

# **Máster Interuniversitario de Gestión de Suelos y Aguas**

Universitat de Lleida – Universitat Autònoma de Barcelona – Universitat de  
Barcelona – Universidad Pública de Navarra

Trabajo de Fin de Máster

Tipo: Investigación

## **EVALUACIÓN DEL NEXO-AGUA-ENERGÍA-ALIMENTOS Y HUELLA DE CARBONO EN LA ZONA REGABLE DE ALGERRI-BALAGUER**

**Autor:** Leonardo Urso Rodríguez Corcuera

**Directores:** Josep Maria Villar Mir & Victor Altés Gaspar

**Setiembre 2022**



## ÍNDICE

Lista de tablas .....	6
Lista de figuras .....	8
Agradecimientos.....	9
Resumen.....	10
Abstract .....	11
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	12
1.1 Introducción.....	12
1.2 Descripción del problema.....	13
1.3 Justificación del Trabajo de Fin de Máster .....	16
1.4 Objetivos .....	18
1.4.1 Objetivo general.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
2. ANTECEDENTES.....	20
2.1 El sector agroalimentario catalán .....	20
2.1.1 La agricultura en Cataluña.....	20
2.2 La agricultura y el medio ambiente en Cataluña .....	23
2.2.1 Impacto atmosférico .....	24
2.2.2 Impacto hídrico .....	26
2.2.3 Impacto en el suelo.....	27
2.2.4 Impacto energético .....	28
2.3 Huella de carbono .....	30
2.4 Nexo Agua-Energía-Alimentos.....	31
2.4.1 Nexo Agua-Alimentos .....	32
2.4.2 Nexo Agua-Energía .....	33
2.4.3 Nexo Energía – Alimentos .....	34
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	37
3.1 Localización y superficie .....	37
3.2 Climatología .....	37
3.3 Suelos .....	41
3.4 Comunidad de regantes del canal Algerri-Balaguer.....	42
3.4.1 Líneas generales de gestión y administración.....	43

3.4.2	Líneas económicas generales .....	45
3.4.3	Líneas generales de gestión ambiental .....	47
3.4.4	Producción agrícola en la comunidad de regantes .....	50
3.4.5	Riego .....	53
3.4.6	Fertilización .....	57
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	59
4.1	Área de estudio .....	59
4.2	Recopilación de información de labores agrícolas .....	59
4.2.1	Entrevistas .....	59
4.2.2	Recopilación bibliográfica .....	60
4.3	Cálculo del agua utilizada .....	61
4.4	Cálculo de alimentos producidos .....	62
4.5	Cálculo de la energía .....	62
4.5.1	Energía asociada a los fertilizantes .....	63
4.5.2	Energía asociada al riego .....	64
4.5.3	Energía asociada al uso de maquinaria.....	64
4.5.4	Energía asociada a productos fitosanitarios .....	64
4.5.5	Balance de energía y eficiencia energética .....	65
4.6	Evaluación del Nexo Agua-Energía-Alimentos.....	65
4.7	Huella de carbono .....	67
4.7.1	Calculadora de carbono Ex-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT) ....	67
4.7.2	Calculadora de carbono del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).....	69
4.7.3	Balance de carbono.....	71
4.8	Análisis económico – ambiental .....	72
5.	RESULTADOS .....	73
5.1	Consumo hídrico .....	73
5.2	Consumo energético .....	73
5.2.1	Consumo energético asociado a fertilizantes inorgánicos .....	74
5.2.2	Consumo energético asociado a fitosanitarios .....	74
5.2.3	Consumo energético asociado a combustible .....	75

5.2.4	Consumo energético asociado al riego.....	76
5.2.5	Consumo energético total.....	77
5.3	Producción energética.....	79
5.4	Balance energético y eficiencia energética .....	79
5.5	Nexo Agua-Energía-Alimentos.....	81
5.5.1	Indicadores del Nexo Agua-Energía-Alimentos .....	81
5.5.2	Análisis del Nexo Agua-Energía-Alimentos .....	84
5.6	Huella de carbono y balance de carbono .....	74
5.6.1	Uso de fertilizantes orgánicos.....	74
5.6.2	Resultados de huella de carbono .....	74
5.7	Relación del balance de carbono y el Nexo Agua-Energía-Alimentos .....	78
5.8	Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos.....	79
5.9	Análisis Económico – Ambiental según costes reales.....	80
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	83
7.	CONCLUSIONES .....	87
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
	ANEXOS .....	101
	Anexo I. Modelo de entrevistas.....	101
	Anexo II. Extensión y cultivos asociados a cada agricultor entrevistado.....	102
	Anexo III. Labores culturales y maquinaria utilizada en cada cultivo.....	104
	Anexo 3.1 Labores culturales por maquinaria en el cultivo cebada – maíz ..	104
	Anexo 3.2 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de guisante – maíz .....	104
	Anexo 3.3 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de maíz de ciclo largo .....	105
	Anexo 3.4 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón en el año 0.....	105
	Anexo 3.5 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón en el año 1 .....	106
	Anexo 3.6 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón a partir del año 2 .....	106
	Anexo 3.7 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de alfalfa en el año 0 .....	107

Anexo 3.8 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de alfalfa en el año 1-3.....	107
Anexo 3.9 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de trigo.....	108
Anexo 3.10 Labores culturales por maquinaria en el cultivo de cebolla .....	108
Anexo IV. Aplicación de fitosanitarios. ....	109
Anexo 4.1 Aplicación de fitosanitarios en cebada.....	109
Anexo 4.2 Aplicación de fitosanitarios en melocotón.....	112
Anexo 4.3 Aplicación de fitosanitarios en guisantes y cebolla .....	118
Anexo 4.4 Aplicación de fitosanitarios en trigo. ....	123
Anexo 4.5 Aplicación de fitosanitarios en maíz.....	127
Anexo 4.6 Aplicación de fitosanitarios en alfalfa.....	128
Anexo V. Energía equivalente de las entradas en la producción agrícola. ....	129
Anexo VI. Cálculo de la energía asociada al riego.....	130
Anexo VII. Consumo de combustible por maquinaria. ....	132
Anexo VIII. Energía contenida en los productos agrícolas.....	133
Anexo IX. Fijación de dióxido de carbono en las estructuras vegetales de los productos agrícolas.....	134
Anexo X. Precios promedio de cultivos en el 2021 .....	135
Anexo XI. Costes teóricos por hectárea.....	136
Anexo XII. Factor de emisión utilizado por input en cada calculadora de carbono .....	137

## Lista de tablas

Tabla 1. Relación entre la producción y la extensión de los principales grupos de cultivos en Cataluña. ....	22
Tabla 2. Extensión cultivos bajo riego y secano en Cataluña. ....	23
Tabla 3. Temperaturas y precipitaciones promedio mensuales en la estación del municipio de Albesa (2010 – 2021). Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021). ....	38
Tabla 4. Temperaturas y precipitaciones promedio mensuales en la estación del municipio de Algerri (2010 – 2021). Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021). ....	39
Tabla 5. Superficie y dotación de riego en cada municipio. ....	44
Tabla 6. Euros generados según el tipo de producción agrícola en la zona de Algerri-Balaguer. ....	46
Tabla 7. Relación ZEPA en el área regable de Algerri-Balaguer. ....	48
Tabla 8. Parámetros de calidad del agua de drenaje en distintas fechas de muestreo en la CRAB. ....	49
Tabla 9. Superficie por cultivo en la CRAB en el 2021. ....	51
Tabla 10. Meses de producción de los cultivos más comunes en la comunidad de regantes del Canal Algerri-Balaguer. ....	52
Tabla 11. Temperatura media diaria, precipitación acumulada mensual y evapotranspiración de referencia en la CRAB en el año 2021. Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021). ....	53
Tabla 12. Eficiencia en los tipos de riego. ....	56
Tabla 13. Requerimiento teórico de agua según cada cultivo y tipo de riego. ....	56
Tabla 14. Distribución de los sistemas de riego en la CRAB. ....	57
Tabla 15. Cálculo de extracciones teóricas de nutrientes en los principales cultivos de la CRAB. ....	58
Tabla 16. Valores monetarios de los componentes ambientales en evaluación. .	72
Tabla 17. Consumo hídrico de cada cultivo en la CRAB. ....	73
Tabla 18. Consumo de fertilizantes inorgánicos en cada cultivo en la CRAB. ....	74
Tabla 19. Consumo energético asociado a fitosanitarios. ....	75

Tabla 20. Consumo energético asociado a combustible en cada cultivo de la CRAB. .....	76
Tabla 21. Consumo energético asociado al riego. ....	77
Tabla 22. Consumo energético por hectárea de cada cultivo en la CRAB.....	78
Tabla 23. Producción energética de cada cultivo en la CRAB. ....	79
Tabla 24. Balance energético y eficiencia energética de los cultivos en la CRAB.	80
Tabla 25. Indicadores del Nexo Agua-Energía-Alimentos en cada cultivo. ....	82
Tabla 26. Nexo Agua-Energía-Alimentos en la CRAB. ....	73
Tabla 27. Uso de fertilizantes orgánicos en los cultivos en estudio en la CRAB...	74
Tabla 28. Huella de carbono y balance de carbono. ....	75
Tabla 29. Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos. ....	79
Tabla 30. Análisis Económico – Ambiental según costes reales.....	81

## Lista de figuras

Figura 1. Área de estudio. Fuente: iagua (2022).....	37
Figura 2. Fluctuación promedio de precipitaciones y temperatura a lo largo del año en las estaciones de Algerri y Albesa (2010 – 2021). Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).....	40
Figura 3. Evaluación de la producción agrícola en la zona de Algerri-Balaguer. Fuente: Reguant (2017). .....	47
Figura 4. Fluctuación de la evapotranspiración, temperatura y precipitación a lo largo del año 2021 en la CRAB. Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021). ...	55
Figura 5. Consumo energético en los cultivos de la CRAB. ....	78
Figura 6. Balance energético y eficiencia energética en la CRAB.....	81
Figura 7. Consumo energético e hídrico en la CRAB.....	82
Figura 8. Productividad alimentaria de la energía y del agua.....	83
Figura 9. Productividad económica de la energía y del agua. ....	84
Figura 10. Comparación de las calculadoras de huella de carbono. ....	76
Figura 11. Huella, captura y balance de carbono. ....	77
Figura 12. Relación entre el balance de carbono y el Nexo AEA. ....	78
Figura 13. Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos.....	80
Figura 14. Análisis Económico – Ambiental según costes reales.....	82

## **Agradecimientos**

A Josep M. Villar, no solo por ser el guía principal, sino por confiar en mi desde el primer momento y por enseñarme las técnicas y tendencias actuales de la agricultura sostenible y las bases fundamentales para llevar a cabo este proyecto.

A Víctor Altés, cotutor de este trabajo, por su meticulosidad, por su gran y constante apoyo, y por tanto aprendizaje aportado de manera incondicional que ahora tengo la suerte de llevar conmigo.

A Rosa Mari Pedrol y a su gran equipo de Biodiversidad Cultivada y Producción Integrada, por abrirme las puertas, inspirarme tanto y por enseñarme el verdadero significado de la sostenibilidad.

A mis padres, por apoyarme siempre y permitirme cumplir todas mis metas, entre ellas, darme la oportunidad de estudiar en el extranjero.

A toda la gente maravillosa que conocí durante estos últimos dos años, por hacerme sentir Cataluña como mi hogar, y que me han permitido crecer no solo de manera profesional y académica, sino como ser humano. En especial a Paula Quilcate, por estar a mi lado en todo este tiempo y permitirme crecer con ella.

Una especial mención a los técnicos y agricultores de la Comunidad de Regantes de Algerri – Balaguer, por su enorme contribución al proveernos de todos los datos necesarios para llevar a cabo este proyecto.

## **Resumen**

Los análisis del Nexo Agua-Energía-Alimentos (AEA) y de la huella de carbono vienen cobrando importancia debido a su capacidad de evaluar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. El primero, evidencia la eficiencia en el uso de los recursos; mientras que el segundo muestra el impacto ambiental asociado a la emisión de CO<sub>2</sub>. La presente investigación tuvo como objetivo calcular el Nexo AEA y la huella de carbono en los cultivos principales de la Comunitat de Regants Algerri – Balaguer: cebada-maíz, maíz de ciclo largo, cebada-maíz, trigo-maíz, guisantes-maíz, trigo, alfalfa, melocotón y cebolla. La información requerida se recopiló a través de entrevistas a agricultores de la zona y de revisión bibliográfica, considerando los factores más influyentes en la sostenibilidad agrícola, tales como el riego, la fertilización, el uso de productos fitosanitarios, consumo de combustible, etc. Los resultados muestran que el cultivo de melocotón presenta el Nexo AEA más favorable (0,91), mientras que los cultivos de trigo-maíz y guisante-maíz presentan los menos favorables (0,17 cada uno). En cuanto a la huella de carbono, todos los cultivos muestran una huella positiva, siendo el cultivo de trigo-maíz el que muestra un balance de carbono más alto (66,5 t de CO<sub>2</sub>eq/ha), mientras que la cebolla evidencia los valores más bajos (15,1 t de CO<sub>2</sub>eq/ha). La evaluación de la sostenibilidad llevada a cabo mediante ambos métodos brinda una visión más completa, útil para la toma de decisiones y la elaboración de estrategias y políticas que fomenten el uso sostenible de recursos y una producción de bajo impacto ambiental.

**Palabras clave:** Nexo Agua-Energía-Alimentos, huella de carbono, sostenibilidad, impacto ambiental

## **Abstract**

The Water-Energy-Food (WEF) Nexus and the carbon footprint analysis have been gaining relevance due to their ability to assess agricultural systems' sustainability. The first one shows the efficiency related to the use of resources, while the latter shows the environmental impact linked to CO<sub>2</sub> emissions. This research aimed at calculating the WEF Nexus and the carbon footprint of the main crops of the Comunitat de Regants Algerri – Balaguer: long cycle corn, barley-corn, wheat-corn, peas-corn, wheat, alfalfa, peach and onion. The data were collected through interviews and a literature review, considering the most influential factors on agricultural sustainability, such as irrigation, fertilisation, phytosanitary products, fuel consumption, etc. The results show that peach presents the highest WEF Nexus (0,91), while wheat-corn and peas-corn present the lowest values (0,17 each). Regarding carbon footprint, all the crops show a positive carbon footprint. The wheat-corn crop displays the highest value (66,5 t de CO<sub>2</sub>eq/ha), while onion shows the lowest (15,1 t de CO<sub>2</sub>eq/ha). The sustainability assessment carried out through both methods provides a thorough perspective, which is helpful for decision-making and developing policies that encourage the sustainable use of resources and low-environmental-impact food production.

