricultural system is evolving towards new cultivation techniques that not only involve the generation of waste, but also a greater diversification that makes its management hard to tackle.

The main issue regarding management of this agricultural waste is not only its geographical dispersion, but also its seasonality, as a large quantity is generated during certain periods of the year, coinciding with the end of agricultural campaigns. Indeed, the maximum collection and storage capacity and the management process itself are conditioned by the volume generated at the end of cropping cycles.

In this context, the RECICLAND project arises, which aims to alleviate these problems and contribute to the sustainable management of the waste generated in the production processes. Specifically, the general objective of project is to develop pilot demonstration activities, providing practical information on different techniques for the specific management of inorganic waste and plant debris. For this purpose, a recycling area has been set up, where transference activities such as practical workshops, guide visits, demonstration, videos, and publications are being carried out in IFAPA La Mojonera (Almería).

Key Words: intensive agriculture, agricultural waste, waste management, sustainability, circular economy.

¹IFAPA La Mojonera, Almería; ²IFAPA Alameda del Obispo, Córdoba; ³IFAPA Camino del Purchil, Granada (IFAPA, CAGPDS, Andalucía, España); ⁴Intecnatur; ⁵Casur SCA

1. INTRODUCCIÓN

La horticultura protegida, que se desarrolla en las 35.000 ha del litoral oriental andaluz y que comprende las provincias de Almería (90%) y Granada (10%), supone una importante actividad económica y social para la toda Comunidad Andaluza. Sin embargo, el crecimiento continuo de la superficie de cultivo y los cambios en el manejo de los cultivos, así como la alta dependencia de insumos, han hecho que el volumen de residuos agrarios no solo se haya incrementado, sino que además se ha diversificado, haciendo difícil su gestión.

La estimación realizada para 35.000 ha dedicada a la horticultura muestra que se producen 90.738,27 t de residuos inorgánicos y un volumen de 187.050 m³ anualmente (Sayadi y col., 2019). El mantenimiento de la estructura de abrigo (43,22%) y el plástico para desinfección (23,21%) son las funciones productivas con un mayor porcentaje de producción de residuos inorgánicos. Asimismo, según Cajamar, (2016), anualmente, se producen 2 millones de toneladas de restos vegetales frescos en la provincia de Almería.

La problemática asociada a los residuos agrarios deriva principalmente de su estacionalidad, ya que en determinados momentos se genera una elevada producción de restos, que condiciona su recogida y almacenamiento, y como consecuencia su gestión (Sayadi y col., 2019; Cajamar, 2016). La gestión de residuos supone una complicación para el agricultor de pequeñas explotaciones, debido a su heterogeneidad y a las normas específicas que regulan cada uno de ellos. Por tanto, es necesario el desarrollo de estrategias específicas que permitan establecer procedimientos claros y sencillos para su correcta gestión y que, además, permitan al agricultor su valorización, considerando su contribución a los principios de la bioeconomía circular en sus procesos productivos.

En este contexto, se ha puesto en marcha el proyecto de transferencia de tecnología RECICLAND, acrónimo de “Actividades de demostración e información para la gestión de residuos sólidos derivados de la horticultura protegida”, a iniciativa de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, y gestionado a través del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA) con financiación FEADER, y que actualmente está en fase de ejecución.

El objetivo general de este proyecto es transferir mediante actividades formativas y demostrativas aquellas prácticas agrícolas en consonancia con la reutilización o reciclado de materiales inorgánicos y orgánicos generados en los cultivos de invernadero. Estas actividades de transferencia van dirigidas principalmente a todos los agentes de la cadena de valor hortícola y también a la propia sociedad para concienciar de que la gestión de los restos agrarios debe contemplarse desde la perspectiva de la bioeconomía circular.

2. MÉTODO/DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN

Título del proyecto: “Actividades de demostración e información para la gestión de residuos sólidos derivados de la horticultura protegida (RECICLAND)”.

Convocatoria: Reutilización de subproductos y reducción de residuos y emisiones.

Áreas temáticas asociadas: Protección de cultivos, Agricultura y Medio Ambiente, Economía de la Cadena Alimentaria, Ingeniería y Tecnología Agroalimentaria.

Centros IFAPA principal/participantes: Centro La Mojonera (Almería), Centro Camino del Purchil (Granada) y Centro Alameda del Obispo (Córdoba).

