

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Variedades de camelina mejor adaptadas para el cultivo en Madrid

Proyecto CAMEVAR





VARIETADES DE CAMELINA MEJOR ADAPTADAS
PARA EL CULTIVO EN MADRID

CONAMA 2020

Autor Principal: David Mostaza-Colado (IMIDRA – Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario)

Otros autores: Pedro V. Mauri Ablanque (IMIDRA); Aníbal Capuano (CCE – Camelina Company España).

ÍNDICE

Resumen.....	2
Introducción.....	3
Ubicación de los ensayos	5
Resultados.....	7
Discusión	8
Conclusiones	9
Financiación del proyecto	9
Bibliografía	9

RESUMEN

El proyecto CAMEVAR (Variedades de camelina mejor adaptadas para el cultivo en Madrid) del Grupo Operativo (GO) CAMELINA tiene como objetivo el desarrollo de ensayos con variedades alternativas de *Camelina sativa* (L.) Crantz durante 3 campañas agrícolas (2018 a 2021). Todo ello enfocado a implementar sistemas de cultivo sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y la diversidad y que a la vez sean más rentables para el agricultor.

Para alcanzar estos hitos se ha consolidado un GO formado por IMIDRA, Camelina Company España, ASAJA Madrid y el agricultor Julián Caballero de la Peña. Igualmente, cada componente del GO aporta los conocimientos tecnológicos, prácticos y científicos necesarios para alcanzar el objetivo principal.

El GO CAMELINA ha trabajado con hasta 33 variedades diferentes de camelina en ensayos de campo para determinar los rendimientos de semilla cosechada (hasta 1.100kg/ha), así como las dosis de siembra, fecha de siembra y dosis de fertilizante ideales para el cultivo. También se ha estudiado el potencial de germinación de cada variedad mediante ensayos in-vitro, y se tiene previsto ejecutar un ensayo de vernalización para analizar el comportamiento de la camelina a las heladas. Finalmente, se han empleado técnicas avanzadas de teledetección y sensorización de las parcelas de ensayo para optimizar la toma de datos relativos al cultivo, su crecimiento y su salud.

De los resultados de estos ensayos se obtendrán aquellas variedades más adaptadas para el cultivo en la Comunidad de Madrid y climas similares como los de las mesetas. De manera que se pueda introducir la camelina como una alternativa sostenible en rotaciones agrícolas de secano o zonas semi-áridas donde otras oleaginosas no son competitivas.

INTRODUCCIÓN

La camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) es una planta de la familia de las Brassicaceae, que comprende numerosas especies de uso antrópico, como alimento fresco o industrializado, plantas forrajeras, medicinales u ornamentales. En concreto, la camelina es un cultivo oleaginoso de mucha antigüedad; pues se sabe que en el pasado se cultivaba principalmente para la producción de alimentos. En la actualidad, sin embargo, es una especie vegetal que tiene numerosas aplicaciones industriales. Se desconoce su origen, aunque se considera que es una especie nativa del sudeste de Europa y el sudoeste de Asia. Su cultivo está documentado desde la Edad de Bronce (cultura lusaciana 1350 a.C – 400 a.C); y existen indicios de su posterior expansión hacia la zona de Europa Central y más tarde hacia América del Norte, probablemente por la presencia de impurezas en las semillas de cáñamo y de otros cultivos [1]–[3].

El auge actual de este cultivo se basa en la necesidad que tienen las grandes potencias agrarias, como Europa y Estados Unidos, de contar con cultivos alternativos para ayudar a diversificar sus sistemas agrícolas y promover los servicios al ecosistema. La camelina es un cultivo oleaginoso multipropósito, que se puede alternar con cultivos tradicionales para incrementar la biodiversidad de los ecosistemas y generar beneficios ambientales adicionales. Además, en un ciclo de invierno, es altamente adaptable y puede funcionar como cultivo rentable en climas mediterráneos como el del centro peninsular [4]–[6].