**Key words:** Water-Energy-Food Nexus, carbon footprint, sustainability, environmental impact

# **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

## **1.1 Introducción**

Las prácticas y conocimientos adquiridos a lo largo del crecimiento de las civilizaciones, permitieron el desarrollo de la agricultura tradicional, la cual lograba alimentar a la población respetando los ciclos del entorno del que se formaba parte y permitiendo que los recursos utilizados pudieran permanecer disponibles de generación en generación. Los principios de la agricultura tradicional buscaban sinergias con la naturaleza, mediante el uso de variedades locales, y aprovechando al máximo y de manera responsable los medios disponibles de alcance inmediato, de este modo, la producción de alimentos se lograba mediante prácticas que funcionaban de manera armónica con el medio ambiente (Ruralcat, 2018).

Estas prácticas se han ido perdiendo a lo largo del tiempo, ya que, si bien el sistema tradicional agrícola podía considerarse ambientalmente amigable, los rendimientos eran bajos y dependientes de mucha mano de obra (Guzmán Casado & González de Molina, 2007). Estas debilidades, fueron determinantes con el paso de la segunda guerra mundial, cuando la producción agrícola tradicional no resultó ser eficiente para abastecer de alimentos a una población que sufría de hambre y escasez (WWF, 2021).

De esta manera, de acuerdo a Schultz (1981), la modernización agraria permitió al agricultor tener una producción mayor en menores espacios requeridos, y con ello, mayores ingresos monetarios, haciendo de la agricultura una actividad económicamente rentable y considerable a nivel de país como fuente importante de ingresos y como motor del crecimiento económico. A su vez, se logró que la agricultura se convirtiera en una actividad ingenieril, pudiendo trabajarse a partir de ese momento de manera sistemática, mecanizada y altamente regulable por el agricultor con mucho menor mano de obra y esfuerzo físico.

Sin embargo, a lo largo del desarrollo de esta modernización, si bien se logró de manera eficaz cumplir con el objetivo de obtener mayores rendimientos en la producción agrícola, llegando incluso a una escala industrial, no se contemplaron

los factores sociales ni ambientales. Este modelo productivo que vela únicamente por tener altos volúmenes de producción, es el que se tiene mayoritariamente en la actualidad, cuyos efectos se traducen en un sistema agroalimentario con niveles bajos de sostenibilidad (Consejo de la Unión Europea, 2022).

En esta línea, la modernización agrícola, trajo consigo no únicamente soluciones que resultaron ser eficaces tan solo de manera momentánea, sino también consecuencias negativas para el medio ambiente y para la salud de la población de manera directa o indirecta (WWF, 2021). Hoy en día, lograr abastecer de alimentos a una población exigente y acostumbrada a una amplia variedad de productos, cuya demanda aumenta progresivamente, es un desafío que no se puede afrontar con la insostenibilidad del sistema agrícola actual (Ruralcat, 2021). Por esta razón, es necesario rescatar tanto lo mejor del sistema agrícola convencional, particularmente los factores relacionados a su elevada productividad; pero también rescatar la armonía con el medio ambiente y la sociedad que tenía la agricultura tradicional. En palabras de Gemma del Caño (Consumer, 2020) “hay que evitar que haya dos tipos de agricultura: ecológica o convencional. No hay que hacer distinciones [...] cuando realmente lo que necesitamos es una agricultura sostenible. Lo ecológico no es sostenible, lo convencional no es sostenible”.

Los puntos establecidos resaltan la necesidad de plantear técnicas y métodos que puedan hacer de la agricultura un sistema moderno y resiliente, que permita la seguridad alimentaria global, saludable y estable en el tiempo, con impactos positivos tanto en la economía, como en el medio ambiente y la sociedad, y así alcanzar un sistema alimentario sostenible (Ruralcat, 2018).

## **1.2 Descripción del problema**

La superficie de suelo a nivel mundial destinado a la agricultura representa un 38 % (FAO, 2020); sin embargo, este recurso se ve degradado progresivamente a través del empleo de malas prácticas agrícolas que desencadenan en procesos de salinización, erosión y contaminación del suelo (Echarri, 1998).

De hecho, una de las actividades con mayor impacto es la mecanización agrícola, la cual provoca una reducción de la calidad del suelo al alterar sus propiedades físicas, ya que, degrada la estructura, porosidad y estabilidad del suelo; genera compactación y mal drenaje; propicia la erosión edáfica; entre otros (Muñoz, 2014). Por lo que este modelo de agricultura depende nuevamente de la mecanización para solucionar parcialmente y a muy corto plazo dichos efectos negativos causados por sí misma.

A su vez, la agricultura intensiva actual, extrae nutrientes a una escala mucho mayor que la del ciclo de regeneración del suelo, empobreciéndolo drásticamente; por lo que este sistema también se hace dependiente al uso masivo de fertilizantes para llegar a la producción objetivo. Incluso, un deficiente plan de fertilización puede generar desequilibrios nutricionales o carencias inducidas, por lo que se opta por aplicar cada vez mayores cantidades de fertilizantes (Escalante, 2020).

Los fitosanitarios químicos empezaron a utilizarse desde el siglo XIX como una importante solución para detener a las plagas y enfermedades que reducían las cosechas de los campos de cultivo y ocasionaban problemas de seguridad alimentaria. Sin embargo, con el paso del tiempo, esta solución terminó resultando cortoplacista, debido a que las plagas empezaron a desarrollar resistencias a dichos productos (Mir et al., 2008). De este modo, los fitosanitarios utilizados eliminaban principalmente a los enemigos naturales de las plagas (además de otros insectos benéficos como los polinizadores), con lo que los agro-sistemas se encontraban aún más desprotegidos (Altieri, 2000). Por esta razón, surgió la necesidad de aplicar cada vez mayores cantidades de fitosanitarios, generando impactos negativos en la biodiversidad y el medio ambiente (FAO, 2002).

Cabe resaltar, que, debido a los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados a los productos fitosanitarios, la Unión Europea desde 1991 ha decretado diversos instrumentos legislativos para su uso sostenible, en los que se fomenta el control de plagas y enfermedades bajo métodos biológicos y productos de bajo impacto. Sin embargo, la puesta en marcha de dichas políticas, se ha dado de manera lenta, con carencia de criterios claros de ejecución y evaluación, por lo que los progresos son

aún limitados en cuanto a la reducción de riesgos (Tribunal de Cuentas Europeo, 2020).

Por otro lado, se tiene que la agricultura en regadío, utiliza aproximadamente un 70 % de los recursos de agua que se extraen mundialmente (Banco Mundial, 2017). Sin embargo, este sector resulta determinante en cuanto a la contaminación de aguas en el planeta debido al uso indiscriminado de agroquímicos, que genera contaminación asociada a nitratos, fosfatos y distintos productos fitosanitarios, cuya masividad en las aplicaciones no suponen solo un importante coste económico para el agricultor, sino también un alto coste ambiental y social (WWF, 2021).

Es conocido que la agricultura es una actividad que emite considerables cantidades de gases de efecto invernadero en el mundo (FAO, 2002). Según Maqueda (2006) esto se debe, por un lado, a las malas prácticas agrícolas que se llevan a cabo, tales como la quema de residuos agrícolas, uso indiscriminado y malas técnicas de aplicación de fertilizantes nitrogenados o mala gestión del estiércol, las cuales generan emisiones de dióxido de carbono, óxido nitroso y metano respectivamente. No obstante, también se debe a prácticas agrícolas comunes que generan emisiones de gases de efecto invernadero de por sí, tales como: la descomposición anaerobia en el cultivo de arroz (metano); la combustión generada por la maquinaria utilizada o la propia producción de fertilizantes (dióxido de carbono); entre otros.

De esta manera, el sector agrícola se ha convertido en uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero; lo cual también trae repercusiones negativas en temas de seguridad alimentaria, ya que, paradójicamente, dichas emisiones podrían considerarse un agente reductor de la productividad de las plantaciones agrícolas (Banco Mundial, 2021). Es decir, los efectos negativos de la agricultura convencional repercuten en el medio ambiente y al mismo tiempo, en su propia función intrínseca de producir y proveer alimentos.

Los hechos mencionados a nivel mundial evidencian que la agricultura actual tiene distintos puntos por mejorar en cuanto a temas de sostenibilidad. De hecho, a medio plazo, se debe tener en cuenta que la demanda alimentaria aumentará junto con el

crecimiento demográfico mundial, el cual se proyecta a 9.700 millones de personas para el año 2050 (Organización de las Naciones Unidas, 2019). Por esta razón, pretender alimentar a dicha población con un sistema agrícola que genera impactos negativos para el medio ambiente, y que, al mismo tiempo, atenta contra los recursos necesarios para llevar a cabo la propia actividad, resulta inconsecuente.

### **1.3 Justificación del Trabajo de Fin de Máster**

Es importante reconocer que Cataluña cuenta con un sistema agroalimentario que se hace cada vez más sólido, de hecho, solo Barcelona registra una amplia promoción de más de noventa proyectos y más de doscientas actividades con respecto a la alimentación sostenible, que lograron que dicha ciudad sea reconocida como la capital mundial de la alimentación sostenible en el año 2021 (Ayuntamiento de Barcelona, 2021).

Consecuentemente, Cataluña no evidencia problemas alimentarios generalizados, sino puntuales, lo cual resulta muy ventajoso para la identificación y solución de los mismos. Sin embargo, si bien temas de importancia mundial como el hambre o la desnutrición infantil no son parte de la realidad catalana, existe evidencia de vulnerabilidad en temas de seguridad alimentaria en los últimos años, principalmente a raíz de la crisis económica (Generalitat de Catalunya, 2016).

En el 2014, cerca de 227.700 personas en Cataluña no pudieron acceder al consumo de carne o pescado al menos una vez cada dos días debido a problemas económicos. Por otro lado, el número de personas atendidas por el Banco de Alimentos de Barcelona aumentó de 58.381 a 152.489 entre los años 2008 y 2014, lo que significó pasar de repartir 8.245 toneladas de productos alimentarios a 16.191, es decir, se necesitó abastecer casi el doble de alimentos en tan solo seis años (Banco de Alimentos de Barcelona, 2017).

En cuanto a la producción alimentaria, cabe precisar que, considerando el modelo de dieta actual, la biocapacidad española es capaz de abastecer de alimentos

únicamente a la población que existe hoy en día en su territorio. De hecho, se tiene que Cataluña es una de las comunidades autónomas con menor biocapacidad disponible per cápita, con valores por debajo de 1,5 hectáreas globales (hag) por habitante (cap); y que al mismo tiempo es la segunda comunidad con mayor déficit ecológico superando las 4 hag/cap (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008). Este hecho se agrava al tener en cuenta que Cataluña es la comunidad autónoma que registra mayores pérdidas de suelo, con una tasa anual de 23,7 toneladas por hectárea (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2018), debido principalmente a procesos erosivos, de salinización y contaminación (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

En esta línea, es importante considerar a la agricultura sostenible (con impactos positivos equitativos en los ejes ambiental, social y económico) como una importante solución para revertir esta tendencia actual, ya que esta actividad es capaz de hacer frente a la pobreza y de mejorar la calidad de vida de la población por la propia naturaleza de la agricultura como generadora de empleo, agente de inserción laboral para personas en riesgo de exclusión y para el crecimiento económico de las zonas rurales y periurbanas (Guirado et al., 2017). Asimismo, la agricultura sostenible ayuda a reducir los niveles de contaminación y mantener valores óptimos de calidad ambiental; de generar más alimentos y de reducir el desabastecimiento alimentario en la sociedad; todo al mismo tiempo (Banco Mundial, 2021).

Reinventar la agricultura y alcanzar un sistema de producción inteligente y equilibrado en los ejes social, ambiental y económico, resulta crucial para mantener la vida en el mundo tal y como la conocemos hoy en día, y al mismo tiempo poder buscar soluciones sólidas para mejorar las condiciones de la población más necesitada y revertir los daños ambientales ocasionados por los modelos de producción y consumo actuales (Ruralcat, 2018). Por esta razón, lograr un sistema agrícola más sostenible y conducirlo hacia modelos cada vez más eficientes, es una meta clave para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (Banco Mundial, 2021).

Para ello, es necesario desarrollar e implementar diversas herramientas que permitan valorar la situación en la que se encuentra el sistema agrícola actual y así, evaluar las distintas técnicas que logren mejorar su nivel de sostenibilidad. En tal sentido, los recursos utilizados para la producción de alimentos deben guardar relación con los recursos generados y su impacto en el medio ambiente, es decir, se requiere aumentar el margen de producción de una manera eficiente y sin comprometer negativamente a los recursos disponibles. De esta manera, la sostenibilidad de la agricultura puede ser medida y visualizada desde la relación intrínseca que existe entre las cantidades de agua y energía utilizadas; y la cantidad de alimento producido en los distintos sistemas agrícolas (Hidalgo, 2017).

Los análisis del Nexo Agua-Energía-Alimentos (AEA) y de la huella de carbono, permiten evaluar la sostenibilidad de la producción de un alimento determinado en una determinada zona, según las características y condiciones propias del entorno y las prácticas adoptadas por el agricultor. Así, ambas son de mucha utilidad para la toma de decisiones y diseño de estrategias a diferentes escalas de gestión. En la actualidad, existen muchos estudios que evalúan ambos análisis de manera independiente, sin embargo, son muy escasas las evaluaciones asociadas entre sí, y que muestren resultados de forma conjunta, lo cual resultaría de mucha utilidad para tener una visión global más específica y detallada sobre la sostenibilidad del sistema alimentario en evaluación (Hasanzadeh et al., 2022).

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Realizar los análisis del Nexo AEA y huella de carbono en los cultivos principales de la Comunitat de Regants Algerri – Balaguer

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Comparar los valores de sostenibilidad brindados por ambos análisis sobre la producción llevada a cabo en cada cultivo de la zona en estudio.

- Identificar los factores que más afectan a la sostenibilidad de la producción de cultivos.
- Conocer la relación existente entre el Nexo Agua – Energía – Alimentos y la huella de carbono en los cultivos en estudio.
- Evaluar los resultados de sostenibilidad obtenidos y compararlos con los montos económicos teóricos que cada recurso y grupo de cultivos suponen.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 El sector agroalimentario catalán**

A lo largo de los años, el sector agroalimentario catalán ha demostrado resiliencia frente a las crisis económicas ocurridas en los últimos años, las cuales sí tuvieron un impacto notable sobre la gran mayoría de industrias a nivel de España y Europa. Esta solidez, ha permitido que dicho sector sea una importante fuente de empleo y desarrollo económico y que se convierta en la primera industria de Cataluña (Segarra, 2015).

