

TiO de Camp: Torta y Aceite de Camelina prensado en frío

Resumen

Camelina (*Camelina sativa* (L.) (Crantz)) es un cultivo oleaginoso de la familia de las crucíferas. Se trata de una especie con un crecimiento de ciclo corto, tolerante a la sequía y al frío. Estas características permiten una plasticidad en su manejo, sobre todo en relación a las fechas de siembra, mayor que los cereales de invierno y, por lo tanto, una interesante alternativa desde un punto de vista técnico para ser implementada en rotación de cultivos en campos cerealísticos de secano, contribuyendo a una producción sostenible de los cultivos. Sin embargo, su uso no está extendido, en parte por ser un cultivo menos productivo que los cereales. Por otra parte, del prensado de las semillas de camelina se obtiene aceite y torta ricos en ácidos grasos saludables (omega-3), antioxidantes y proteína vegetal, entre otros. Estos compuestos pueden revalorizar el cultivo, haciéndolo atractivo para los agricultores. Aunque el aceite de primera prensada, sin un refinamiento posterior, está vetado para el consumo humano en el Estado Español (Real Decreto 308/1983 de 25 de enero), no lo está su uso en cosmética, farmacéutica, industria o alimentación animal. La torta, por su parte, se utiliza en piscifactorías para la alimentación del salmón, pero se puede utilizar como ingrediente para la composición de piensos en otros animales domésticos, y como tal está incluida en la Regulación (EU) 2017 /1017 de la Comisión Europea. El proyecto TiO de Camp: Torta y Aceite de Camelina prensado en frío estudia el crecimiento y la producción de 10 variedades de camelina procedentes de diferentes orígenes geográficos en condiciones climáticas mediterráneas, analiza la producción industrial por prensado en frío de este tipo de semilla (grano de tamaño muy pequeño) y categoriza los productos obtenidos por prensado en frío de estas 10 variedades: aceite y torta con la idea de poder utilizarse para diferentes aplicaciones de alto valor añadido.

Objetivos

En este proyecto el objetivo principal fue el de estudiar el crecimiento de un total de 10 variedades de camelina (*Camelina sativa*) en condiciones climatológicas mediterráneas secas y semiáridas, y analizar el efecto de las condiciones de crecimiento sobre la calidad del aceite y la torta producidos, para finalmente valorar: 1) la implementación de este cultivo en rotación con los cereales de invierno, y 2) la inclusión de la torta de camelina en los piensos animales. A su vez se profundizó en el procesamiento industrial de este tipo de semilla (grano de tamaño muy pequeño) por prensado en frío.

Descripción de las actuaciones llevadas a cabo en el proyecto

Las variedades de camelina que se utilizaron en el presente Grupo Operativo fueron nueve consideradas como variedades de primavera y una considerada como de invierno.

Tabla 1: variedades de camelina utilizadas en el experimento

Variedades	Entidades	Ciclo	Peso 1000 semillas (g)
Alba	Camelina Company Espanya SL. (Madrid, Spain)	Primavera	1.288
Calena	University Alma Mater Bologna (Italy)	Primavera	1.295
CO46	USDA-ARS (Morris, Minnesota)	Primavera	1.453
GP204	Universitat de Lleida (Catalunya)	Primavera	1.227
Joelle	USDA-ARS (Morris, Minnesota)	Invierno	1.085
Omega	University Adam Mickiewicz (Poznan, Poland)	Primavera	1.387
Selone Arivage	Agrosemens(Rousset, France)	Primavera	1.116
Sonny	KWS SaatSE (Einbeck, Germany)	Primavera	1.164
Swiss Landrace	Sativa Biosaatguy GmbH (Jestetten, Germany)	Primavera	1.181
Vera	Camelina Company EspañaSL. (Madrid, Spain)	Primavera	0.881

Ensayos de campo (campañas 2020-21 y 2021-22)