Por todo ello, el interés por el cultivo de la camelina ha aumentado sustancialmente durante los últimos 15 años; principalmente porque el aceite de sus semillas es una excelente materia prima para producir biocombustibles con bajas emisiones de carbono. Además, tiene un perfil único de ácidos grasos, lo que lo hace apto como aceite comestible. También está muy demandada por la industria farmacéutica y cosmética para la formulación de todo tipo de productos de cuidado personal. Así, se está promoviendo el cultivo de camelina como un cultivo alternativo en regiones de secano (incluso con bajas precipitaciones), debido a su bajo requerimiento de fertilizantes y su elevada tolerancia a la sequía. Se trata, por tanto, de introducir un cultivo más en la ecuación, que permita ampliar la diversidad de coberturas resistentes al invierno como medida para reducir la erosión del suelo durante los meses fríos, incrementar la rotación de cultivos y la sustitución de barbechos y fomentar un sector agrícola inteligente, resistente y diversificado de cara a la nueva política agraria común (PAC) [7], [8].

La ventaja de los cultivos de cobertura como la camelina es que se siembran principalmente con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo y controlar malezas y plagas. Entre sus características se encuentra que mejoran la calidad del suelo gracias al aumento de la concentración de materia orgánica, lo que supone también una mejora de la estructura del suelo, así como del contenido de agua y la concentración de nutrientes [8].

En el aspecto del fomento de un sector agrícola inteligente, resistente y diversificado, la camelina es un cultivo oleaginoso que no compite con el sector alimentario. Presenta unos requerimientos nutricionales bajos en cuanto a macronutrientes y contribuye a disminuir los problemas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), puesto que puede ser cultivada en terrenos marginales o en rotaciones de cereales sustituyendo al barbecho. Además, muestra un considerable potencial agronómico y ecológico para reemplazar al barbecho. Otra ventaja adicional de este cultivo es la tolerancia a las heladas y a la sequía, y que es íntegramente mecanizable con maquinaria comercial empleada en el cultivo de cereales de invierno [9], [10].

En lo que respecta al cuidado del medio ambiente y la acción por el clima, la camelina, como cultivo resistente a las sequías, puede reducir hasta un 80% la emisión de GEI. Los insumos para su cultivo son mínimos y el aceite obtenido puede emplearse como precursor de biocombustibles o en la industria farmacéutica o cosmética. Asimismo, su cultivo genera una amplia cubierta vegetal que protege a los suelos de la erosión y que proporciona alimento y hábitat para especies polinizadoras y melíferas durante el periodo de floración; lo que ayuda a reducir de manera significativa la pérdida de biodiversidad e incrementa los servicios al ecosistema de acuerdo a las estrategias previstas en la propuesta de reforma de la PAC [11], [12].

Por último, en lo concerniente al fortalecimiento del tejido socio económico de las zonas rurales, el cultivo de camelina puede ser un buen candidato para el reemplazo de barbechos en un país como España. Donde existen más de 3 millones de hectáreas de este manejo y el cultivo de especies oleaginosas por provincias es irregular (Figura 1).

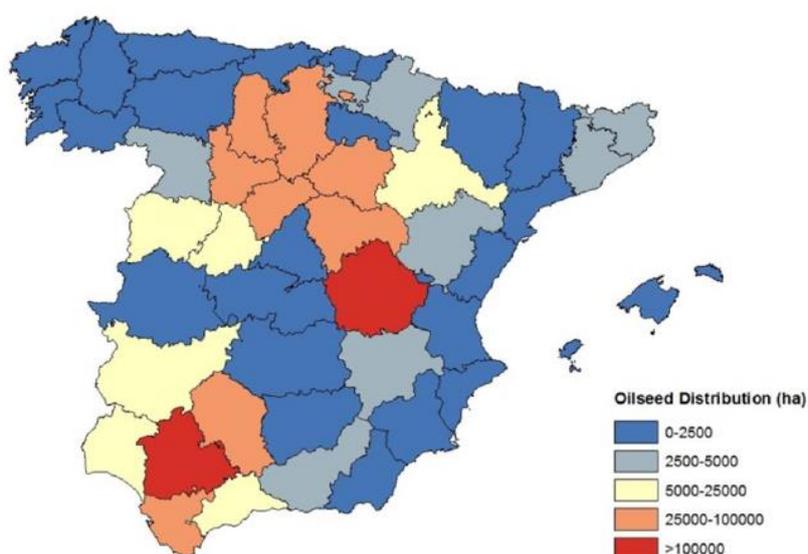


Figura 1. Distribución de cultivos oleaginosos en Península y Baleares.

La introducción y normalización del cultivo de camelina en las previsiones del agricultor supondrían un aporte de ingresos adicionales a un bajo riesgo y serviría como solución a la necesidad de una alternativa al monocultivo de cereales de secano en España. Al mismo tiempo, la fácil implementación de este cultivo, junto con su tolerancia a las sequías, su elevada resistencia a enfermedades y plagas de crucíferas y su efecto alopático lo reafirman como un excelente candidato para cumplir con estos objetivos.