Una de las fortalezas más importantes de la industria agroalimentaria catalana, es su diversidad, ya que, debido al suelo, a la diversidad geográfica y a las condiciones climáticas características que posee, Cataluña es un territorio que cuenta con una gran riqueza de productos agroalimentarios. En este sentido, según el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (2022), se tienen diez productos con denominaciones de indicación geográfica protegida (IGP), doce productos agroalimentarios con denominación de origen protegida (DOP), dos denominaciones específicas (DE), diecinueve denominaciones comarcales, doce denominaciones de origen protegidas (DOP) y doce variedades de vino con denominación de origen (DO) ; además de distintas variedades y razas de especies para la producción agrícola que han demostrado gran adaptación al cambio climático (Departament d'Agricultura, Pesca, Ramaderia y Alimentació , 2018).

Gracias a los factores mencionados y a la intensificación de flujos comerciales, la globalización, la modernización y el desarrollo de la producción y distribución, la industria agroalimentaria es hoy un importante sector del sistema económico de Cataluña (Gil, 2007).

#### **2.1.1 La agricultura en Cataluña**

Cataluña forma parte de una de las regiones más montañosas de Europa, cuya geografía desencadena una amplia variedad de microclimas y un amplio rango de temperaturas en cortas distancias, las cuales, junto con una disponibilidad de

recursos hídricos que puede llegar a ser muy escasa, condicionan las medidas de gestión llevadas a cabo en la producción agrícola catalana (Reguant, 2017).

Por otro lado, Según Reguant (2017) se tiene que el 20 % del territorio catalán se encuentra sobre los mil metros sobre el nivel del mar, el 50 % tiene una pendiente que supera el 20 %, y que en ocho comarcas se tienen pluviometrías inferiores a 400 mm al año y en otras doce no se llega a los 500 mm anuales. Adicionalmente, el 59 % del territorio son espacios boscosos, el 5% corresponde a pasturas y zonas húmedas, el 6 % a infraestructuras y áreas urbanas y el 3 % son áreas sin vegetación, con lo que, la expansión agrícola logra alcanzar el 27 % del territorio total, lo que significa 818.105 hectáreas (Reguant, 2017).

A pesar de dichas implicancias, y considerando que Cataluña es la novena Comunidad Autónoma en cuanto a extensión agrícola, la industria agroalimentaria catalana se posiciona como el segundo clúster más importante en el sector a nivel europeo (Reguant, 2017). De hecho, el 16,28 % del PIB de Cataluña se debe a la agricultura, generando empleo a 163.372 personas (PRODECA, 2017).

Según el Instituto de Estadística de Cataluña (2022), la producción agrícola catalana viene encabezada por los cultivos forrajeros (entre los que destacan la alfalfa, el maíz forrajero y la veza forrajera), seguidos por los cereales (destacando el trigo, la cebada, el maíz, la avena y el arroz), la fruta dulce (destacando la manzana, la pera, el melocotón y la nectarina), los viñedos, las hortalizas (donde destacan la alcachofa, la cebolla, la col, la lechuga, la haba verde, la judía verde, el pimiento y el tomate), los cítricos (destacando la mandarina y la naranja), los olivos, los cultivos industriales (entre los que destaca el girasol), los frutos secos (destacan la almendra y la avellana), las leguminosas (destacan el haba seca y la judía seca), y finalmente los tubérculos (donde destacan las patatas), tal como se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Relación entre la producción y la extensión de los principales grupos de cultivos en Cataluña.

<b>Cultivo</b>	<b>Producción (Toneladas)</b>	<b>Extensión (Hectáreas)</b>
Forrajes	3.661.205	136.006
Cereales	1.885.535	335.116
Fruta dulce	749.896	40.436
Viñedos	311.534	54.113
Hortalizas	226.187	9.505
Cítricos	179.299	8.089
Olivos	165.230	104.646
Cultivos industriales	34.787	16.228
Frutos secos	33.014	47.484
Leguminosas	24.626	10.807
Tubérculos	22.428	965

Fuente: Instituto de Estadística de Cataluña (2022).

De las 818.105 hectáreas que abarca la extensión agrícola catalana (Tabla 2), 268.333 (el 32,8 %) se encuentran bajo riego, con lo que se posiciona como la séptima Comunidad Autónoma con mayor superficie de regadío. Sin embargo, Cataluña también es la cuarta Comunidad Autónoma con mayor superficie de riego por gravedad (125.730 hectáreas), siendo este tipo de riego el de menor eficiencia. En cuanto a los riegos por aspersión, automotriz y localizado, su extensión es de 29.904, 12.097 y 100.63 hectáreas respectivamente (Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación , 2020).

**Tabla 2.** Extensión de cultivos bajo riego y secano en Cataluña.

<b>Tipo de sistema</b>	<b>Extensión (ha)</b>	<b>Representatividad (%)</b>
Secano	549.772	67,2
Riego	268.333	32,8
Total	818.105	100
Riego por gravedad	125.730	46,9
Riego por aspersión	29.904	11,1
Riego automotriz	12.097	4,5
Riego localizado	100.602	37,5

Fuente: Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020).

En cuanto al tipo de producción, con 257.000 hectáreas dedicadas a la agricultura ecológica, Cataluña representa el 10,54 % de la superficie ecológica total en España, lo cual también incluye la labor de 3.680 operadores agrarios que emplean este tipo de producción (Ministero de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Por otro lado, Cataluña cuenta con 50.738 hectáreas destinadas a la producción integrada donde destacan los olivos y los frutales de hueso con 14.772 y 11.451 hectáreas respectivamente; de esta manera, es la tercera Comunidad Autónoma con mayor superficie agrícola bajo producción integrada (Miret et al., 2015). De esta manera, se tiene que ambos tipos de producción agrícola representan juntos aproximadamente el 38 % de la agricultura en Cataluña.

## **2.2 La agricultura y el medio ambiente en Cataluña**

La agricultura, cuando no es gestionada adecuadamente, es una actividad que genera distintos impactos negativos en el medio ambiente debido a la contaminación involucrada en su desarrollo, tanto en el medio terrestre, como en el aéreo y el acuático. Esta presión no solo tiene consecuencias ambientales como la emisión de gases de efecto invernadero, reducción del potencial del suelo,

contaminación de aguas por nitratos, entre otros, sino que también importantes impactos en el ámbito social y económico (Generalitat de Catalunya, 2016). En Cataluña, el sector agrícola es la tercera actividad que genera mayores emisiones de gases de efecto invernadero, después del sector energético e industrial (Folch & Capdevila, 2005).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en zonas con condiciones de baja humedad como la que se tiene en Cataluña, la densidad de bosque tiende a ser limitada, por lo que las explotaciones agrícolas complementan su función como importantes agentes de secuestro de carbono. Además, la agricultura llevada a cabo de manera sostenible desempeña otras funciones de importante valor ecosistémico como las de regular los ciclos de agua y carbono, mantener la biodiversidad, controlar incendios forestales, proteger el suelo y evitar la erosión, entre otros (Institut d'Estudis Catalans, 2017).

### **2.2.1 Impacto atmosférico**

En Cataluña, un 10,4 % de las emisiones de gases de efecto invernadero se deben a la agricultura y ganadería, con una tasa anual de 4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq relativamente constantes desde 1990 (Oficina Catalana del Canvi Climàtic, 2021). En la agricultura, estas emisiones ocurren principalmente debido al dióxido de carbono liberado por la tracción mecánica agrícola, la producción de insumos y la energía utilizada, así como por el metano asociado a procesos anaerobios en los embalses de riego y el óxido nitroso proveniente de la fertilización de suelos (Aguilera et al., 2020).

Las emisiones de dióxido de carbono ocurren desde el suelo de manera natural debido a la descomposición de la materia orgánica y a la respiración de las raíces y organismos edáficos (Pérez-Batallón et al., 1998). Sin embargo, estas emisiones se acentúan en la agricultura principalmente debido al laboreo de tierras, ya que, esta actividad emite este gas al utilizar combustible fósil para su funcionamiento, además de reducir el potencial edáfico de sumidero de carbono, de liberar el dióxido de carbono contenido en los espacios porosos del suelo y de exponer la materia

orgánica del suelo a la intemperie, lo cual provoca que el carbono que la compone se transforme en dióxido de carbono (Ordóñez et al., 2008).

El óxido nitroso se emite en la agricultura principalmente debido a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, los cuales favorecen los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación que ocurren en condiciones aeróbicas y anaeróbicas respectivamente. Sin embargo, las tasas de emisión dependerán de la especie de cultivo, el manejo cultural agrícola, el riego, el suelo y el clima (Mendoza et al., 2022)

En un estudio llevado a cabo en las zonas periurbanas de Barcelona, se determinó que las mayores emisiones directas de óxido nitroso se dieron en los suelos Calcaric Fluvisol y Fluvisol Arenoso, ambos son suelos muy comunes en Cataluña donde se practica la agricultura. De la misma forma, se llegó a la conclusión que hay mayores emisiones de este gas en cultivos hortícolas y viñedos en comparación con cultivos herbáceos, olivos y frutos no cítricos (Mendoza et al., 2022)

En cuanto a las emisiones de metano en la agricultura, se tiene que esta actividad es responsable del 47 % de las emisiones totales de este gas a nivel mundial, donde la fuente más importante son los cultivos de arroz, los cuales a su vez emiten entre el 5 y el 20 % del metano total en el mundo. Estas emisiones se deben a la actuación anaerobia de las bacterias sobre la materia orgánica por debajo de la lámina de agua (Iagua, 2016).

Las proyecciones climáticas realizadas por el SMC53, indican que en Cataluña se esperaría un aumento de temperatura, una tendencia a la disminución de las precipitaciones y un aumento en la frecuencia de las lluvias torrenciales, entre otros fenómenos extremos, a causa del cambio climático, lo cual tendría implicaciones directas con las emisiones de gases de efecto invernadero generados por fuentes importantes como el sector agrícola (Generalitat de Catalunya, 2016).

Es importante precisar que la agricultura también desempeña un papel importante en la reducción y mitigación de los gases de efecto invernadero, al secuestrar carbono en las estructuras de los cultivos y en el suelo, cuyos beneficios crecerán

con las tendencias hacia la agricultura ecológica y de conservación, junto con una mejor gestión de residuos (Institut d'Estudis Catalans, 2017).

### **2.2.2 Impacto hídrico**

Según El Consejo Asesor para la Agricultura Sostenible de la Generalitat de Cataluña (2016), la agricultura y la ganadería utilizan un 73,5 % del agua total utilizada, siendo los regadíos los principales agentes de consumo, los cuales tienden a realizarse mediante sistemas superficiales, representando un 53 % del total de explotaciones agrícolas bajo este sistema ineficiente. Sin embargo, el riego localizado, que es el de mayor eficiencia, es el segundo sistema más utilizado, alcanzando una importante representatividad de 31,9 % (Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, 2019).

De esta manera, con tal demanda y manejo sobre el recurso, es previsible el impacto que tiene la agricultura sobre las distintas masas de agua, ya sean superficiales, subterráneos o en los medios marinos, lo cual se debe no solo por el uso del recurso que esta actividad requiere sino también por la contaminación asociada a ella. De hecho, Cataluña cuenta con un total de 1.084.707,64 hectáreas reconocidas como zonas vulnerables a contaminación difusa por nitratos, dentro de las cuales se encuentran distintas explotaciones agrícolas bajo regadío que corresponden al 13,3 % de la superficie agrícola total catalana (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

En esta línea, se tiene que el 41 % de los acuíferos catalanes se encuentran en mal estado debido a la contaminación de nitratos, de hecho, el 15 % de municipios catalanes sufren dificultades en el abastecimiento de agua potable debido a dicho problema (Generalitat de Catalunya, 2016). Asimismo, en las cuencas internas de Cataluña, 170 de las 188 masas superficiales, se ven afectadas por la contaminación difusa asociada a la agricultura. De este modo, once masas de agua se encuentran altamente afectadas por contaminación asociada a fitosanitarios, siete con presión media y catorce con presión baja (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

Por otro lado, en cuanto a las masas de agua subterráneas, estas conforman un total de 37 cuerpos individuales, de los cuales 36 se ven afectados por la contaminación difusa de la agricultura (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). En concreto, solo un 23,7 % de las aguas subterráneas catalanas se encuentran en buen estado (Agència Catalana de l'Aigua, 2018)

### **2.2.3 Impacto en el suelo**

En Cataluña, se tiene que la principal causa de pérdida de suelo es la erosión, la cual va ligada a la pérdida de materia orgánica. Adicionalmente, se tienen factores que inducen a la pérdida, destrucción y degradación del suelo, tal como los problemas de salinización, contaminación, compactación, sellado, urbanización y cambio de uso del suelo (Generalitat de Catalunya, 2016).

Según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2021), Cataluña cuenta con una superficie erosionable que supera las tres millones de hectáreas, de manera que más del 50 % de la superficie total se encuentra afectada por la erosión. De hecho, Cataluña es la comunidad autónoma con mayor erosión, con una tasa anual de 23,7 toneladas por hectárea (Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, 2018). Cabe resaltar, se estima que más del 90 % de dicha tasa está asociada a la agricultura, siendo Lleida la provincia con mayor erosión, superando el millón de hectáreas afectadas (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

En el Valle del Ebro, ocurre un problema considerable de salinización, la cual perjudica principalmente a las explotaciones agrícolas de Lleida, ya que la zona oriental del valle se ve afectada por el ascenso del estrato salino, así como a las explotaciones costeras donde ha ocurrido una importante sobreexplotación de los acuíferos que alteran el equilibrio de la capa freática con el mar (Generalitat de Catalunya, 2016).

No solo la intrusión de agua marina en la capa freática sino también otros factores como los flujos de retorno de regadío y la siembra de arroz en seco, tienen efectos negativos en cuanto a la salinización del suelo. Cabe mencionar, que otro factor

importante de salinización en la zona del Valle del Ebro, se debe a la lucha contra el caracol manzana (*Pomacea maculata*), que desde el 2009 es una plaga muy importante en la zona y un medio de control bastante extendido es el de inundar los campos con agua de mar debido a la sensibilidad a la salinidad de esta plaga (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

En cuanto a la contaminación del suelo, es la de origen químico la de especial consideración, ya que esta ha supuesto la pérdida de calidad ambiental de muchos medios, principalmente debido a la acción de contaminantes como fármacos, fitosanitarios y plásticos, que pueden estar presentes en los distintos productos aplicados al campo, en el riego o incluso llegar por contaminación difusa a la explotación. Estos contaminantes afectan tanto al suelo como a la biodiversidad presente en el entorno y puede derivar problemas de salud a las personas que se ven expuestas a dicha contaminación de manera directa o indirecta (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021).

