P10. Estrategias agroecológicas para el control de malas hierbas en calabacín en el área biogeográfica mediterránea

P10. Agroecological strategies for weed control in zucchini in the Mediterranean biogeographical area

PAZOOKI H[1], TORRES-PAGÁN N[1], MARCO-GALIANO C[1], POBES-BAILO V[1], RODRÍGUEZ-GARCÍA D[1], FORMICA V[2], DE LOS RÍOS N[1], MARTINEZ-BERNAL V[1], BASTIDA-ALBADALEJO P[1], DI MERCURIO M[3], VERDEGUER M[1]

[1]*Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universitat Politècnica de València, Valencia, España;* [2]*Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente, Università degli Studi di Catania, Italia;* [3]*Dipartimento di Scienze Biotecnologiche di Base, Cliniche Intensivologiche e Perioperatorie, Università Cattolica del Sacro Cuore, 00168 Rome, Italia*

DOI: 10.20350/digitalCSIC/29273

Email (por orden de autoría): hpazook@upv.es; natorpa@upv.es; cmargal@upv.es; vpobbai@upv.es; drodrig3@upv.es; valentina.formica@phd.unict.it; ndelosrios@college.harvard.edu; vmarber@posgrado.upv.es; pbasalb@etsiamn.upv.es; mattia.dimercurio@unicatt.it; merversa@eaf.upv.es

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes en la región mediterránea, donde las condiciones climáticas permiten una producción intensiva, tanto en campo abierto como en sistemas protegidos. Sin embargo, la interferencia de las malas hierbas limita la productividad del cultivo, reduciendo el rendimiento y aumentando los costes de producción. Además, el control químico está cada vez más restringido debido al reducido número de herbicidas autorizados y al riesgo de fitotoxicidad. En este contexto, durante la campaña de 2025 se realizó un experimento de campo en un cultivo de calabacín situado en Meliana (Valencia, España), en el marco del proyecto europeo AGROSUS, que estudia estrategias agroecológicas para el manejo de malas hierbas en cultivos clave europeos. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes estrategias agroecológicas de manejo de malas hierbas sobre la flora arvense y el cultivo de calabacín. Se compararon tres estrategias agroecológicas: (i) rotación de cultivos combinada con biofilm y control mecánico; (ii) rotación de cultivos combinada con acolchado de paja de arroz y control mecánico; y (iii) rotación de cultivos combinada con acolchado de paja de maíz y control mecánico. Estas estrategias se evaluaron frente a un sistema convencional, basado en acolchado de plástico negro. La flora arvense se evaluó a lo largo del ciclo del cultivo, determinando las especies, su cobertura y estado fenológico. Las variables agronómicas estudiadas incluyeron el índice SPAD, la floración y fructificación, el número de frutos por planta y los parámetros de calidad del fruto.

Palabras clave: Agroecología, gestión integrada de arvenses, acolchado, calabacín, paja de arroz, paja de maíz.

Zucchini (Cucurbita pepo L.) is one of the most important horticultural crops in the Mediterranean region, where climatic conditions allow intensive production in both open-field and protected systems. However, weed interference limits crop productivity by reducing yield and increasing production costs. In addition, chemical weed control is becoming increasingly restricted due to the limited number of authorised herbicides and the risk of crop phytotoxicity. In this context, a field experiment was conducted during the 2025 growing season in a zucchini crop located in Meliana (Valencia, Spain), within

the framework of the European project AGROSUS, which studies agroecological strategies for weed management in key European crops. The aim of this study was to evaluate the effect of different agroecological weed management strategies on weed flora and zucchini crop performance. Three agroecological strategies were compared: (i) crop rotation combined with biofilm and mechanical control; (ii) crop rotation combined with rice straw mulch and mechanical control; and (iii) crop rotation combined with maize straw mulch and mechanical control. These strategies were evaluated against a conventional system based on black plastic mulch. Weed flora was assessed throughout the crop cycle by determining species composition, coverage, and phenological stage. Agronomic variables included SPAD index, flowering and fruiting phenology, number of fruits per plant, and fruit quality parameters.

Keywords: *Agroecology, integrated weed management, mulching, zucchini, rice straw, maize straw.*

1. Introducción

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) es uno de los cultivos hortícolas más importantes en Europa, especialmente en la región mediterránea, donde predominan los sistemas de producción intensivos. La competencia ejercida por las malas hierbas es una limitación agronómica importante, ya que reduce el rendimiento del cultivo al competir por luz, agua y nutrientes. Además, afecta al crecimiento, disminuye la calidad comercial de los frutos, dificulta la recolección y aumenta los costes de producción asociados a su control. (Oerke, 2006). El grado de interferencia de las malas hierbas depende tanto del cultivo como de las especies arvenses presentes, así como de su densidad, distribución espacial y la duración de la interferencia (Recasens y Conesa, 2021). Estudios recientes han demostrado que estrategias alternativas de manejo pueden reducir eficazmente la biomasa y densidad de las malas hierbas manteniendo la productividad del cultivo, aunque dichas prácticas pueden modificar la composición de las comunidades arvenses (Chirilli *et al.*, 2025).