Para dar respuesta a este desafío, surge el proyecto CAMEVAR “Variedades de camelina mejor adaptadas para el cultivo en Madrid” del GO autonómico CAMELINA, que se ejecutará hasta septiembre de 2021. Un proyecto cofinanciado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) – Europa invierte en zonas rurales.

CAMEVAR está formado por cuatro miembros que reúnen los conocimientos tecnológicos, prácticos y científicos suficientes para alcanzar el objetivo propuesto. Así, Camelina Company España (CCE) aporta la experiencia en el planteamiento y ejecución de proyectos, además de

llevar años implementando el cultivo de camelina en España; ASAJA ofrece el contacto con asociaciones agrarias y agricultores a través de informes técnicos y publicaciones en revistas de información general y especializadas (difusión); el agricultor Julián Caballero se encargará de testar las variedades seleccionadas por CAMEVAR a partir del segundo y tercer año de proyecto; y finalmente IMIDRA aportará la excelencia científica en la caracterización y gestión de cultivos herbáceos, experiencia en el planteamiento de experiencias afines y los instrumentos y metodologías necesarias para el desarrollo de los hitos planteados en el proyecto.

El pilar principal del proyecto es la evaluación de variedades de camelina adaptadas a la zona central de la península (Comunidad de Madrid); y para ello el GO trabaja con diversas variedades de camelina proporcionadas por CCE. En el ciclo de cultivo 2019/2020 se ha aumentado el número de variedades sembradas y se han empleado parcelas de varias de las instalaciones de IMIDRA: Finca El Encín (Alcalá de Henares), Finca La Chimenea (Aranjuez) y Finca La Isla (Arganda del Rey). La finalidad es evaluar el comportamiento de estas variedades en diferentes zonas de la geografía de la Comunidad de Madrid, de manera que pueda extrapolarse a otras zonas climáticas. Durante estos ensayos se evaluará el crecimiento y rendimiento de cada una de las variedades para determinar cuál de ellas es la que tiene mayor producción de grano.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

Para el ensayo de variedades del cultivo de camelina se emplearon diversas parcelas ubicadas en 3 fincas de IMIDRA (El Encín – Alcalá de Henares, La Chimenea – Aranjuez y La Isla - Arganda) (Figura 2). Cada una de estas fincas se ubica en diferentes lugares de la Comunidad de Madrid, por lo que se buscaba diversificar las condiciones ambientales de cultivo y estudiar el comportamiento de algunas variedades de camelina.

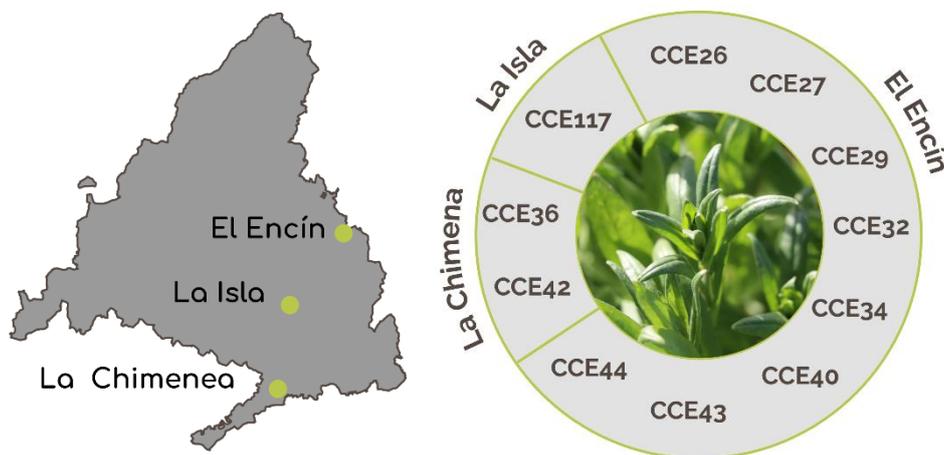


Figura 2. Ubicación de las fincas de cultivo y variedades empleadas en cada una de ellas.