#### **2.2.4 Impacto energético**

La energía es utilizada a lo largo de toda la cadena de producción de alimentos, incluyendo su distribución y comercialización. En la agricultura, existen distintas fuentes de energía, por ejemplo, al considerar la aplicación de riego y la producción de insumos tales como fertilizantes o pesticidas, se les puede atribuir principalmente el consumo de energía eléctrica, debido al bombeo necesario para la distribución de agua para el primer caso, y la energía comúnmente eléctrica que requieren las plantas productoras para el segundo. Por otro lado, la energía asociada a la aplicación de dichos insumos, así como las labores mecánicas llevadas a cabo en campo, se pueden ver asociadas al uso de combustibles fósiles (energía química), los cuales son necesarios para la puesta en marcha de la maquinaria agrícola (El-Gafy, 2017).

En una recopilación de 120 artículos sobre la utilización energética en la agricultura sobre 42 cultivos distintos entre los años 2004 y 2017 alrededor del mundo, se obtuvo que los agentes que consumen mayor energía son: la electricidad (energía

de bombeo de agua), los fertilizantes (producción de los mismos) y el combustible (utilizado en las distintas operaciones agrícolas). Los cuales corresponden a un consumo energético del 46 %, 20 % y 14 % respectivamente (Elsoragaby et al., 2019).

El uso energético en relación a insumos agrícolas y su rendimiento, dependen de la especie cultivada, las zonas de cultivo, el clima, el tipo de maquinaria utilizado y el manejo agrícola. Entre estos insumos, también se considera el agua de riego, el cual es el segundo insumo con mayor gasto energético después de los fertilizantes, donde es importante considerar el sistema de riego empleado, ya que, por ejemplo, el riego por aspersión puede requerir hasta doce veces más energía que el riego superficial (Lloveras, 1999).

Si se compara la energía producida en la agricultura catalana entre los años 1860 y 1990, se tiene que en 1860 llegaba a los 25,6 GJ por hectárea, mientras que, en 1990 la producción era de 50 GJ por hectárea, es decir, prácticamente el doble, cuyo peso bruto total de producción también había aumentado en la misma proporción, en donde destacan los cereales, forrajes, hortícolas, frutales y patatas (Cussó et al., 2006).

Sin embargo, este aumento de producción no ha sido resultado de un crecimiento sostenible, sino todo lo contrario, donde el territorio es utilizado de manera ineficiente y los residuos agrícolas en general son considerados desechos y se exportan del área de cultivo como tales. Mientras que, en el año 1860, dichos residuos se utilizaban para alimentar ganado, regenerar el suelo o como fuente combustible. De esta manera, se tiene que los inputs totales consumidos en 1860 llegaban a 8,5 GJ por hectárea, mientras que en 1999 el valor ascendía a 135,6 GJ por hectárea (Cussó et al., 2006). Como se puede observar, el aumento del consumo energético no es proporcional al aumento en la producción a lo largo del tiempo evaluado, ya que corresponden a un crecimiento del 1.595,29 % y 95,31 % respectivamente.

### 2.3 Huella de carbono

La huella de carbono aplicada a la agricultura, es una herramienta que permite cuantificar las emisiones de carbono que realiza un determinado campo de cultivo, en la que se incluyen las emisiones directas: dióxido de carbono emitido por la quema de residuos o por la maquinaria agrícola durante las labores de campo, emisiones de metano (cultivo de arroz y embalses) y óxido nitroso (emisiones del suelo y de insumos nitrogenados aplicados al suelo); y emisiones indirectas: energía de suministro de agua, insumos agrícolas (producción, distribución y comercialización), y contaminación asociada a la escorrentía y lixiviación (Bochu et al., 2013).

En el análisis, las emisiones de los gases de efecto invernadero se expresan en toneladas de dióxido de carbono equivalente según su potencial de calentamiento global considerados en un escenario de cien años. Las equivalencias son las siguientes (Bochu et al., 2013):

- 1 tonelada de  $\text{CO}_2$  = 1 tonelada de  $\text{CO}_2\text{eq}$
- 1 tonelada de  $\text{CH}_4$  = 25 toneladas de  $\text{CO}_2\text{eq}$
- 1 tonelada de  $\text{N}_2\text{O}$  = 298 toneladas de  $\text{CO}_2\text{eq}$

En España, las mayores emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura de regadío, se dan principalmente por las actividades de riego (21 %) y fertilización (25 %), seguido por la tracción mecánica (24 %) y las emisiones de óxido nitroso directas (15 %), estas últimas también vienen asociadas a la fertilización de tipo nitrogenada. Finalmente, en menor proporción, se tienen las emisiones generadas por el uso de fitosanitarios, contaminación asociada a fosfatos y potasio, la quema de residuos y las emisiones de óxido nitroso indirectas, todas ellas contribuyen juntas a un 15 % de las emisiones totales en la agricultura (Aguilera et al., 2020).

Para el cálculo de la huella de carbono es importante definir los tres alcances (Ministerio para la Transición Ecológica, 2013):

- Alcance 1: Emisiones directas de gases de efecto invernadero que pertenecen o que pueden ser controladas por la organización (provenientes del combustible para labores de campo, de la quema de residuos, de la aplicación de insumos agrícolas, etc.)
- Alcance 2: Emisiones indirectas asociadas a la energía consumida (electricidad de riego)
- Alcance 3: Emisiones indirectas asociadas a la producción, almacén, distribución, transporte y comercialización de insumos.

Cabe resaltar, que, pese a las emisiones asociadas a la agricultura, esta actividad junto a la forestal, son las únicas industrias capaces de capturar y almacenar carbono y llegar a tener emisiones neutras e incluso negativas, por lo que la agricultura, bajo un manejo responsable, representa un sector estratégico para reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y mantenerlo como carbono en el suelo (López-Bellido, 2017).

## **2.4 Nexo Agua-Energía-Alimentos**

El análisis del Nexo AEA, es una herramienta que permite una visión global de las relaciones intrínsecas que existen entre los agentes necesarios para la producción de alimentos, las cuales son expresadas según el agua y la energía total utilizada para un espacio y una cantidad de alimentos producidos determinados, cuyos resultados variarán según el manejo agrícola, el clima, las características del medio, el tipo de insumos y materiales y equipos utilizados y el tipo de alimento a producir. Esta evaluación resulta de alta relevancia para la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias desde la alta dirección (El-Gafy, 2017).

El análisis del Nexo AEA, permite conocer la presión que ejerce la producción de alimentos sobre los recursos energéticos e hídricos, lo cual permite diseñar un plan de uso eficiente de dichos recursos sin afectar su sostenibilidad, mientras se generan ingresos económicos rentables para los productores (Hasanzadeh et al., 2022). De la misma manera, el Nexo AEA, ofrece la información necesaria para

formular políticas, leyes y elementos de gestión y planificación, que busquen soluciones agrícolas, hídricas, energéticas, alimentarias, económicas, sociales y ambientales hacia la mitigación del cambio climático y a la demanda ejercida por una población en constante crecimiento (Embid & Martín, 2017) .

Es importante mencionar que el Nexo AEA, es un análisis con amplia influencia dentro de los distintos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que forman parte de la agenda 2030 (Embid & Martín, 2017):

- ODS 2 “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”.
- ODS 6 “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”.
- ODS 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos”.
- ODS 11 “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”.
- ODS 12 “Garantizar modalidades de producción y consumo sostenibles”.
- ODS 13 “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.
- ODS 15 “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de la biodiversidad.
- ODS 17 “Revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible”.

#### **2.4.1 Nexo Agua-Alimentos**

El nexo entre el agua y los alimentos, se da, por una parte, en relación al agua que requieren los alimentos para ser producidos, ya sea en el regadío de cultivos para consumo humano o animal, así como para su procesamiento. Por otra parte, la producción de alimentos también influye en el agua en cuanto a su cantidad, calidad y disponibilidad (Hasanzadeh et al., 2022).

Para la producción agrícola, es importante tener en cuenta la fuente de agua para llevar a cabo la actividad. De este modo, se tiene el concepto de “agua verde” que se refiere al agua proveniente de las precipitaciones, las cuales están relacionadas con la producción en secano como única fuente hídrica; y la denominada “agua azul”, que se refiere al agua proveniente de canalizaciones artificiales y se traduce en la agricultura de regadío. Ambas fuentes permiten conocer la huella hídrica de un producto (lo cual también indica la contaminación de aguas asociada a dicha producción) en una zona determinada y conocer la llamada “agua virtual”, cuyo concepto se refiere al agua que está detrás de la comercialización de un alimento (en las etapas de producción y procesamiento), y que se transporta junto con el volumen de dicho alimento al ser exportado o importado (Embid & Martín, 2017).

La relación entre la disponibilidad de agua y el volumen producido en la agricultura es innegable. Se sabe que la producción por regadío es considerablemente mayor que la de secano, de hecho, en España, se estima que la productividad de regadío es aproximadamente seis veces mayor (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2008). Adicionalmente, la reducción de precipitaciones debido al cambio climático en países áridos, podría limitar la agricultura en secano hasta en un 50 % de su producción, lo cual conlleva a problemas serios de seguridad alimentaria (Hidalgo, 2017).

De este modo, el Nexo Agua-Alimentos, permite una mejor valoración del recurso hídrico sobre la producción y comercio alimentario, lo cual es especialmente importante en zonas de escasas hídrica, ya que el agua utilizada total por unidad de producción, debe guardar relación con la cantidad de alimento producido y los ingresos económicos que esta genera (Embid & Martín, 2017).

#### **2.4.2 Nexo Agua-Energía**

Uno de los factores que influyen en el nexo entre ambos agentes, se produce debido al requerimiento de agua para producir energía, ya sea de generación térmica o hidráulica, los cuales representan el 80 % y el 15 % respectivamente de las fuentes de energía a nivel mundial (Hidalgo, 2017). Incluso, la energía nuclear, una de las

fuentes energéticas más modernas, también requieren del recurso hídrico debido a los reactores de agua con los que funciona y al proceso de refrigeración (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022).

Por otro lado, la energía es necesaria para la producción, tratamiento, distribución y uso del agua (Hidalgo, 2017). Así como para llevar a cabo los procesos específicos de desalación de aguas salinas, desalobración de aguas salobres, descontaminación, depuración y potabilización, bombeo de aguas subterráneas y modernización de sistemas de regadíos y de abastecimiento de agua (Embid & Martín, 2017).

Según FAO (2011), el sector de la agroalimentación consume cerca del 30 % de la energía total mundial y más de un 70 % del agua utilizada en el mundo. Ambos recursos se encuentran directamente relacionadas incluso en cuanto a los costes asumidos por el agricultor, de hecho, aproximadamente un 80 % del precio del agua utilizada para fines agrícolas se debe a la energía. De esta manera, es importante buscar distintas fuentes de energías renovables, que sean más amigables con el medio ambiente y que al mismo tiempo sean más económicas y permitan uso más eficiente de los recursos (Reguant, 2017).

En conclusión, es evidente la relación intrínseca que existe entre el agua y la energía, por lo que es de suma importancia abordar ambos sectores de forma asociada, teniendo en cuenta la disponibilidad y sostenibilidad de ambos recursos, siendo el agua un medio indispensable para la vida como tal, y la energía un recurso que mejora la calidad de la misma (Hidalgo, 2017).

### **2.4.3 Nexo Energía – Alimentos**

La energía es un elemento clave para llevar a cabo cualquier tipo de sistema agrícola, desde aquellos campos intensivos de gran magnitud hasta las pequeñas huertas familiares, requieren del empleo de energía para poder realizarse. El consumo de energía en la agricultura comercial, está asociado principalmente a la labor ejercida por las maquinarias y el combustible que estas utilizan, así como a la energía asociada a los insumos agrícolas industriales y al bombeo y distribución del

agua de riego. En cuanto a los campos de menor magnitud que no realicen los trabajos mencionados, valorar el consumo energético depende principalmente de otras fuentes, tales como la energía asociada a las semillas utilizadas, a la mano de obra y a la tracción animal (Elsoragaby et al., 2019). En este sentido, se puede considerar que existe una relación entre la energía utilizada y el rendimiento de los campos agrícolas, de manera que, un mayor consumo energético será necesario para obtener mayores márgenes de producción.

Por otro lado, al producir alimentos, también se produce energía, debido a las calorías que estos contienen. De hecho, la producción energética a través de los cultivos agrícolas destinados a la generación de biocombustible, es una práctica que evidencia como la energía y la producción de alimentos, están ligados por ambas partes entre sí (Hidalgo, 2017). Por esta razón, es posible realizar un balance energético y valorar la eficiencia de la producción agrícola de un cultivo determinado, al comparar la energía total consumida con el total de calorías producidas en un espacio y tiempo establecidos (Aguilar, 2009). Cabe resaltar, que cuando se destinan áreas agrícolas a la producción de biocombustibles, se propicia el aumento de precios de alimentos debido a una reducción de disponibilidad de alimentos tanto para humanos como para ganado, lo cual además ejerce mayor presión sobre otro tipo de alimentos debido a la sustitución de consumo, alterando el equilibrio en el comercio alimentario (HLPE, 2013).

Al analizar el consumo de energía total a nivel de país, se tiene que en los países desarrollados la agricultura supone un 3-5 % del total, mientras que en los países en vías de desarrollo este consumo corresponde a un 4-8 % (Alexandratos & Bruinsma, 2012). Esto indica que la agricultura no es un sector determinante en cuanto al consumo energético a esta escala, sin embargo, este consumo sí resulta clave para el agricultor y es importante para sus costos, de manera que, un aumento en el precio de la energía (ya sea eléctrica, fósil o asociada a insumos), tendrá implicancias en el aumento de precio de los alimentos (FAO, 2009).