Como respuesta a estos desafíos, el manejo integrado y agroecológico de malas hierbas (Agroecological Weed Management, AWM) se ha convertido en una prioridad estratégica en el contexto europeo. En este sentido, el AWM ha emergido como un enfoque sostenible basado en la integración de procesos ecológicos y prácticas diversificadas, tales como acolchados, rotaciones de cultivo y control mecánico, con el objetivo de regular las comunidades de malas hierbas (Boinot *et al.*, 2024). Estas estrategias se encuentran alineadas con las políticas europeas actuales, incluyendo el Pacto Verde Europeo (*Green Deal*) y la estrategia *Farm to Fork*, que persiguen reducir en un 50 % el uso de pesticidas para 2030 y promover sistemas agrícolas más sostenibles. Por ello, este estudio se enmarca en el proyecto europeo AGROSUS (*Agroecological Strategies for Sustainable Weed Management*), financiado en el marco del programa Horizon Europe, cuyo objetivo es identificar herramientas y estrategias agroecológicas para la prevención y el control de malas hierbas en los cultivos clave europeos, en las 11 regiones biogeográficas europeas, incluida la región mediterránea (Sánchez-Moreiras *et al.*, 2024).

2. Material y métodos

El ensayo fue realizado en una parcela comercial de la empresa Verdures Gorrito S.L, situada en el término municipal de Meliana (Valencia, España) entre el 08/05/2025 y el 07/07/2025. Se probaron 3 estrategias agroecológicas (combinaciones de al menos 3 medidas agroecológicas) en un campo de calabacín convencional, donde se aplican tratamientos herbicidas desde hace más de 10 años. Las estrategias agroecológicas que se ensayaron fueron: 1) Rotación de cultivos combinada con control mecánico y plástico negro (manejo convencional del cultivo); 2) Rotación de cultivos combinada con control mecánico y biofilm; 3) Rotación de cultivos combinada con control mecánico y acolchado de paja de arroz

y 4) Rotación de cultivos combinada con control mecánico y acolchado de paja de maíz. Se realizó un diseño de bloques al azar para cada estrategia, con 4 repeticiones. Cada repetición tenía 3 filas de cultivo, con 5 plantas en cada una (15 plantas en total). La distancia entre líneas de cultivo fue de 1,2 m y la separación entre plantas en la misma línea de 0,8 m. Se utilizó un sistema de fertirrigación localizada y se garantizó un correcto manejo de la sanidad del cultivo durante la realización del experimento.

Para evaluar el número de frutos producidos por cada tratamiento, se recolectaron frutos de 4 plantas seleccionadas de las 15 de cada repetición, y se cosecharon cada 3 días entre el 03/06/2025 y el 04/07/2025. Una vez recolectados, los frutos se clasificaron en función de su calidad comercial en frutos en estado comercial, grandes, deformes y pequeños.

3. Resultados y discusión

Las diferentes estrategias agroecológicas ensayadas generaron variaciones tanto en el número de frutos para cada categoría de fruto evaluada (comerciales, grandes, pequeños e irregulares), como en el peso medio de los frutos de calabacín (figura 1). La incorporación de materiales orgánicos como acolchados tuvo un efecto favorable en el cultivo, ya que el tratamiento de paja de arroz produjo un mayor número de frutos comerciales y la cobertura de malas hierbas no mostró diferencias estadísticamente significativas con respecto al control (plástico negro convencional) (figura 1). Estos resultados coinciden con los hallazgos de Bucki *et al.* (2021), quienes observaron que los acolchados orgánicos y el laboreo reducido favorecen el rendimiento del calabacín y reducen la interferencia de malas hierbas mediante la mejora de las condiciones microclimáticas y edáficas. Asimismo, Visconti *et al.* (2024) señalaron que los acolchados con paja de arroz en condiciones mediterráneas contribuyen a aumentar la humedad y moderar la temperatura del suelo, favoreciendo un entorno más adecuado para el desarrollo del cultivo.

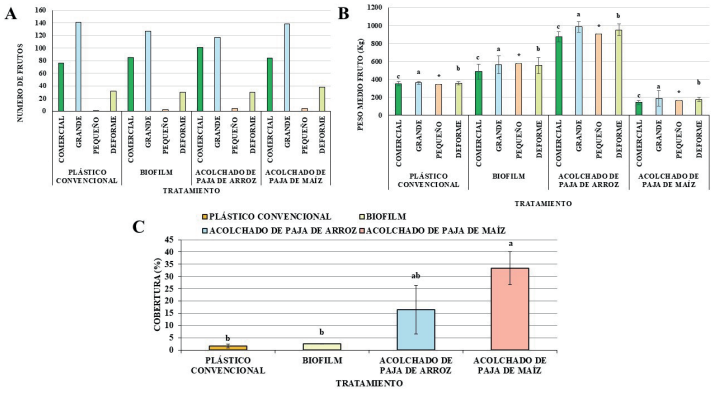

Figura 1. Efecto de los diferentes tratamientos de acolchado sobre la producción de frutos y la cobertura de malas hierbas. (A) Número de frutos clasificados según su categoría comercial: comercial, grande, pequeño y deforme. (B) Peso medio de los frutos (kg) para cada categoría. (C) Cobertura de malas hierbas (%) registrada en los tratamientos. En la figura 1A, los valores representan el sumatorio de frutos para cada categoría por tratamiento. En las figuras 1B y 1C, los valores representan la media ± error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos según la prueba LSD de Fisher ($p \leq 0,05$). Los valores con * indican los casos en los que no se realizó el análisis estadístico debido a un número insuficiente de observaciones.