Fecha Inicio/Fin : 28-10-2019 hasta 31-10-2022 **Financiación:** FEADER

Presupuesto Total: 835.235,77€

El proyecto cuenta con un área de demostraciones, de 1.5 ha de superficie, ubicada en el Centro IFAPA La Mojonera (Almería). En este espacio se han diseñado diferentes zonas para el desarrollo de las actividades: una planta de compostaje (Figura 1a), una estación de clasificación y reducción de residuos agrarios (Figura 1b), un invernadero de ensayos y demostraciones con sistema de monitorización de clima y riego (Figura 1c), que permite definir las condiciones en las que se desarrollan los cultivos, y finalmente, un área de biodiversidad y reutilización de restos agrarios (Figura 1d).



Figura 1. Planta de compostaje (a), estación de gestión de residuos (b), invernadero experimental (c) y jardín de biodiversidad (d)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han establecido 5 líneas de trabajo que incluyen diferentes actividades como talleres, demostraciones y seminarios, en los que se mostrarán de forma práctica a los agentes del sector agrícola las diferentes técnicas para la gestión específica de residuos plásticos y de restos vegetales:

Prácticas de gestión e incorporación de restos vegetales

Los restos de cultivo aportan fertilidad al suelo, siendo un mecanismo regulador de la presencia de patógenos. El momento de aplicación, el origen del material vegetal, y el tipo de incorporación al suelo son factores clave a evaluar, ya que pueden afectar a cultivos posteriores. Para ello, desde el comienzo del proyecto se vienen realizando demostraciones de las diferentes prácticas de incorporación al suelo de restos vegetales, con distintas especies hortícolas y en diferentes fechas de enterrado cuyo efecto previsiblemente también será diverso sobre el suelo y el cultivo, y determinará su idoneidad para cada caso y explotación.

Para su desarrollo se ha puesto en marcha un invernadero experimental con controlador de clima y compartimentado en 4 módulos. Cada módulo cuenta con tensiómetros y sondas que permiten dosificar el riego evitando drenajes innecesarios y así evaluar el posible exceso de fertilizantes en el suelo. También disponen de sondas para medir de forma continua la temperatura en el suelo donde se incorporarán los restos. Se han planteado ya diversos experimentos con cultivo de pimiento y tomate, donde se están ensayando distintas alternativas de gestión de los restos vegetales, tanto durante como al finalizar sus ciclos de cultivo (figura 2).



Figura 2. Práctica de incorporación de restos de pimiento

Prácticas de gestión de residuos vegetales mediante compostaje

Una de las posibilidades de gestión y valorización de restos vegetales es el compostaje, optimizando costes de transporte y proceso, para obtener un producto que mejora las propiedades físico-químicas del suelo. El compost tiene un gran valor fertilizante y aumenta la capacidad de retención de agua del suelo (Segura y col., 2018). También se reduce la lixiviación y el impacto ambiental sobre los acuíferos.

Se están llevando a cabo talleres para mostrar de forma práctica el proceso de compostaje, considerando: estacionalidad, especie vegetal y mejora del valor fertilizante mezclando con otros materiales (estiércol, restos jardinería, etc.). Se evaluará su valor agrícola como enmienda orgánica, y su aplicación en fertirriego como té de compost, así como la viabilidad económica de pequeñas instalaciones individuales o colectivas.

Con estas prácticas se pretende que los participantes conozcan el proceso de compostaje para que el producto final reúna las mejores condiciones sanitarias para su uso como enmienda y fertilizante. Otro objetivo es que adquieran conocimientos de las instalaciones, equipos y maquinaria

necesarios, así como de las tareas a realizar, y aprender cómo manejar herramientas de control y seguimiento de parámetros físicos, químicos y ambientales que determinen un proceso de compostaje óptimo. Asimismo, se ofrecen datos relativos al coste económico que puede suponer la realización de este modelo de gestión de residuos vegetales frente a otras posibles alternativas.

Para la realización de estas prácticas se dispone, en el área demostrativa, de una planta piloto de compostaje. Se trata de una planta que tiene todas las características y funcionalidades de una planta industrial, donde todo el proceso está controlado y permite la obtención de compost en un periodo de entre 8 y 12 semanas. Incluye una zona de recepción de materiales de 80 m², una zona de proceso de 384 m², con una caseta de control, y una zona de almacenaje de producto final de 120 m². La zona de compostaje tiene 4 líneas de proceso de 10 metros de longitud cada una, un sistema de inyección de aire, y caudalímetros independientes para cada línea. La recogida de lixiviados se realiza en un depósito subterráneo de 5000 litros de capacidad. El control de temperatura e inyección de aire es automático. El volteo de las pilas se realiza con una volteadora autopropulsada (Figura 3).