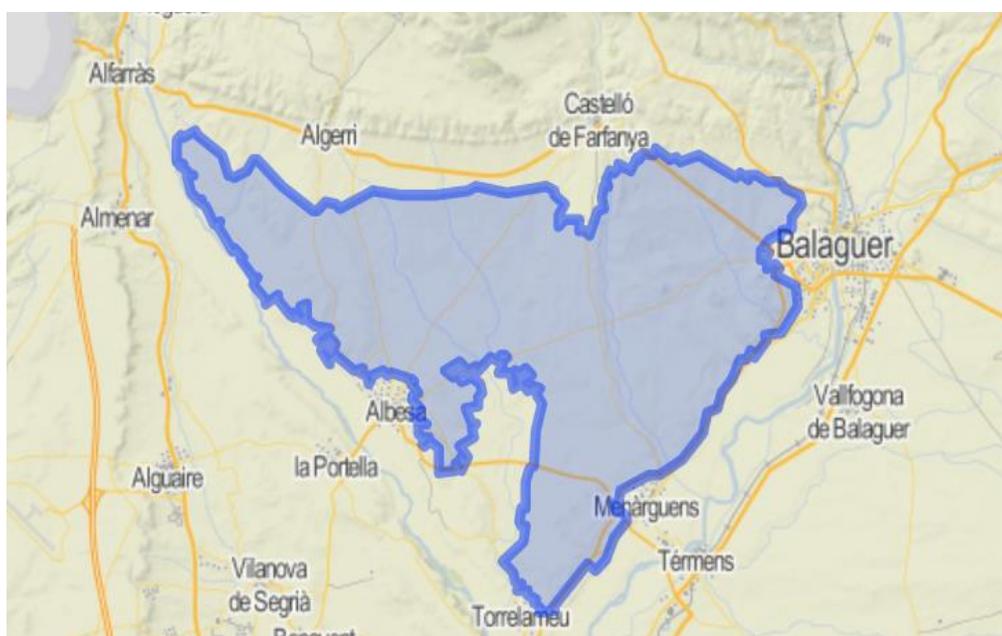
Para concluir, resulta de alta importancia reconocer la relación que existe entre la producción de alimentos y el sector energético, y como esta relación influye en la

producción, disponibilidad y precios de alimentos. En otras palabras, la energía en la agricultura se encuentra estrechamente asociada a la seguridad alimentaria en el mundo.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 Localización y superficie

La Comunitat de Regants del Canal Algerri – Balaguer (CRAB) está ubicada en la zona sur-occidental de la comarca de la Noguera, en la provincia de Lleida, Cataluña (Figura 1). El canal cubre zonas agrícolas de los municipios de Algerri, Balaguer, Albesa, Castelló de Farfanya, Menàrguens y Torrelameu; abarcando un total de 8.000 hectáreas, de las cuales, en la actualidad, 6.618 son abastecidas por la comunidad de regantes para la producción agrícola por regadío.



**Figura 1.** Área de estudio. Fuente: iagua (2022).

#### 3.2 Climatología

Lleida tiene un clima de región mediterránea y en algunas zonas es mediterránea - continental (Servei Meteorològic de Catalunya, 2022). En el área de estudio existen dos estaciones meteorológicas, la del municipio de Albesa, operativa desde el año 1999 y la del municipio de Algerri, operativa desde el año 2000; las cuales se encuentran a una altitud de 267 y 301 metros sobre el nivel del mar

respectivamente, y distanciadas entre sí por 7,5 kilómetros (Ruralcat, 2022). En las Tablas 3 y 4, se puede observar la fluctuación de temperaturas y precipitaciones en doce años para ambas estaciones.

**Tabla 3.** Temperaturas y precipitaciones promedio mensuales en la estación del municipio de Albesa (2010 – 2021).

<b>Mes</b>	<b>Temperatura media mínima diaria (°C)</b>	<b>Temperatura media diaria (°C)</b>	<b>Temperatura media máxima diaria (°C)</b>	<b>Precipitación acumulada diaria (mm)</b>
1	-5,0	4,5	17,5	28,6
2	-4,4	6,9	19,0	19,6
3	-2,1	10,0	23,1	41,4
4	0,9	13,2	26,4	47,9
5	3,5	17,1	31,0	35,9
6	8,4	21,8	36,0	33,1
7	11,3	24,7	37,4	18,3
8	10,7	24,1	37,1	23,1
9	7,6	20,1	32,6	32,8
10	2,2	15,2	28,2	44,9
11	-1,9	9,1	21,9	51,9
12	-4,0	5,0	16,8	13,4

Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).

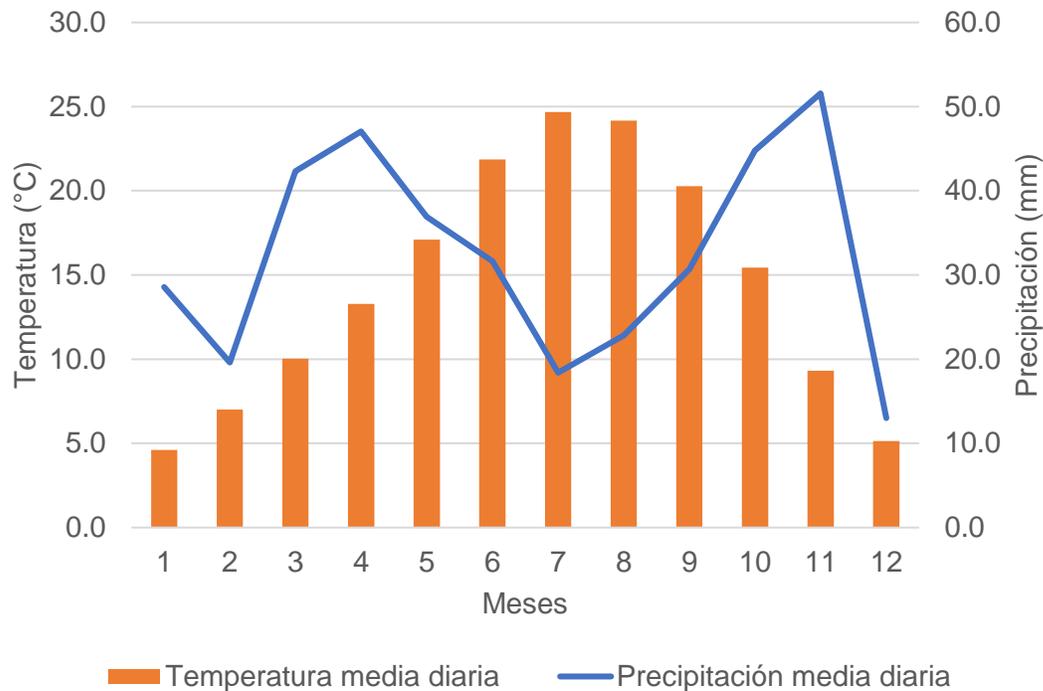
**Tabla 4.** Temperaturas y precipitaciones promedio mensuales en la estación del municipio de Algerri (2010 – 2021).

<b>Mes</b>	<b>Temperatura media mínima diaria (°C)</b>	<b>Temperatura media diaria (°C)</b>	<b>Temperatura media máxima diaria (°C)</b>	<b>Precipitación acumulada diaria (mm)</b>
1	-4,3	4,7	17,0	28,6
2	-3,7	7,1	18,6	19,6
3	-1,4	10,1	22,9	43,2
4	1,8	13,4	26,4	46,2
5	4,2	17,1	30,5	38,0
6	8,9	21,9	35,6	30,2
7	12,0	24,7	36,7	18,6
8	11,6	24,2	36,8	22,6
9	8,4	20,5	32,3	28,5
10	3,4	15,7	27,7	44,6
11	-1,2	9,5	21,3	51,3
12	-3,5	5,2	16,6	12,6

Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).

En el promedio de ambas estaciones, se tiene que la temperatura media anual es de 14,4°C. El invierno es desde el mes de diciembre a marzo, teniendo a enero como el mes más frío con una temperatura media de 4,6°C, mientras que el verano es de junio hasta setiembre, siendo julio el mes más cálido con una temperatura media de 24,7°C.

Tal y como se observa en la Figura 2, la precipitación es muy variable a lo largo del año. En promedio entre ambas estaciones, la precipitación anual fue de 387,4 mm aproximadamente, siendo diciembre el mes con menores precipitaciones (13 mm), y las mayores ocurren entre octubre y noviembre (44,8 mm y 51,6 mm respectivamente).



**Figura 2.** Fluctuación promedio de precipitaciones y temperatura a lo largo del año en las estaciones de Algerri y Albesa (2010 – 2021). Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).

En cuanto a la nubosidad, los meses más despejados coinciden con los meses más cálidos, desde junio hasta setiembre, siendo julio el mes más despejado del año. La temporada con mayor nubosidad sería el resto del año, siendo noviembre el mes más nublado (Meteoblue, 2022).

Los meses con mayor viento ocurren de febrero a mayo, con velocidades de viento promedio de 11,6 kilómetros por hora, siendo abril el mes con mayor viento teniendo una velocidad de viento promedio de 12,7 kilómetros por hora. Por otro lado, los meses con menor viento ocurren de mayo a febrero, siendo setiembre el mes con menores vientos, con una velocidad de viento promedio de 10,3 kilómetros por hora (Meteoblue, 2022). La velocidad de viento media promedio entre ambas estaciones

es de 1,3 metros por segundo con dirección predominante a oeste (Servicio Meteorológico de Cataluña, 2020).

En cuanto a la humedad relativa media, en la estación del municipio de Albesa se registra un valor de 74 %, mientras que en la estación del municipio de Algerri se tiene 69 %. Finalmente, en cuanto a la irradiación solar global media diaria, se tiene un promedio de 16,5 MJ/m<sup>2</sup> evaluando ambas estaciones (Servicio Meteorológico de Cataluña, 2020).

### **3.3 Suelos**

Según la información del Mapa de Suelos del área regable de Algerri-Balaguer realizado por el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (1991), se indica lo siguiente:

- Vertientes de pendiente suave: el suelo tiende a ser de textura franca y pendiente no mayor a 5 %, incluyendo suelos franco arcillosos y franco limosos.
- Vertientes: se tiene que el suelo tiende a ser franco en las zonas con menor pendiente y franco limosos en menor número, mientras que en las zonas con pendiente mayor a 5 % son corresponden a franco arcillosas.
- Fondos planos: los suelos tienden a ser franco-limosos a francos, con una pendiente menores a 2 % y 2-5 %; se pueden observar en estas zonas suelos ligeramente salinos y en menor número, suelos moderadamente salinos. Mientras que, en las planas de inundación, se tienen suelos francos con pendientes menores a 2 %.
- Fondos asociados a las terrazas: tienen una pendiente predominante de 2-5 % y son de textura franca; incluso en algunos casos se puede encontrar presencia de gravilla.
- Terrazas altas: la pendiente es menor a 2 % y 2-5 %, en donde en algunos casos se observan cantidades considerables de gravilla. Por otro lado, en las terrazas bajas, la gravilla es aún más persistente, y se tiene una pendiente

general 2-5 % y en menor número menor a 2 %. En ambos tipos de terrazas el suelo es de textura franca.

- Vertientes de terrazas: cuando la pendiente es mayor a 10 %, se encuentra presencia de gravilla y el suelo es franco y franco arcilloso; mientras que cuando la pendiente es menor a 10 % la gravilla es escasa y el suelo es predominantemente franco.
- Rellenos de erosión: los suelos son predominantemente franco-arcillosos con una pendiente menor a 2 % y de 2-5 %; en algunos casos existe una presencia importante de acumulaciones salinas.

De esta manera, la pendiente que tiene cada zona podría tener implicancia directa en ciertas características del suelo, y condicionar factores mencionados como la textura, presencia de gravilla o la salinidad, que, junto con otros factores como el nivel de compactación, porosidad, profundidad del suelo, entre otros; tienen relación con el drenaje del suelo; el cual es muy importante para la planificar la gestión de actividades agronómicas.

En esta línea, se tiene que, en cuanto al drenaje de suelos, en la zona regable de Algerri-Balaguer predominan los suelos bien drenados, seguido por los suelos rápidamente drenados; en menor cantidad los moderadamente bien drenados y en muy escasa proporción se pueden encontrar suelos imperfectamente drenados (Ascaso et al., 1991).

### **3.4 Comunidad de regantes del canal Algerri-Balaguer**

La comunidad de regantes del canal Algerri-Balaguer (CRAB), se encuentra en la comarca de La Noguera, en la provincia de Lleida; la concesión está activa desde el año 1999, con una extensión aproximada de 8 mil hectáreas, sin embargo, el derecho de riego solo es pagado por un grupo de agricultores que constituyen unas 6.618 hectáreas. De esta manera, el agua de la comunidad es gestionada en base a dicho número de hectáreas y otras 69,5 que corresponden a las granjas de producción animal; es decir, en total 6.687,5 hectáreas destinadas a la producción

de alimentos son las que gozan de abastecimiento del recurso hídrico por el canal (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

#### **3.4.1 Líneas generales de gestión y administración**

En el año 1999 se puso en marcha la primera estación de bombeo de la zona regable de Algerri-Balaguer, cuya concesión de agua fue aprobada por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), la cual es el organismo gestor que se encarga de regular y mantener las aguas y riegos de la cuenca hidrográfica del río Ebro. En la actualidad dicha concesión permite el uso de 42 hectómetros cúbicos al año, que corresponde a 6.000 m<sup>3</sup> por hectárea en regadío aproximadamente (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

En total son tres estaciones de bombeo, de las cuales una trabaja para la balsa de regulación para la zona baja. Cada una cuenta 130 mil, 135 mil y 270 mil m<sup>3</sup> de capacidad de embalse, cuyas laminas son analizadas continuamente para saber en qué situación se encuentra el agua almacenada (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

El canal consta de dos tramos, ambos recubiertos de hormigón y con una pendiente de 0,02 %. El primero tiene un recorrido desde Alfarrás-Ivars hasta Algerri y tiene una longitud de 8.355 metros y un caudal diseño de 7,20 m<sup>3</sup>/s; mientras que el segundo tramo va desde Algerri hasta Castelló de Farfanya con un caudal diseño de 4,4 m<sup>3</sup>/s (Pila, 2013).

Por otro lado, para fines de concentración parcelaria, el área regable del canal está dividido en los sectores A, B y C (Tabla 5). El sector A abarca los términos municipales de Algerri y Albesa, el sector B incluye los de Torrelameu y Menàrguens y por último, el sector C constituye a Balaguer (Reguant, 2017).