Campaña 2020-21

Durante septiembre 2020 se contactó con agricultores y se seleccionaron dos campos, uno en Agramunt (41°46'33"N – 01°05'40"E) y otro en Montargull (41°57'42"N – 01°05'53' E). Además, se instaló el mismo ensayo que en Agramunt en los campos experimentales de la ETSEA de la UdL. En octubre 2020 los campos de Agramunt y Montargull se fertilizaron con purín antes de la siembra. El campo de Lleida se fertilizó con fertilizante inorgánico a razón de 50 kg N ha⁻¹. Los días 16, 18 y 19 de noviembre de 2020 se sembraron las 10 variedades seleccionadas en Agramunt, Montargull y Lleida, respectivamente. La dosis de siembra se ajustó según el peso específico de la semilla de cada variedad a fin de sembrar 500 semillas m⁻². La siembra de Agramunt y Montargull se realizó con sembradora convencional, en parcelas elementales de 3 m de ancho x 40 m y 30 m de largo respectivamente. En Lleida la siembra se realizó con la microsembradora Wintersteiger propiedad del IRTA en parcelas elementales de 1,5 m de ancho x 10 m de largo. También se sembró, el 16 de noviembre en Agramunt, el ensayo de herbicidas, que fueron aplicados el pasado 18 de noviembre.

El 27 de enero de 2021 se sembraron las 10 variedades de camelina en Montargull. En febrero 2021 se aplicó Cletodim (Centurión plus) a 1 l ha⁻¹ para el control de malas hierbas dicotiledóneas en los tres campos. Debido a un error humano, el campo de Agramunt fue invalidado. Durante el resto de la campaña se tomaron datos de densidad de cultivo y su estado fenológico.

El 17 de mayo se hizo la cosecha del ensayo en Lleida, salvo la variedad Joelle, que se cosechó una semana más tarde (24 de mayo).

El 3 de junio se hizo la cosecha de la camelina sembrada en noviembre en Montargull, salvo la variedad Joelle, que se cosechó el 17 de junio. En cada parcela elemental de tres metros de ancho sólo se cosechó la línea central (1,5 m de ancho) para evitar contaminación entre variedades. La cosecha de la siembra de enero en Montargull tuvo lugar el 1 de julio.

El grano producido se limpió mediante cribado inmediatamente después de la cosecha y se dejó secar durante dos semanas. Luego los sacos se pesaron en el laboratorio del grupo de Malherbología y Ecología Vegetal de la UdL y se estimó la productividad en kg ha⁻¹.

En los tres casos, entre uno y dos días antes de la cosecha se recolectó la biomasa (parte aérea) de 1 m² en tres zonas de cada parcela, en total, nueve submuestras por cada variedad en cada situación (1a y 2a

fecha de siembra de Montargull y en Lleida) por un total de 27 muestras por variedad. Esta biomasa se dejó secar y se pesó (biomasa total). Después se separó el grano de la biomasa vegetativa con una desgranadora minibatt+. De esta forma se pudo estimar el índice de cosecha de cada variedad según la fórmula:

$$IC = B_{gra} / B_{tot}$$

Donde IC es el índice de cosecha, B_{gra} es la biomasa de grano resultante de la trilla, y B_{tot} es la biomasa total, es decir, el peso del grano y el de la parte vegetativa juntos.

Las muestras de grano de todos los ensayos se enviaron el 31 de julio de 2021 a Alemania para prensarlas de forma industrial y proceder a la analítica de los aceites y de las tortas.

Una parte de la cosecha que se obtuvo se guardó para calcular el porcentaje de aceite presente en las semillas con un espectroscopio NMS 110 minispec (Bruker®).

Campaña 2020-21

Las variedades que se sembraron en esta segunda campaña fueron Calena, CO46 y GP204.

Estas tres variedades se sembraron en Vall-llebrera (41°56'17"N – 01°05'19"E), Agramunt (mismo campo que el año previo) y en Lleida (mismo campo que al año previo). La metodología de siembra fue la misma que en la campaña 2020-21, pero variaron las fechas de siembra. En Vall-llebrera la siembra fue el día 9 de noviembre, en Agramunt la siembra se retrasó, por razones climatológicas y técnicas, al 2 de diciembre, y en Lleida, por estas mismas razones, al 20 de diciembre. La segunda fecha de siembra de Montargull se realizó el día 28 de enero de 2022. La aplicación de los herbicidas en el ensayo correspondiente a Agramunt se realizó el mismo día 2 de diciembre por la tarde, después de la siembra.

Debido a la sequía que se sufrió entre diciembre y abril de 2022, todas las plantas nacidas en el ensayo de Agramunt murieron y, de nuevo, tuvo que descartarse esta localidad.

Durante el resto de la campaña se tomaron datos de densidad de cultivo y su estado fenológico, al igual que la campaña anterior.