El tipo de acolchado no modificó significativamente el peso medio de los frutos dentro de una misma categoría (datos no presentados). Sin embargo, en cada tratamiento se observaron diferencias significativas entre las categorías de fruto, tal como se muestra en la figura 1B.

La cobertura total de malas hierbas fue significativamente mayor en el acolchado de paja de maíz que en el plástico negro, el biofilm y la paja de arroz. Las especies se presentan en orden decreciente de abundancia relativa: bajo plástico negro predominaron *Cyperus rotundus* L., *Amaranthus blitoides* S. Watson y *Sonchus tenerrimus* L.; en el biofilm, *C. rotundus* y *A. blitoides* mostraron una abundancia similar. En la paja de arroz predominaron *A. blitoides*, *Coriandrum sativum* L. (cultivo precedente) y *Setaria verticillata* (L.) P. Beauv. En la paja de maíz predominaron *C. sativum*, *S. verticillata* y *A. blitoides*, seguidas por *Portulaca oleracea* L. y *Sonchus oleraceus* L., estas dos últimas no detectadas en los demás tratamientos.

4. Conclusiones

Entre las medidas agroecológicas evaluadas, el acolchado con paja de arroz mostró el comportamiento agronómico más favorable, al presentar el mayor número de frutos comerciales y una cobertura de malas hierbas significativamente inferior a la registrada con paja de maíz. La flora asociada a este tratamiento estuvo dominada por *A. blitoides*, seguida de *C. sativum* y *S. verticillata*. El acolchado con paja de maíz presentó la mayor cobertura de malas hierbas, con predominio de *C. sativum*, *S. verticillata* y *A. blitoides*, además de *P. oleracea* y *S. oleraceus*. No obstante, esta mayor infestación no se asoció con una reducción del número total de frutos ni con cambios significativos en su peso medio, lo que indica que, bajo las condiciones del ensayo, la competencia ejercida por la comunidad arvense no disminuyó la producción del cultivo. Los acolchados de paja constituyen, por tanto, alternativas potencialmente más sostenibles para el control de malas hierbas en el cultivo de calabacín en la región mediterránea, al reducir el uso de materiales plásticos. Se deberían ensayar en otros cultivos, ciclos y condiciones edafoclimáticas para poder evaluar su comportamiento y aplicabilidad en diferentes sistemas productivos.

5. Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Programa Marco Horizonte Europa de la Unión Europea (HORIZON-CL6-2022-FARM2FORK-02-01), proyecto AGROSUS (Project ID: 101084084; AGROecological strategies for SUStainable weed management in key European crops).

Referencias

BOINOT S, ALIGNIER A & STORKEY J (2024) Landscape perspectives for agroecological weed management: A review. Agronomy for Sustainable Development, 44, 7.

BUCKI P, REGDOS K, SIWEK P, DOMAGAŁA-ŚWIĄTKIEWICZ I & KASZYCKI P (2021) Impact of soil management practices on yield quality, weed infestation and soil microbiota abundance in organic zucchini production. Scientia Horticulturae, 281, 109989.

CHIRILLI C, BIAFORA A, GIACCARDI A, BENEDETTELLI S & MIGLIORINI P (2025) Impact of different agroecological practices for weed management on weeds and crops development. Agronomy, 15, 2335.

OERKE EC (2006) Crop losses to pests. The Journal of Agricultural Science, 144, 31-43.

RECASENS J & CONESA JA (2021) Weeds at the seedling stage: Identification guide. Lleida: Universitat de Lleida & Bayer CropScience.

SÁNCHEZ-MOREIRAS AM, VIEITES-ÁLVAREZ Y, FERNÁNDEZ CALVIÑO D, CAMPILLO C, GONZÁLEZ-DE-SANTOS P, RODRÍGUEZ SILVA T, FEDONIUK T, SYNOWIEC A, ALMEIDA PINHEIRO DE CARVALHO MM, VITYI A, ARANITI F, NACHER J, BOLAT İ, ZORNOZA R, VERDEGUER M, SHANSKIY M, REINHARDT-WEIK H, JÓHANNESSON H & PIRON L

(2024) Agroecological strategies for sustainable weed management in economically important European crops (AGROSUS). Revista de Ciências Agrárias, 47, 1-10.

VISCONTI F, PEIRÓ E, PESCE S, BALUGANI E, BAIXAULI C & DE PAZ JM (2024) Straw mulching increases soil health in the inter-row of citrus orchards from Mediterranean flat lands. European Journal of Agronomy, 154, 127115.