Figura 3. Volteadora autopulsada

Tecnologías para la gestión y aprovechamiento de restos agrarios: compactación de residuos

El volumen de los residuos puede reducirse utilizando maquinaria específica. Esto hace que los costes de transporte desde la explotación hasta el punto de gestión sean minimizados. Puede ser una "solución verde", efectiva y rentable para las explotaciones agrícolas de consumo intensivo de insumos. Los materiales de compactación pueden ser de diferentes tipos como cartón, tela, plásticos, papel, incluso restos orgánicos. El objetivo de esta actividad es ofrecer la compactación como una solución práctica en la gestión y logística de transporte de los residuos (principalmente plásticos) así como establecer la tipología de los mismos y los tipos de contenedores para su separación, acondicionamiento mediante prensa compactadora y posterior gestión.

Se están realizando talleres donde se informa y se muestra la tipología de residuos, los tipos de contenedores para su separación, así como demostraciones de uso de una prensa compactadora, tras la correcta

separación de los residuos. Se informará mediante paneles explicativos el procedimiento de gestión: normativas, transporte, documentos y trazabilidad del sistema.

Para la realización de esta actividad dentro del área de demostraciones, se cuenta con una estación de reciclaje, que contiene de forma expositiva, los tipos de residuos y sus respectivos contenedores, así como una prensa compactadora (Figura 4).

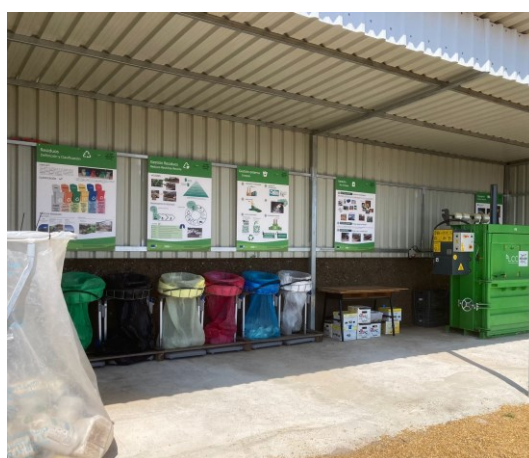


Figura 4. Estación de reciclaje

▪ Prácticas de gestión de insumos plásticos y utilización de insumos alternativos

La generación de residuos plásticos de diferente tipología, tales como plásticos para solarización, acolchados, hilos de entutorado, supone no solo un problema medioambiental sino también un coste adicional para los agricultores. En el caso de las rafias, limitan la gestión de los restos vegetales, tanto si se compostan como si se incorporan al suelo. Su retirada supone un incremento de los costes y de los tiempos de ejecución de esta tarea.

Uno de los objetivos de esta actividad es poner a punto técnicas de entutorado en los cultivos con el fin de minimizar los costes de explotación, bien mediante implementación de técnicas de entutorado que faciliten la posterior

retirada, o bien reutilizando parte de la rafia reduciendo costes además de reducir la cantidad de residuo generado.

Por otra parte, las rafias de entutorado y los plásticos para acolchados de suelos suponen un porcentaje importante de los residuos plásticos que se generan, y además no suelen ser ni biodegradables ni compostables. Las rafias son un problema añadido por la dificultad de compostar los restos vegetales mezclados con estos hilos de rafia. Otro objetivo planteado en esta actividad es sustituir los plásticos de entutorado y de acolchados por materiales biodegradables y/o compostables (OIL REINWASTE, 2019).

Se contemplan diferentes tipos de prácticas mostrando técnicas de entutorado para reutilización de rafias, evaluando tiempos de ejecución de labores de entutorado y retirada de rafia, porcentaje de reutilización y costes asociados. Por otra parte, se están llevando a cabo ensayos demostrativos con cultivos, utilizando diferentes materiales biodegradables y/o compostables para evaluar su viabilidad (Figura 5a).

Estas actividades se están llevando a cabo en el invernadero experimental anteriormente descrito y también se cuenta con un mueble expositor donde se muestran los distintos materiales evaluados junto a sus fichas técnicas como información general (Figura 5b).