**Tabla 5.** Superficie y dotación de riego en cada municipio.

<b>Sectores</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Superficie (ha)	3.455	3.190	750
Dotación (m <sup>3</sup> /ha)	6.000	6.000	6.000
Municipios	Albesa Algerri	Torrelameu Menàrguens	Balaguer

Fuente: Reguant (2017)

El agua requerida para el desarrollo de actividades se solicita normalmente con tres días de anticipación al embalse de Santa Ana, gestionado por la CHE, según la demanda, sin embargo, en caso de algún imprevisto o cambios en las precipitaciones, se gestiona la regulación con un plazo máximo de cuatro horas según los caudales y demanda, ya que el agua tarda en llegar desde el embalse a la central aproximadamente dos horas (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

Entre los meses de octubre a marzo, ya que hay menor demanda para riego, se busca agrupar a los usuarios y bombear los fines de semana en función al agua requerida con el fin de usar mayor cantidad de maquinaria y estas no se descompongan por razones mecánicas. Sin embargo, por estas fechas de bajo consumo, existe igualmente riego como es en el caso de algunos frutales a los que se les aplica riego de aspersión antiheladas. Otro consumo importante en estos meses de baja demanda es el de las granjas, las cuales representan un consumo de entre 130 a 140 mil metros cúbicos al año (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

En las épocas de alta demanda, se suele bombear en horario nocturno por cuestiones de eficiencia y para aprovechar las horas de energía más económicas. De la misma manera, durante los fines de semana, las bombas funcionan 24 horas al día. Por el momento no existen turnos para los agricultores, se proporciona el agua a demanda según un cronograma establecido, si se diese el caso de que todos

los agricultores quisieran regar a la vez, solo se podría abastecer al 80 % (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

La gestión de bombeo se complica con los equipos antiguos que se disponen actualmente, los cuales se ven afectados por el filtraje que provoca cavitación. Cuando la maquinaria es nueva, no ocurre este problema por lo menos durante los primeros dos años. Ya que, la cavitación es el problema mecánico con más complicaciones que incluso corresponde un riesgo para las personas que pudieran encontrarse cerca a dicho evento, se disponen de ventosas cada 500 metros que evitan este peligro (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

### **3.4.2 Líneas económicas generales**

El precio del agua por metro cúbico es de 0,04 euros aproximadamente y el monto puede oscilar entre 340 a 360 euros por hectárea al año, en algunos casos extremos pagan hasta 400 euros ha/año, ya que, en producciones de ciertos cultivos, como en el caso del maíz, se requiere una mayor cantidad de agua por hectárea, y si la comunidad contara con agua disponible, entonces los agricultores pueden pagar un excedente por el recurso (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

Cabe resaltar que el agua utilizada para la fracción de lavado se realiza de manera empírica y que, actualmente no existe una sanción por uso excesivo de agua. Por otro lado, existen personas que han pagado el derecho a uso de agua, pero no la usan por diversos motivos (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

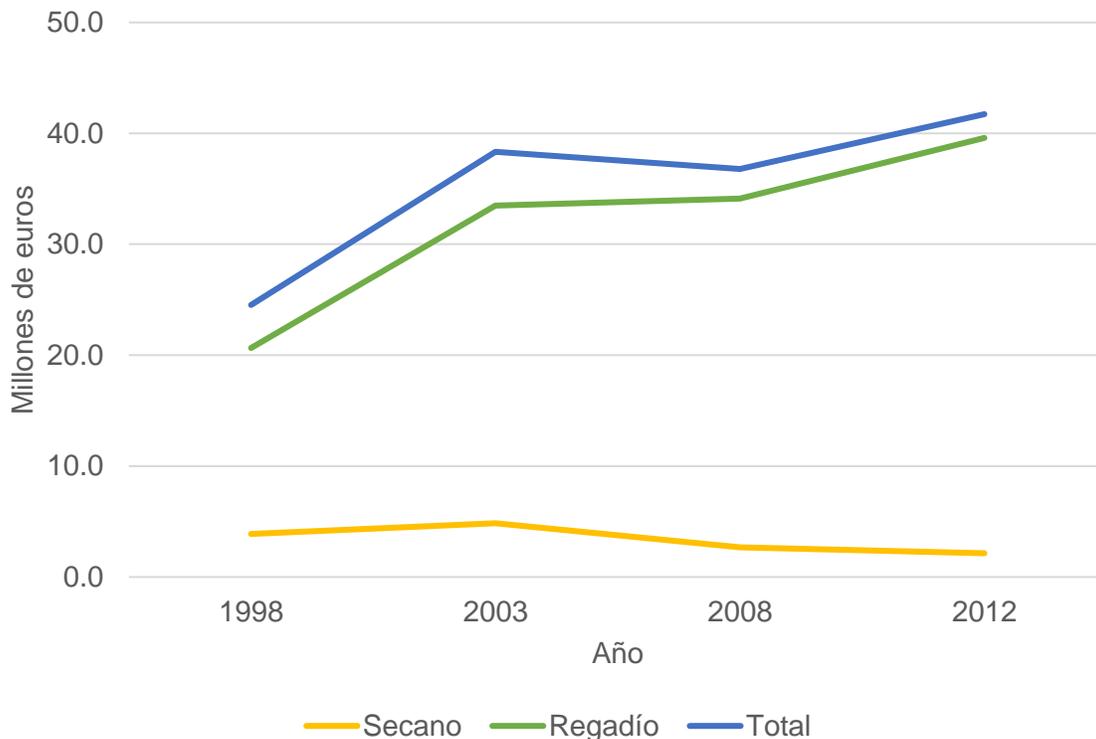
En cuanto a las oportunidades económicas que trajo el riego a la zona en comparación a la producción de secano previamente habitual; es importante precisar que el proyecto de la comunidad de regantes ha aumentado la producción notablemente, y con ello la riqueza de los agricultores. Según Reguant (2017), la producción de secano y regadío en el año 1998 correspondía a 9.075 y 3.443 hectáreas respectivamente en la zona de Algerri-Balaguer. Sin embargo, a pesar de

la marcada diferencia en superficie, la generación monetaria de la producción por regadío era 4,87 veces mayor que la de secano. En el 2012, con la comunidad de regantes ya establecida, la producción de secano y regadío abarcaron 4.925,10 y 7.648,80 hectáreas respectivamente, este cambio generó 1,78 veces más riqueza en la zona en estudio comparando ambos años (Tabla 6 y Figura 3).

**Tabla 6.** Euros generados según el tipo de producción agrícola en la zona de Algerri-Balaguer.

<b>Tipo de producción</b>	<b>1998</b>	<b>2003</b>	<b>2008</b>	<b>2012</b>
Secano	3.879.522	4.846.254	2.663.069	2.140.354
Regadío	20.644.820	33.474.948	34.108.059	39.585.139
Total (€)	24.524.342	38.321.202	36.771.128	41.725.493

Fuente: Reguant (2017)



**Figura 3.** Evaluación de la producción agrícola en la zona de Algerri-Balaguer.  
Fuente: Reguant (2017).

### 3.4.3 Líneas generales de gestión ambiental

En la declaración de impacto ambiental del proyecto de regadío de Algerri-Balaguer (EDICTO de 2 de diciembre de 2002, por el que se hace pública la declaración de impacto ambiental del proyecto de regadío Algerri-Balaguer, sector B - DOGC 3778 -12.10.2002, pág. 21718), se definen distintas actuaciones y aptitudes compensatorias con el fin de que la transformación del entorno se realice sosteniblemente. De esta manera, se toman medidas que logren mejorar la calidad de los hábitats para la vida y reproducción de aves esteparias a través de la gestión e implementación de una Zona de Especial Protección para Aves (ZEPA); integrando así, en el marco de la Red Natura 2000, labores con fines de protección ambiental y de biodiversidad con las actividades agrícolas de la zona (Departamento

de Medio Ambiente y Vivienda, 2010). La Tabla 7 muestra la extensión de estas zonas en la CRAB.

**Tabla 7.** Relación ZEPA en el área regable de Algerri-Balaguer.

<b>Municipios</b>	<b>Algerri</b>	<b>Balaguer</b>
Superficie de ZEPA (ha)	2.895	1.857
% Total de ZEPA	32,31	20,72
Superficie municipal considerada ZEPA (%)	53,30	16,20

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Vivienda (2010).

De igual manera, en relación a temas paisajísticos, se puede considerar que la aplicación de riego que trajo la CRAB, es un cambio importante hacia un mejor impacto visual del paisaje por las tonalidades verdes propias de los cultivos bajo riego a comparación de los parajes áridos anteriormente habituales característicos del secano; esta transición tiene impactos positivos en el desarrollo del agroturismo local, es decir, el cambio de paisaje puede valorarse desde un impacto social y económico considerable (Reguant, 2017).

En cuanto al manejo del agua, existe un problema de contaminación en las aguas residuales de riego, principalmente en cuanto a los niveles de nitratos, ya que, en muchos casos, el agua de los drenajes supera el límite ambiental máximo permitido de 50 ppm según DIRECTIVA 91/676/CEE. La Tabla 8 muestra los parámetros de calidad del agua de drenaje en la CRAB.

**Tabla 8.** Parámetros de calidad del agua de drenaje en distintas fechas de muestreo en la CRAB.

Fecha/ Parámetro	01/06/2017	01/10/2017	10/04/2018	22/11/2018	29/03/2019	07/08/2019	26/02/2020	Agua de riego
pH	8,1	8,01	8,04	7,84	7,87	8,08	7,96	7,58
CEa (dS/m)	3,9	4,098	4,22	4,61	3,87	3,9	3,8	0,37
Calcio (ppm)	539,6	580,8	543	505	571	561	549	69,8
Magnesio (ppm)	241,8	271,8	277	228	253,2	261,4	235,9	6,9
Potasio (ppm)	6,6	5,5	5,4	4,9	5,9	6,8	5,5	1,3
Nitratos (ppm)	143,8	123,4	129	164,3	124,6	40,9	80,6	9,3
Sulfatos (ppm)	2085	2263,9	2370,5	2482,6	1699,2	1800	2199,8	5,4
Boro ( $\mu\text{g/L}$ )	613	698	604	664	535	676	571	50
Manganeso ( $\mu\text{g/L}$ )	1,7	1	1,7	2,7	2	2,8	1,3	1

Fuente: Altés (2021).

Por otro lado, se tiene que uno de los problemas ambientales más importantes en materia de la calidad y uso del agua, es la presencia de algas. Su presencia radica en el aumento de la temperatura en las aguas, que a su vez es mayor cuando se tiene un bajo caudal del río. Este problema es más frecuente en los meses de verano, cuando la temperatura del agua es más alta y esta se encuentra a menor nivel por las bajas precipitaciones (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

Por esta razón, existe una zona de desbaste por donde pasa el agua antes de entrar al circuito que lleva al canal. Sin embargo, este proceso no siempre es suficiente y pueden ocurrir desviaciones en el sistema. Adicionalmente, la comunidad de regantes no puede tomar parte en la gestión correctiva in situ sin una previa autorización de la Agencia Catalana del Agua (ACA) que es la entidad pública responsable, por lo que el desbaste parcialmente efectivo es su única solución en la actualidad, que además tiene influencia negativa sobre otros problemas como la reducción del rendimiento del bombeo y el aumento del riesgo de cavitación (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

En términos de gestión energética, actualmente se cuentan con 3,000 kilovatios de capacidad de bombeo, pero solo se contratan 2,500 para contar con una reserva en caso de que esta sea requerida. Estas bombas se encuentran a nivel del río, 19 metros por debajo de la estación de bombeo, y elevan 32 metros el agua desde la lámina del río hasta donde se encuentra la balsa. Para contribuir con la demanda energética, se tienen implementados cuatro paneles solares, los cuales aportan la energía necesaria para el funcionamiento de una bomba de 250 kW (Dirección de la CRAB, comunicación personal, 05 de octubre del 2021).

#### **3.4.4 Producción agrícola en la comunidad de regantes**

Como se observa en la Tabla 9, en la CRAB, los cereales constituyen aproximadamente un 65 % del suelo agrícola. Un 40 % de la producción total corresponde a la rotación de cebada-maíz, 6 % a la rotación guisantes-maíz y 5 % de trigo-maíz. Luego de los cereales, el segundo cultivo más predominante es el de frutales, incluyendo a las frutas dulces y a la fruta de hueso, los cuales alcanzan un aproximado de un 20 % en la zona regable, donde destaca el melocotón con un 9% de la superficie total. Finalmente, se tiene que el resto de superficie está constituido por distintos cultivos donde destaca la alfalfa con una superficie del 8 %.

**Tabla 9.** Superficie por cultivo en la CRAB en el 2021.

<b>Cultivo</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Superficie (%)</b>
Cebada + Maíz	2.616	40
Melocotón	603	9
Maíz	567	9
Alfalfa	522	8
Guisante + Maíz	386	6
Trigo + Maíz	315	5
Trigo	288	4
Perales	237	4
Olivos	211	3
Almendro	140	2
Raigrás	112	2
Manzano	93	1
Barbecho	93	1
Cebolla	89	1
Viñedos	71	1
Viveros	39	1
Albaricoque	34	1
Otros	202	3
Total	6.618	100

Fuente: DUN (2021).

En la Tabla 10 se presentan los meses de producción de los cultivos más representativos en la comunidad de regantes del Canal Algerri-Balaguer. Las dobles cosechas se dan principalmente por el cultivo de maíz de ciclo corto en rotación con algún otro cultivo destacando la cebada como la opción más común de segunda cosecha en la zona. De esta manera, el maíz constituye el llamado cultivo de verano, por lo general sembrado entre mediados y finales de junio, y se suele cosechar entre los meses de octubre y noviembre. Por otro lado, al otro cultivo en

rotación se le considera el de invierno, el cual se siembra finales del año y se cosecha en junio (Altés, 2021).

El maíz de ciclo largo en Lleida tiende a sembrarse entre abril y junio, siendo mayo el mes más común para la siembra, y cosecharse entre octubre y diciembre, principalmente en noviembre y con muy poca frecuencia en enero. El trigo suele sembrarse principalmente en noviembre y cosecharse entre los meses de junio y en menor número de casos en julio. La alfalfa, la cual es la herbácea más producida en la zona, suele sembrarse en marzo o en setiembre, con cosechas distribuidas entre los meses de abril y octubre (Jaudenes, 2021).

En cuanto a los cultivos leñosos, se tiene a distintos frutales entre los que destaca el melocotón, que, al ser cultivos perennes, se tiene en cuenta específicamente la recolección del producto, la cual sucede de manera general entre los meses de junio y noviembre, por su parte, la recolección del melocotón, sucede entre junio y setiembre, siendo agosto el mes de mayor volumen (Jaudenes, 2021).

**Tabla 10.** Meses de producción de los cultivos más comunes en la comunidad de regantes del Canal Algerri-Balaguer.

Ciclos	Cultivos	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Doble Cosecha	Maíz												
	Otro Cultivo												
Una Cosecha	Maíz												
	Alfalfa												
	Trigo												
Recolección	Frutales												

Fuente: Altés (2021) y Jaudenes (2021).

### 3.4.5 Riego

El riego a los cultivos se planifica según el clima de la zona a lo largo del ciclo del cultivo, ya que, de estas variaciones dependerán las curvas evapotranspiración que indicarán las necesidades hídricas del cultivo, por lo que conocer la fluctuación de dichas curvas es esencial para poner en marcha una gestión adecuada de la programación de riego. En la Tabla 11 se visualizan los valores mensuales de temperatura media, evapotranspiración de referencia y precipitación acumulada en el año 2021.