La cosecha en Lleida se realizó el 13 de mayo, y en Vall-llebrera el día 9 de junio. En los días previos se tomó la biomasa en tres puntos con una superficie de 1 m² en cada una de las parcelas para proceder a calcular el índice de cosecha.

Tanto la cosecha realizada con la microcosechadora como la biomasa recogida se trataron al igual que la campaña anterior.

Ensayos de laboratorio

Analítica de aceites

Se realizaron las siguientes analíticas de aceites en las diferentes muestras de cada repetición de los diferentes ensayos previamente obtenidas por procesamiento industrial de la semilla:

- Perfil de ácidos grasos
- Tocoferoles (vitamina E)
- Absorbancia a 270 y 232 nm.
- Índice de peróxidos

- Estabilidad frente a la oxidación
- Acidez
- Pigmentos
- Compuestos fenólicos

Analítica de torta

Las analíticas siguieron los protocolos propuestos por la AOAC (2006), siguiendo el esquema Weende por Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), cenizas y Proteína Bruta (PB), así como el método Van Soest por las Fibras Neutro Detergentes (FND) y Ácido Detergente (FAD).

La lista de analíticas fue la siguiente:

- Valoración del contenido en MS (método número 934.01). Indica el contenido de humedad de la muestra.
- Valoración del contenido de cenizas (método número 942.05). Indica la cantidad de contenido mineral de la muestra. Por diferencia se calcula el contenido en MO, que se relaciona con la cantidad de materia potencialmente utilizable por el animal para cubrir sus necesidades de energía y proteína.
- Valoración del contenido en PB (método número 990.03). Indica el contenido en N de la muestra.
- Valoración del contenido en FND y FAD (procedimiento secuencial Van Soest (1991)). La FAD contiene sustancias no digeribles de la pared celular (principalmente celulosa y lignina). La FND consiste en la FAD más el contenido en hemicelulosa, sustancia más degradable que las dos mencionadas anteriormente.

Tanto para las analíticas de aceite como para las de torta, con el fin de obtener una caracterización de los productos obtenidos de las diferentes variedades de camelina ensayadas, los valores obtenidos fueron tratados estadísticamente con el programa JMP 16 para obtener los valores medios y sus correspondientes errores estándares, así como realizar el Análisis de Variancia donde se analizó el efecto específico del tipo variedad, localidad y momento de siembra como factores principales.

Resultados finales y recomendaciones prácticas

Los resultados de rendimientos de cosecha durante ambas campañas han sido opuestos. Así como la campaña 2020-21 los rendimientos fueron inusualmente altos (muchas productividades > 2000 kg ha⁻¹), la segunda campaña ha sido inusualmente baja (cosechas de 500-600 kg ha⁻¹). A pesar de estos rendimientos, debería valorarse el coste de producción de la camelina, en la que se han aplicado menos herbicidas en la segunda campaña (sólo glifosato en Montargull y no aplicación de herbicidas en Lleida) que en la primera (glifosato + cletodim en Montargull y cletodim solo, en Lleida). De cara a la producción de camelina, tendrán que tenerse en cuenta valores de otros años para considerar las campañas en su conjunto y no basarse sólo en dos años. Es decir, los valores medios considerando una serie de años suficientemente larga demuestra que camelina puede ser un cultivo útil y rentable en rotación con los cereales.

Uno de los objetivos más importantes del presente proyecto es la valoración de la calidad de los aceites y de la torta producidos por estas variedades de camelina. En cuanto a los aceites, se confirma que éstos son de alta calidad en todas las condiciones que se han producido. Pero cabe destacar que el porcentaje de ácido linolénico (omega 3) fue mayor cuando las variedades de camelina crecieron en Lleida (36,7%) que en Montargull, tanto en SD1 (34,8%) como en SD2 (33,8%). En conjunto, los ácidos grasos poliinsaturados también son más abundantes en Lleida que en Montargull, así como la cantidad de peróxidos y pigmentos (antioxidantes). Se podría concluir que siendo todos los aceites de gran calidad, el aceite producido en Lleida es mejor que el producido en Montargull. Es importante destacar también que los aceites

producidos en SD1 en Montargull son de mayor calidad que los de SD2. En cuanto a las variedades, CO46 y Vera parecen que han sido los que han producido un aceite de mayor calidad.