Figura 5. Expositor de materiales (a) y ensayo demostrativo de tipos de rafia en campo (b)

Valorización de residuos agrarios para mejora del control biológico y la biodiversidad

La mayoría de los suelos que rodean los invernaderos de Almería son suelos degradados, con muy poca actividad microbiana, por lo que la aplicación de enmiendas orgánicas no solo podría facilitar su recuperación sino aumentar su biodiversidad. Por otra parte, la implantación de infraestructuras ecológicas (setos, bandas florales, refugio de insectos...) ayuda a mejorar la supervivencia de los enemigos naturales (recursos), favoreciendo el control biológico por conservación (Rodríguez y col., 2018). Sin embargo, la implantación de estas infraestructuras no es tarea sencilla en tierras degradadas. El objetivo que se persigue es la valorización de los residuos agrarios utilizando compost para mejorar el suelo donde se establecerán setos, y mediante la reutilización de residuos inorgánicos (palets, cartones, bidones...) para la construcción de nidasles o refugios de enemigos naturales y polinizadores.

En esta actividad se contemplan visitas al Jardín de la biodiversidad que forma parte del área demostrativa del proyecto, donde se exponen distintos materiales, generados como residuos de la actividad agraria, y se muestra cómo pueden ser reutilizados y reciclados para construir distintas infraestructuras ecológicas (figura 6).



Figura 6. Infraestructuras ecológicas: material reutilizable (a), y refugio de insectos para fomentar la biodiversidad (b)

4. CONCLUSIONES

Para acercarnos a una agricultura cada vez más sostenible es necesario transmitir al sector un modelo encaminado hacia una economía circular. De este modo, se han establecido jornadas prácticas, dirigidas a técnicos y agricultores, para mostrar soluciones a la gestión de residuos orgánicos e inorgánicos procedentes de la agricultura.

En las actividades llevadas a cabo en el proyecto Recicland durante 2021 destacan 24 jornadas y 10 visitas guiadas. En total han participado 718 personas, en su mayoría agricultores, técnicos y estudiantes relacionados con el sector agrícola. Otros organismos públicos y empresas afines al sector han supuesto el 10% de las visitas relativas a este proyecto en el que participan varios Centros del IFAPA. El proyecto, por tanto, está divulgando las posibilidades y tecnologías existentes para lograr el objetivo del reciclaje completo de los residuos generados en la horticultura intensiva y producir de manera más eficiente y más sostenible, siguiendo un modelo de producción encaminado hacia una economía más circular. El siguiente paso será la elección de la mejor forma para implementarlo, casi con toda seguridad, de forma colectiva, con la

participación de todos los agentes y administraciones afectadas, y con los conocimientos adquiridos gracias a este proyecto.

REFERENCIAS

- CAJAMAR (2016). Residuos vegetales procedentes de los invernaderos de Almería. Ficha de transferencia 017, Ed. Cajamar.
- RODRÍGUEZ E., TÉLLEZ M.M., RUANO F., GONZÁLEZ M., FORONDA J., OI F. (2018). Estudio de la diversidad en la horticultura protegida: Crisopas (Biodiversidad III). Almería. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 1-15p. (formato digital e-book).
- SAYADI-GMADA, S.; RODRÍGUEZ-PLIEGUEZUELO, C.R.; ROJAS-SERRANO, F.; PARRA-LÓPEZ, C.; PARRA-GÓMEZ, S.; GARCÍA-GARCÍA, M.C.; GARCÍA-COLLADO, R.; LORBACH-KELLE, M.B.; MANRIQUE-GORDILLO, T., (2019). Inorganic waste management in greenhouse agriculture in Almería (SE Spain): Towards a circular system in intensive horticulture production. Sustainability 11 (14), 3782. <https://doi.org/10.3390/su11143782>
- SEGURA M.L., LLANDEAL A., GARCÍA J.M., FERNÁNDEZ M.M. (2018). Aprovechamiento de los residuos de cultivos hortícolas para reciclar materia orgánica y nutrientes. Revista Horticultura, Interempresas (online), <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/222222-Aprovechamiento-residuos-cultivos-hortícolas-para-reciclar-materia-orgánica-nutrientes.html>
- OIL, LABORATORIO DE INNOVACIÓN ABIERTA del proyecto REINWASTE (2019). Rediseñar la cadena de suministro alimentario testando soluciones Innovadoras para reducir los RESIDUOS inorgánicos. Conclusiones de las mesas temáticas del laboratorio de innovación abierta. Aguadulce, Almería. 23/5/2019.