**Tabla 11.** Temperatura media diaria, precipitación acumulada mensual y evapotranspiración de referencia en la CRAB en el año 2021. Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).

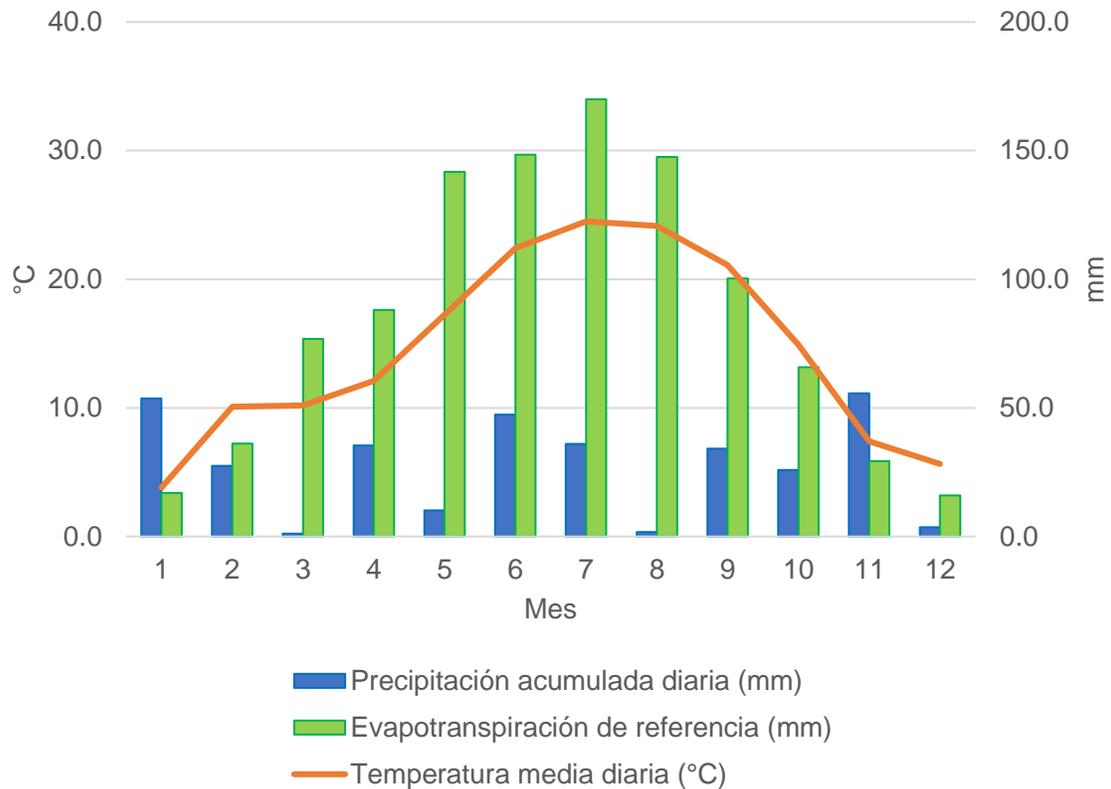
Mes	Temperatura media diaria (°C)	Precipitación	Evapotranspiración de referencia (mm)
		acumulada diaria (mm)	
1	3,8	53,7	17,0
2	10,1	27,5	36,1
3	10,2	1,1	76,8
4	12,1	35,4	88,1
5	17,3	10,2	141,8
6	22,4	47,4	148,5
7	24,5	36,0	170,0
8	24,2	1,7	147,6
9	21,1	34,2	100,3
10	14,9	25,9	65,8
11	7,4	55,7	29,3
12	5,7	3,6	16,0

Como se observa en la Figura 4, el mes más cálido del año 2021 fue julio y el más frío fue enero. La precipitación acumulada fue bastante variable a lo largo del año, marzo fue el mes que registró los menores valores del año y noviembre el de valores más altos. En las épocas más frías (de noviembre a enero) se observa que la curva de la precipitación es mayor a la de evapotranspiración, lo cual indica que en estos periodos las necesidades hídricas del cultivo se encuentran cubiertas por las precipitaciones; mientras que durante el resto del año ocurrió lo contrario y se requiere el uso de riego para cubrir las necesidades del cultivo.

De esta manera, para conocer el riego a aplicarse en cada cultivo según las condiciones en las que se encuentre se emplea la siguiente ecuación (FAO, 2006):

$$ET_c = ETo \cdot kc$$

Donde la evaporación del cultivo estándar ( $ET_c$ ) es la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar; es decir, cuando el cultivo se encuentra sano, con buena disponibilidad de nutrientes y con condiciones óptimas de suelo y agua, mientras que la evaporación del cultivo de referencia ( $ETo$ ) expresa la tasa de evapotranspiración de la atmósfera de una superficie en condiciones de no existir limitaciones de restricción de agua en un cultivo hipotético de pastura con una altura de 0,12 m; resistencia superficial de 70 s/m y albedo de 0,23. Por su parte, el coeficiente del cultivo ( $kc$ ) es el factor que determina las condiciones en las que se encuentra el cultivo sobre el que se trabaja, ya sea su especie, espacio geográfico, fenología y climatología.



**Figura 4.** Fluctuación de la evapotranspiración, temperatura y precipitación a lo largo del año 2021 en la CRAB (promedio de las estaciones Albesa y Algerri).

Fuente: Servicio Meteorológico de Cataluña (2021).

Otro punto importante en la planificación de riego es la eficiencia del sistema que se tiene (Tabla 12), ya que de esto dependerán las variaciones de la cantidad de agua a utilizar según los requerimientos hídricos del cultivo según la fase en la que se encuentre y las características de su entorno. En los sistemas de riego se tienen el riego por aspersión en donde se puede incluir el riego por pivot, y el riego localizado.

**Tabla 12.** Eficiencia en los tipos de riego.

<b>Tipo de riego</b>	<b>Localizado</b>	<b>Aspersión</b>
Eficiencia de conducción	90 %	90 %
Eficiencia de distribución	85 %-90 %	85 %-90 %
Eficiencia de aplicación	80 %-85 %	65 %-70 %
Eficiencia global	70 %-80 %	55 %-65 %

Fuente: Reguant (2017).

De esta manera, se tomaron las necesidades hídricas netas de los cultivos en el Valle del Ebro (Sánchez-Chóliz & Sarasa, 2013) según los productos más comunes en la zona regable de Algerri-Balaguer para calcular teóricamente el agua requerida para cubrir dichos requerimientos según cada tipo de riego (Tabla 13).

**Tabla 13.** Requerimiento teórico de agua según cada cultivo y tipo de riego.

<b>Cultivo</b>	<b>Necesidades hídricas netas (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Agua utilizada bajo riego localizado (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Agua utilizada bajo riego por aspersión (m<sup>3</sup>/ha)</b>
Maíz	5.400	6.446 – 6.983	7.252,2 – 7.789
Trigo	2.300	2.770 – 3.001	3.117,15 – 3.348
Cebada	1.900	2.280 – 2.470	2.565 – 2.755
Leguminosas	1.300	1.602 – 1.736	1.802,3 – 1.936
Frutales	6.100	7.312 – 7.921	8.225,6 – 8.835
Alfalfa	6.300	7.543 – 8.172	8.486,1 – 9.115

Fuente: Sánchez Chóliz & Sarasa (2013) y Reguant (2017).

Por otro lado, en los últimos años, en la CRAB, si bien la relación entre el uso de riego por aspersión y riego localizado se mantiene relativamente constante, es importante precisar que cada año se observa una tendencia mayor en cuanto el

número de hectáreas que optan por el riego localizado, lo cual es un indicio importante en cuanto al uso eficiente del agua. Estas tendencias se pueden observar en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Distribución de los sistemas de riego en la CRAB.

Año	Localizado		Aspersión	
	Extensión (ha)	%	Extensión (ha)	%
2006	888	22	3.120	78
2008	1.120	19,50	4.619	80,50
2011	1.232	21	4.631	79
2021	1.350	22,10	4.753	77,90

Fuente: Pila (2013) y Altés (2021).

### 3.4.6 Fertilización

La fertilización es la práctica mediante la cual se aportan los nutrientes necesarios para el crecimiento vegetativo de los cultivos y a su vez, se mantiene un potencial del suelo óptimo al reponer las extracciones de temporadas anteriores y aquellos elementos nutritivos que se pierden debido a la retrogradación, lixiviación y erosión del suelo (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

El plan de fertilización se lleva a cabo según la evaluación de distintos factores que intervienen en la nutrición de los cultivos, donde las características del suelo y su composición cumplen un rol fundamental. De este modo, se debe tener en cuenta factores edáficos como la mineralogía, la estructura, la granulometría, la materia orgánica, los microorganismos y las interrelaciones químicas de los nutrientes, así como la disponibilidad de agua (Villar & Villar, 2016).

La asimilabilidad de los nutrientes dependerá de la forma química en la que se encuentren, así como de las características del suelo, el clima, la genética de la planta, su estado de desarrollo y de las prácticas culturales realizadas en el campo (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). Por otro lado, es

importante considerar también los antecedentes de fertilización y de labores culturales llevados a cabo en la finca, cuya información es concluyente para realizar los balances de elementos nutritivos. En este balance también se incluyen las extracciones llevadas a cabo por el cultivo, cuyos datos se complementan con los de las exportaciones, lo cual permitirá conocer las salidas de nutrientes del sistema. La información obtenida debe ser reforzada además con análisis de laboratorio de manera periódica, en los que se analizan el suelo, el agua de riego y en algunos casos también las hojas si así se requiere, y con ello, llevar a cabo una adecuada y eficiente planificación de fertilización (Departamento de Agricultura, Ramadería, Pesca y Alimentación, 2015). La Tabla 15 muestra el cálculo de extracciones teóricas de nutrientes para los distintos cultivos evaluados.

**Tabla 15.** Cálculo de extracciones teóricas de nutrientes en los principales cultivos de la CRAB.

Cultivos	Extracciones teóricas de nutrientes (kg de nutriente/t de producto)			Producción media estimada (t/ha)	Extracciones teóricas por extensión (kg de nutriente /ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Maíz de ciclo largo	24	11	24	15	312	143	312
Maíz de ciclo corto	12,6	6	14,6	13	163,8	78	189,8
Trigo	29	14	24	6,5	188,5	91	156
Cebada	24	13	24	7	168	91	168
Alfalfa	32	7	25	15	480	105	375
Guisante	27,5	12,5	28,5	5	137,5	62,5	142,5
Melocotón	4,8	0,7	3,3	25	120	17,5	82,5

Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (2015) y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2019).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Área de estudio**

El estudio llevado a cabo se realizó en la Comunidad de Regantes del Canal Algerri-Balaguer (CRAB), ubicado en el sector occidental de la comarca de la Noguera, en la provincia de Lleida, Cataluña.

### **4.2 Recopilación de información de labores agrícolas**

#### **4.2.1 Entrevistas**

Se realizaron entrevistas abiertas estructuradas a diecinueve agricultores de la CRAB. El modelo de las entrevistas se encuentra en el Anexo I. Para llevar a cabo dichas entrevistas, se contactaron agricultores de la zona mediante llamadas telefónicas, correos electrónicos y visitas a campo.

La información obtenida fue muy limitada. Por ello, con el fin de obtener los datos más significativos y fundamentales para llevar a cabo la presente investigación, se optó por consultar concretamente los datos de cantidad de agua de riego y de los tipos y cantidades de abonos utilizados para cada cultivo, así como la producción promedio por hectárea. Se recurrió únicamente a la obtención de dichos datos mediante las encuestas, debido a que es la información más accesible y transparente por parte de los agricultores, a diferencia de otros datos considerados “más delicados” tales como precisiones económicas o el uso de fitosanitarios, los cuales, junto con las labores de maquinaria, se obtuvieron por investigación bibliográfica. Cabe resaltar que, por motivos de confidencialidad, las entrevistas se llevaron a cabo de manera anónima.

Según Elsoragaby et al. (2019), la energía proveniente del riego y de la fertilización, corresponde a un 66 % del total de la energía utilizada en la agricultura. Por otro lado, de acuerdo a Aguilera et al. (2020), las mismas actividades son responsables de un 61% del total de las emisiones de efecto invernadero en la agricultura. De esta manera, se asume una amplia representatividad de los datos obtenidos

mediante las entrevistas; ya que, además, se considera que, a gran escala, la aplicación de fitosanitarios y las labores por maquinaria tienden a ser relativamente generales en el manejo de cada cultivo.

Para la elección de los entrevistados, se optó por buscar agricultores que produzcan al menos uno de los siete cultivos que representan a más del 80 % de la extensión total en la comunidad de regantes: cebada – maíz (40 %); melocotón (9 %); maíz de ciclo largo (9 %); alfalfa (8 %); guisante - maíz (6 %); trigo – maíz (5 %); y trigo (4 %). De esta manera, se entrevistaron a diez productores de cebada – maíz (C-M), cuatro de maíz de ciclo largo (MCL), cuatro de melocotón, tres de alfalfa, tres de guisante – maíz (G-M), dos de trigo – maíz (T-M) y tres de trigo. A su vez, para contrastar los datos obtenidos del cultivo de dichos productos con mayor extensión, se entrevistó a dos agricultores que producen cebollas.

Finalmente, el área total abarcada por la producción de los agricultores entrevistados es de 2216 hectáreas, es decir, el muestreo obtenido alcanza un 33,48 % de la superficie total de la comunidad de regantes. Para visualizar la extensión agrícola y cultivos asociados a cada agricultor entrevistado a detalle, consultar el Anexo II.

#### **4.2.2 Recopilación bibliográfica**

Los datos de labores culturales realizadas por maquinaria, así como las dosis y tipos de fitosanitarios aplicados, fueron asumidos por recopilación bibliográfica para cada uno de los cultivos analizados. Esta información puede visualizarse a detalle en los Anexos III y IV.