Conclusiones

La torta que han producido las diferentes variedades de camelina también ha mostrado una gran calidad, con un porcentaje de proteína bruta muy alto (41,7% de media, con valores de entre 40,9 y 43,2%), y un porcentaje de residuos (cenizas) menor (6,0%) que el establecido por la Feededia (6,9%). De todas formas, todas las variedades produjeron más proteína en Lleida (44,2% de media) que en Montargull (40,5%). La fecha de siembra también afecta a la calidad de la torta. Así, las variedades sembradas en SD1 presentaron una torta de mayor calidad que en SD2. Entre las variedades, parece que Vera, CO46 y Calena fueron las que tenían mayor calidad.

Líder del Grupo Operativo

ENTIDAD: Roviroli SL

Coordinador del Grupo Operativo

ENTIDAD:

Otros miembros del Grupo Operativo (perceptores de ayuda)

ENTIDAD:

Otros miembros del Grupo Operativo (no perceptores de ayuda)

ENTIDAD: Comercial Agrícola J. Perera

ENTIDAD: Premier Pigs SL

ENTIDAD: Universitat de Lleida

Ámbito/s territorial/s de aplicación

PROVINCIA/S	COMARCA/S
Lleida	El Segrià, Urgell, Noguera

Difusión del proyecto (publicaciones, jornadas, multimedia...)

Durante estos dos años se han mostrado los ensayos y resultados a los agricultores propietarios de los campos donde se han realizado los experimentos, así como a otros agricultores de la zona que mostraron interés en el cultivo. También se mostraron los ensayos a los participantes del grupo operativo (GO). Los agricultores han mostrado mucho interés en las cosechas obtenidas, aunque los resultados del último año 2021-22 han creado dudas. Una de las tareas a realizar será por tanto, mostrar los resultados del proyecto en su conjunto, tanto de cosecha como de calidad de aceite y de torta, que pueden aumentar el valor de las cosechas debido a su gran calidad, y explicar la idoneidad de sembrar una parte de los campos con camelina.

Se está trabajando, al mismo tiempo, en la creación de una red de agricultores que estén interesados en la diversificación de los cultivos y que puedan producir camelina de cara a su comercialización con fines diversos. Precisamente, Comercial Agrícola Perera, empresa participante en el (GO), tiene contacto estrecho con los agricultores de la zona y está realizando gran parte de esta labor. La finalidad de los

productos estará condicionada, en parte, por las características cualitativas de cada variedad, tanto del aceite como de la torta y los usos específicos para los que se podrán comercializar.

En septiembre de 2021 se presentaron los resultados obtenidos en los ensayos de Lleida en el 32 encuentro de la Asociación para la Aplicación de Cultivos Industriales (32nd AAIC Meeting), que se celebró en Bolonia (Italia), y este año (octubre de 2022) se presentan los datos de los ensayos de Montargull SD1 y SD2 en el 33rd AAIC Meeting en Bozeman (Estados Unidos). Por otro lado, está pensado publicar, en los próximos meses, al menos dos artículos de divulgación con los resultados obtenidos en este proyecto, uno de ámbito más agronómico y el otro centrándose en la calidad de los productos obtenidos (aceite y torta). También se escribirán, al menos, dos artículos de carácter científico en revistas como Industrial Crops and Products, Field Crops Research o Agronomy for Sustainable Development, entre otros.

Por último, destacar que actualmente existe un Trabajo Final de Grado que está a punto de ser presentado (octubre 2022) centrado en los datos de Montargull 2020-21, y que los resultados de ámbito agronómico del proyecto serán parte de una tesis doctoral en curso sobre el cultivo de la camelina.

Página web del proyecto

www.roviroli.cat

Otra información del proyecto

DATOS DEL PROYECTO	PRESUPUESTO TOTAL
Fecha de inicio (mes-año): julio 2020	Presupuesto total: 193.369,50€
Fecha final (mes-año): septiembre 2022	Financiamento DACC: 77.154,43 €
Estado actual: Finalizado	Financiamento UE: 58.204,22 €
	Financiamento propio: 58.010,85 €

Con el financiamiento de:

Proyecto financiado a través de la Operación 16.01.01 (Cooperación para la innovación) a través del Programa de desarrollo rural de Catalunya 2014-2022.

Orden ARP/133/2017, de 21 de junio, por la que se aprueban las bases reguladoras de las ayudas a la cooperación para la innovación a través del fomento de la creación de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas y la realización de proyectos piloto innovadores por parte de estos grupos, y Resolución ARP/1531/2019, de 28 de mayo, por la que se convoca la mencionada ayuda.