Se seleccionaron parcelas de más de 1 hectárea de extensión para reducir el efecto de borde en el cultivo de camelina, que anteriormente hubiesen tenido cereal u otro cultivo y con un manejo de laboreo entre cultivos. En estas parcelas se hizo un pase de cultivador seguido por otro de rulo y se añadió abono triple 15 a una dosis de 250kg/ha. La siembra se produjo entre la segunda quincena del mes de noviembre de 2019 y la primera semana de diciembre de 2019. Para ello se empleó una sembradora convencional ajustada a una dosis de entre 8kg/ha y 10kg/ha de semilla. Las botas de la sembradora se ajustaron para que tocasen la superficie del terreno muy

ligeramente, para evitar el enterrado de la semilla y que esta quedase a una profundidad superficial menor a 1cm (Figura 3).



Figura 3. Sembradora “Solá” empleada para la siembra de camelina en la Finca El Encín.

Al mes aproximado de la fecha de siembra, con la planta en roseta, se pasó de nuevo el rulo para asegurar la compactación del terreno y evitar problemas futuros en el peine de la cosechadora. Finalmente, al comienzo del invierno (mes de febrero) se abonaron de nuevo las parcelas con abono NSA (nitrosulfato amónico) a una dosis de 250kg/ha. Este abonado se produce justo cuando la planta empieza a crecer más rápidamente, para asegurar los nutrientes necesarios para su crecimiento y el desarrollo del fruto. A partir de este momento el cultivo de camelina no necesita ningún otro laboreo y sólo sería necesario aplicar herbicida, de manera excepcional previamente a la cosecha, para evitar el exceso de humedad en el grano en caso de que la parcela sufra algún tipo de plaga por malas hierbas. La cosecha se realizó a primeros del mes de julio de 2020, cuando los frutos cambian de color verde a amarillo cremoso (Figura 4).



Figura 4. Diferentes estadios del cultivo de camelina, de arriba a la izquierda abajo a la derecha, meses de febrero, marzo, abril y mayo.

La cosecha de camelina se realizó con cosechadora convencional ajustada al mínimo de aire para reducir en la medida de lo posible la pérdida de semilla (Figura 5).



Figura 5. Cosechadora convencional y semilla de camelina recién cosechada.

RESULTADOS

Las diferentes variedades de camelina ofrecieron rendimientos brutos (semilla y cáscara) que oscilaron entre los 1610 kg/ha y 876 kg/ha. Las más productivas fueron las cultivadas en las fincas de El Encín (Alcalá de Henares) y La Chimenea (Aranjuez) (Cuadro 1). Los datos recogidos de la variedad V11 no se consideran significativos puesto que el cultivo se vio seriamente afectado por la presencia de conejos en la parcela de siembra. Estos no pudieron ser controlados como consecuencia del confinamiento y se alimentaron de los brotes de camelina.

Cuadro 1. Rendimientos de las variedades de camelina.

ZONA	Variedad	Peso Bruto (Tm)	Rendimiento BRUTO Tm/ha	Rendimiento NETO** Tm/ha
EL ENCÍN	V1	1,239	1,16	0,89
	V2	1,242	1,46	1,12
	V13*	0,831	1,51	1,16
	V3*	1,490	1,57	1,21
	V4*	1,739	1,61	1,24
	V6	0,967	0,97	0,75
	V9	1,133	1,05	0,81
LA CHIMENEA	V5	1,935	1,16	0,89
	V8*	2,250	1,48	1,14
LA ISLA	V11	0,876	0,58	0,45

*Variedades de mejor rendimiento

**Calculado con la media de impurezas (23%)

Para el cálculo del rendimiento neto de cada variedad se empleó el valor medio de impurezas de todos los lotes, que se estimó en 23%. El grado de impurezas viene determinado por el rendimiento de la cosechadora y la presencia de otras especies vegetales en las parcelas de cultivo.

DISCUSIÓN

Puesto que no todas las variedades cultivadas en la anualidad 2019/2020 se cultivaron también en la anualidad anterior (2018/2019), se han comparado aquellas de las que sí que se disponía de datos y se han representado las nuevas variedades (Figura 6) [13].

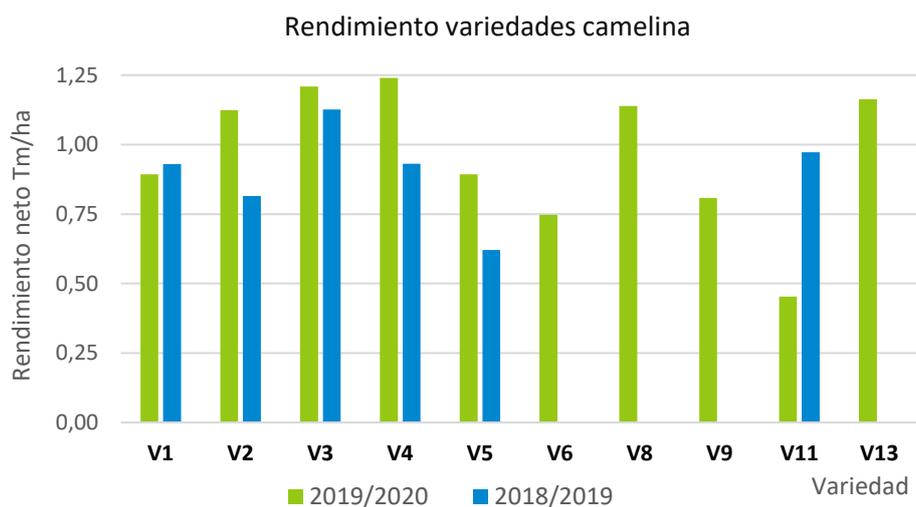


Figura 6. Comparativa del rendimiento de dos campañas de cultivo de camelina [13].

Se observa que la producción neta de semilla de camelina en las variedades V1 y V3 es similar en ambas anualidades, mientras que las variedades V2 y V5 han tenido una mayor producción en esta cosecha. Por último, la variedad V11, ha visto reducido su rendimiento en comparación con la anualidad anterior [13]. El orden de magnitud del rendimiento de la cosecha de camelina se sitúa dentro de lo esperado para esta zona climática y en base a la experiencia del GO, que está alrededor de los 1000kg/ha [14].

Las diferencias en cuanto al rendimiento de la variedad V11 en comparación con el resto de variedades se deben a la problemática de la plaga de conejos que no pudo ser tratada, lo que redujo notablemente la cantidad de semilla obtenida.

En comparación con otros cultivos de secano, como puede ser el trigo, la cebada, la avena o el centeno, la producción de la camelina es similar a la de la avena. Lo que demuestra que se trata de un cultivo rentable para el agricultor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparativa de rendimiento de cereales de invierno.

Cultivo	Rendimiento en secano (kg/ha)
Trigo blando	2.380 *
Cebada	1.300 *
Avena	936 *
Centeno	1.830 *
CAMELINA	954 **

*Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivo año 2019
(Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación)

**Campaña 2019 – IMIDRA

La selección de estas variedades para los ensayos en parcelas piloto surge de trabajos anteriores del GO CAMELINA, que han permitido evaluar el comportamiento al frío o el poder germinativo de cada variedad, así como el empleo de nuevas tecnologías como la teledetección para el seguimiento del cultivo y la estimación de su rendimiento final [13], [15]–[17]. De esta manera se preselecciona cada variedad y se comprueba su rendimiento en campo, sometida a unas condiciones climáticas determinadas.

CONCLUSIONES

De los datos de producción de camelina en las anualidades 2018/2019 y 2019/2020 se desprende que las variedades que el GO CAMELINA está empleando son aptas para el clima de la Comunidad de Madrid, puesto que la producción de grano se encuentra dentro de lo estimado.

El trabajo del GO es seleccionar las mejores variedades para las condiciones climáticas de la Comunidad de Madrid. Por ello, para la próxima campaña de otoño/invierno (2020/2021) se cultivarán aquellas variedades que mejor rendimiento han otorgado. De esta manera se podrá comprobar por tercer año consecutivo la cantidad de grano que produce cada una de ellas.

La combinación de estos ensayos en campo, junto con ensayos en laboratorio para el estudio del potencial germinativo de las semillas o la resistencia al frío de cada variedad, además del empleo de nuevas tecnologías como la teledetección son herramientas de gran utilidad para ayudar en la toma de decisiones referentes a la selección de variedades de camelina para la zona de la Comunidad de Madrid.

FINANCIACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto CAMEVAR del GO CAMELINA está cofinanciado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) – Europa invierte en zonas rurales, el MAPAMA, y la Comunidad de Madrid a través del IMIDRA, en el marco del PDR-CM 2014-2020.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Zanetti, A. Monti, and M. T. Berti, “Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: A review,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 50, pp. 580–595, 2013.
- [2] D. Załuski, J. Tworkowski, M. K. Zaniak, M. J. Stolarski, and J. Kwiatkowski, “The characterization of 10 spring camelina genotypes grown in environmental conditions in north-eastern Poland,” *Agronomy*, vol. 10, no. 1, 2020.

- [3] M. Krzyżaniak et al., "Yield and seed composition of 10 spring camelina genotypes cultivated in the temperate climate of Central Europe," *Ind. Crops Prod.*, vol. 138, no. March, p. 111443, 2019.
- [4] J. Zubr, "Oil-seed crop: Camelina sativa," *Ind. Crops Prod.*, vol. 6, no. 2, pp. 113–119, 1997.
- [5] D. Wysocki and N. Sirovatka, "Camelina, a Potential Oilseed Crop for Semiarid Oregon," *Oregon State University Ext.*, pp. 86–92, 2008.
- [6] W. F. Schillinger, D. J. Wysocki, T. G. Chastain, S. O. Guy, and R. S. Karow, "Camelina: Planting date and method effects on stand establishment and seed yield," *F. Crop. Res.*, vol. 130, pp. 138–144, Mar. 2012.
- [7] W. F. Schillinger, "Camelina: Long-term cropping systems research in a dry Mediterranean climate," *F. Crop. Res.*, vol. 235, no. February, pp. 87–94, 2019.
- [8] C. Chen, A. Bekkerman, R. K. Afshar, and K. Neill, "Intensification of dryland cropping systems for bio-feedstock production: Evaluation of agronomic and economic benefits of Camelina sativa," *Ind. Crops Prod.*, vol. 71, pp. 114–121, 2015.
- [9] J. V. Martín Sánchez, M. I. González Gullón, G. Hernando Álvarez, J. Prieto Ruiz, A. Capuano, and M. del M. Delgado Arroyo, "Estudio de los efectos de diferentes opciones de fertilización y rotaciones sobre el cultivo de camelina en región semiárida de España," *Rev. Int. Contam. Ambient.*
- [10] D. Garraín, I. Herrera, C. Lago, Y. Lechón, and R. Sáez, "Estudios De Acv De Combustibles Alternativos En Aviación: Caso Del Bioqueroseno Obtenido Por Hidrotratamiento De Aceite Vegetal De Camelina," en *XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 2012, pp. 826–837.
- [11] F. Zanetti, R. W. Gesch, M. K. Walia, J. M. F. Johnson, and A. Monti, "Winter camelina root characteristics and yield performance under contrasting environmental conditions," *F. Crop. Res.*, vol. 252, no. March, p. 107794, 2020.
- [12] P. Panagos et al., "A Soil Erosion Indicator for Supporting Agricultural, Environmental and Climate Policies in the European Union," *Remote Sens.*, vol. 12, no. 9, p. 1365, 2020.
- [13] D. Mostaza-Colado, P. V Mauri Ablanque, and A. Capuano, "Assessing the Yield of a Multi-varieties Crop of Camelina sativa (L.) Crantz through NDVI Remote Sensing," en *2019 Sixth International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS)*, 2019, pp. 596–602.
- [14] P. V. Mauri, D. Mostaza, A. Plaza, J. Ruiz-Fernández, J. Prieto, and A. Capuano, "Variability of camelina production in the center of Spain in two years of cultivation, a new profitable and alternative crop," en *EUBCE 2019 (27th European Biomass Conference & Exhibition)*, 2019, pp. 196–200.

- [15] P. V. Mauri Ablanque, A. Capuano, J. Ruiz Fernández, and D. Mostaza Colado, “Operational group project for disclosure of the cultivation of the camelina in the center of Spain,” en *23rd International Congress on Project Management and Engineering*, 2019, vol. 029, no. July, pp. 1584–1594.
- [16] M. Parra, L. Parra, D. Mostaza-Colado, P. Mauri, and J. Lloret, “Using Satellite Imagery and Vegetation Indices to Monitor and Quantify the Performance of Different Varieties of Camelina Sativa,” en *GEOProcessing 2020: The Twelfth International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications, and Services Using*, 2020, pp. 42–47.
- [17] D. Mostaza-Colado, P. V. Mauri, S. Yousfi, and A. Capuano, “Camelina Sativa (L.) Crantz Seed Germination: Measurement of the Germination Potential under Different Temperatures,” en *EUBCE 2020 (28th European Biomass Conference and Exhibition)*, 2020, pp. 242–245.