En relación a las labores agrícolas por maquinaria, para los cultivos de trigo, cebada – maíz, guisante - maíz y maíz de ciclo largo, se utilizaron las labores expuestas por el Gobierno de Aragón (2013), cuyas condiciones y manejo de cultivo se consideran bastante similares a los de Lleida. En el caso del melocotón, se tomaron en cuenta las labores expresadas por el IRTA- Lleida (2012), y el CIFEA – Murcia (2018). Las labores definidas en la alfalfa, se tomaron siguiendo el trabajo de Fuentes & Lloveras (2003) en el cual se recopila una serie de encuestas a un gran grupo de

agricultores de alfalfa en Lleida. Por su lado, las labores del cultivo de la cebolla fueron recopiladas de lo expuesto por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008). Cabe resaltar que, en este punto, en cuanto al trabajo de la maquinaria realizado para la aplicación de fitosanitarios, solo se consideraron las aplicaciones de herbicidas, ya que, estas tienden a ser generales y constantes para cada cultivo, mientras que el uso de maquinaria para otro tipo de aplicaciones, dependen de las condiciones en las que se encuentre el campo de producción y del plan de manejo optado individualmente por el agricultor, por lo que existe gran variabilidad.

En cuanto a los productos fitosanitarios aplicados, para los cultivos de cebada, melocotón, cebolla, guisantes y trigo, se tomó como referencia la Encuesta de utilización de productos fitosanitarios 2019 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2021). Para el cultivo de alfalfa, se siguieron los resultados de las entrevistas realizadas por Fuentes & Lloveras (2003), según encuestas realizadas sobre fitosanitarios a agricultores de Lleida. Los fitosanitarios utilizados en el maíz, se obtuvieron según los datos mostrados por Eurostat (2007), en el que se presentan los resultados de las encuestas de uso de fitosanitarios en este cultivo en España.

#### **4.3 Cálculo del agua utilizada**

El agua utilizada de un cultivo determinado, se expresa en metros cúbicos por hectárea, y se calcula a partir del promedio del agua total de riego utilizada por todos los agricultores que produzcan dicho cultivo. Es decir, se determinará a partir de la suma de los valores obtenidos de todos los metros cúbicos de agua utilizados para dicho cultivo por hectárea, dividido entre el número de agricultores entrevistados que produzcan tal cultivo, despreciando la extensión de producción de cada agricultor.

En este cálculo, no se considera el agua proveniente de las precipitaciones, ya que, al encontrarse todos los agricultores en la misma área, y bajo condiciones climáticas prácticamente iguales, se asume que la distribución de las precipitaciones para

todos los campos de cultivo es la misma, por lo que la diferenciación entre cada campo en cuanto al uso hídrico, se debe esencialmente a las necesidades del cultivo y al manejo de riego por el agricultor.

#### **4.4 Cálculo de alimentos producidos**

La producción de cada cultivo se expresa en toneladas por hectárea, en el caso de productos frutales y hortícolas, la producción es expresada en materia húmeda, mientras que en la alfalfa y cereales se asume un 12 % y 14 % de humedad respectivamente. El cálculo se establece según el promedio de todos los agricultores entrevistados que produzcan un mismo cultivo determinado. En este cálculo, no se considera la extensión del cultivo que posee cada agricultor, solo su producción por hectárea.

#### **4.5 Cálculo de la energía**

La energía total requerida para la producción de cada cultivo es expresada en MJ/ha; cuyo valor resulta según el gasto energético promedio por hectárea consumido en cada ciclo del cultivo. En cuanto a los cultivos de la alfalfa y melocotón, se toman en cuenta los valores de energía calculados en el año 0 y los años en los que no se tiene aún producción, de manera que dichos valores se distribuyen de manera equitativa para cada año de duración del cultivo.

En este punto, se tienen en cuenta solo las fuentes de energía más importantes en la agricultura, despreciando la energía de la mano de obra, ya que esta fuente representa una mínima parte de la energía total, además de ser muy variable según la escala de producción y el manejo propio del agricultor, cuyas especificaciones son factores que se buscan reducir en la presente investigación. Por otro lado, tampoco se considera la devaluación de la maquinaria, que, igualmente representa una parte muy pequeña de la energía total y su valor no repercute directamente sobre la producción del cultivo en cuestión, ya que muchas veces en esta zona, la maquinaria es compartida, prestada o alquilada entre los mismos agricultores o a empresas de servicios, siendo además utilizada para distintos tipos de cultivo, por

lo que no se le puede atribuir el desgaste de la misma a un cultivo en específico. Igualmente, al centrarse el estudio sobre un espacio geográfico puntualmente delimitado y relativamente uniforme, se ha optado por despreciar la energía asociada al transporte, ya que será prácticamente la misma para cada agricultor y cultivo analizado. En cuanto a la energía contenida en las semillas, el valor se refiere habitualmente a las calorías presentes en ellas, ya que obtener la información sobre su producción resulta complicado y poco representativo en el resultado global. Por otro lado, su gasto energético es muy bajo y diverso según la fuente de obtención, además, no permite una comparación precisa entre los cultivos en estudio, ya que los frutales no tienden a sembrarse con semillas, sino con plantones. Por estos motivos, se ha optado por no incluirlas en el presente estudio.

De este modo, la energía total se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$(1) \quad E_{t_i} = E_{f_i} + E_{r_i} + E_{m_i} + E_{p_i}$$

Donde:

- $E_t$  (MJ/ha): Energía total
- $E_f$  (MJ/ha): Energía asociada a fertilizantes
- $E_r$  (MJ/ha): Energía asociada al riego
- $E_m$  (MJ/ha): Energía asociada al uso de maquinaria
- $E_p$  (MJ/ha): Energía asociada a productos fitosanitarios
- $i$ : Cultivo en evaluación

#### **4.5.1 Energía asociada a los fertilizantes**

La energía asociada a los fertilizantes, se refiere al requerimiento energético industrial para su producción, cuyos valores se multiplican por las cantidades de fertilizantes utilizados en promedio para cada cultivo por hectárea, obteniendo así la energía asociada en los fertilizantes para cada caso. Los valores energéticos teóricos utilizados se pueden observar en el Anexo V.

En este punto se considera la energía asociada únicamente a los fertilizantes inorgánicos de nitrógeno, fósforo y potasio. Esto se debe a que dichos elementos, son los nutrientes que se aplican en mayor cantidad que el resto y que, son de aplicación general para todos los cultivos, por lo que resultan más representativos y visuales para realizar una comparación efectiva entre los cultivos. Por otro lado, los abonos orgánicos no representan un consumo energético en sí, sino un aprovechamiento de los recursos que de otra manera serían residuos, por lo que la energía asociada a este tipo de abonos dependería únicamente de su transporte, el cual resulta muy variable para cada agricultor, por lo que no será considerado dentro de los cálculos de energía.

#### **4.5.2 Energía asociada al riego**

La energía asociada al riego se refiere al requerimiento energético para el bombeo de agua en la zona en estudio para cada cultivo. Para este cálculo, se consideró la energía consumida desde la primera estación de bombeo de la comunidad de regantes (donde se bombea el agua previamente a ser distribuida) hasta el último tramo que llega a los campos de cultivo. Estos datos se obtuvieron a través de entrevistas con los técnicos de la comunidad de regantes; los resultados obtenidos reflejan que la energía requerida es de 1,005 MJ por cada metro cúbico de agua utilizado. El desglose de esta información se encuentra en el Anexo VI.

#### **4.5.3 Energía asociada al uso de maquinaria**

Este cálculo se realiza a partir del combustible (gasóleo) consumido por hectárea en cada una de las labores culturales realizadas en los distintos cultivos a lo largo de su ciclo productivo. Los valores de gasóleo consumido por hectárea asumidos para cada maquinaria, se encuentran detallados en el Anexo VII.

#### **4.5.4 Energía asociada a productos fitosanitarios**

Este punto se refiere a la energía requerida para la producción industrial de un ingrediente activo determinado. Por ello, se considera la cantidad total de ingrediente activo que contienen los productos fitosanitarios utilizados por hectárea

en cada cultivo, cuyo valor es multiplicado por el factor de conversión energético detallado en el Anexo V.

#### **4.5.5 Balance de energía y eficiencia energética**

Una vez calculada la energía total consumida por hectárea para la producción de cada cultivo en estudio, con el fin de evaluar la eficiencia energética de los mismos, se calculó un balance de energía, en el que la energía consumida se resta con la energía teórica producida por hectárea. La energía contenida en cada producto agrícola se puede visualizar en el Anexo VIII. Los cálculos se realizaron según las siguientes ecuaciones:

$$(2) \quad BE_i = Et_i - Ec_i$$

$$(3) \quad EE_i = Ec_i / Et_i$$

Donde:

- BE (MJ/ha): Balance de energía
- EE (MJ/ha): Eficiencia energética
- Et (MJ/ha): Energía total
- Ec (MJ/ha): Energía contenida en el producto final
- i: Cultivo en evaluación

#### **4.6 Evaluación del Nexo Agua-Energía-Alimentos**

El Nexo AEA se evaluó a partir de una adaptación del método establecido por El-Gafy (2017), en el que se generan indicadores a partir los valores obtenidos de producción de alimentos (t/ha), de consumo total de agua (m<sup>3</sup>/ha), de gasto y producción de energía (MJ/ha), y los valores económicos en cuanto a ingresos y egresos (€/ha) para cada cultivo. Estos indicadores son: consumo energético (MJ/ha); consumo hídrico (m<sup>3</sup>/ha); productividad alimentaria del agua (MJ/m<sup>3</sup>) basada en la energía producida por hectárea en cada cultivo con relación al consumo hídrico; productividad alimentaria de la energía (MJ/MJ) basada en la

eficiencia energética de cada cultivo; productividad económica del agua (€/m<sup>3</sup>) basada en la utilidad económica generada por hectárea en cada cultivo y su relación con el consumo hídrico; y la productividad económica de la energía (€/MJ) basada en la utilidad económica generada por hectárea y su relación con el consumo energético de cada cultivo.

Posteriormente, es necesario evaluar que los indicadores mencionados tengan la misma significación. Por esta razón, los valores obtenidos en cada indicador se llevan a una escala numérica sin unidades. Para ello, se realiza una comparación de los resultados obtenidos de todos los cultivos, donde se identifica el cultivo que tenga el valor más favorable y el de valor menos favorable en cada componente. Con este fin, se utilizaron las siguientes ecuaciones de normalización:

$$(4) \quad X_i = x_{ia} - \text{Min}(x_i) / (\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i))$$

$$(5) \quad X_i = 1 - (x_{ia} - \text{Max}(x_i)) / (\text{Min}(x_i) - \text{Max}(x_i))$$

Donde:

- $X_i$ : Resultado normalizado
- $x_{ia}$ : Valor del componente específico de un cultivo determinado
- $\text{Min}(x_i)$ : Valor menos favorable del componente
- $\text{Max}(x_i)$ : Valor más favorable del componente

La ecuación 4, se utiliza cuando el valor menos favorable es también el de menor magnitud (producción de alimentos y utilidades económicas); mientras que la ecuación 5, se utiliza cuando el valor menos favorable es el de mayor magnitud (consumo de energía y de agua).

De esta manera, se tienen los resultados de cada componente en expresiones numéricas comprendidas entre 0 y 1, siendo 0 el valor menos favorable y 1 el más favorable para cada caso. Finalmente, se promediaron los valores obtenidos de los

6 indicadores para cada uno de los cultivos estudiados, cuyo resultado, expone el valor del Nexo AEA para cada cultivo.

#### **4.7 Huella de carbono**

El cálculo de la huella de carbono se realiza siguiendo las calculadoras Ex-Ante Carbon-balance Tool (FAO, 2022) y la publicada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Estas son utilizadas con el fin de realizar una evaluación comparativa entre ambas, y así poder profundizar en el análisis sobre el impacto ambiental generado por distintos cultivos en la CRAB.

En este cálculo, solo se consideran las emisiones de dióxido de carbono provenientes de los alcances 1 y 2, ya que, solo sobre estos, el agricultor puede ejercer control en el campo. De este modo, no se considera el transporte ni el procesamiento de alimentos. Por otro lado, por las mismas razones que en el análisis de energía, no se considera la devaluación de equipos ni de la maquinaria. En relación a las emisiones que ocurren de manera natural, como la la generación anaeróbica de metano en los embalses o la descomposición de materia orgánica del suelo, no están contempladas en el presente estudio. De la misma forma, se asume la no ocurrencia de malas prácticas agrícolas controladas por las entidades competentes como la quema de residuos.

##### **4.7.1 Calculadora de carbono Ex-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)**

En esta sección se detalla el análisis y las asunciones tomadas para cada una de las evaluaciones de la calculadora EX-ACT.

###### **4.7.1.1 Descripción del proyecto**

En este apartado, se colocan los datos generales del proyecto a evaluar según opciones predeterminadas. Para localidad se elige España, Europa; el clima se determina como templado cálido de régimen de humedad seco y la duración del proyecto se escogió según los años de duración en pie del cultivo en evaluación.

#### **4.7.1.2 Manejo y cambio de uso de suelo**

En este punto, se asume la permanencia de la actividad agrícola a lo largo de los años en el área en estudio. Por esta razón, no se consideraron los factores de emisión asociados al cambio de uso de suelo tales como: deforestación, reforestación, alteraciones en suelos orgánicos, pérdida de pastos y otras especies vegetales y degradación de áreas forestales o humedales.

De la misma manera, ya que en todas las parcelas en estudio se llevan a cabo actividades agrícolas exclusivamente, todas las emisiones relacionadas con el manejo ganadero, forestal, de pesca o de acuicultura, son despreciadas en la presente investigación. Por otro lado, al ser una zona de comunidad de regantes cuyo canal es abastecido por agua superficial, tampoco se consideran las emisiones asociadas a la extracción de agua subterránea.

#### **4.7.1.3 Entradas**

En cuanto a las entradas, en primer lugar, se indica la cantidad aplicada de fertilizantes (químicos y orgánicos) y de fitosanitarios (herbicidas, insecticidas y fungicidas). Posteriormente, se agregan los datos de energía eléctrica total consumida (energía de riego) y de energía fósil (consumida por maquinaria agrícola). Todos estos datos se ingresan según el total consumido por cultivo, y posteriormente se calcula el promedio por hectárea. Cabe resaltar, que en este punto, no se tomaron en cuenta las emisiones asociadas a la construcción de caminos ni de edificios.

De esta manera, el cálculo de la huella de carbono en la calculadora EX – ACT, sigue la siguiente ecuación:

$$(6) \quad C_{t_i} = C_{f_i} + C_{r_i} + C_{m_i} + C_{p_i}$$

Donde:

- Ct (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Emisiones totales
- Cf (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Emisiones asociadas a los fertilizantes
- Cr (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Emisiones asociadas al riego
- Cm (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Emisiones asociadas al uso de maquinaria
- Cp (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Emisiones asociadas a los productos fitosanitarios
- i: Cultivo en evaluación

#### **4.7.2 Calculadora de carbono del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)**

A continuación, se detallan los criterios tomados en cuenta para el cálculo de la huella de carbono mediante la calculadora de MITECO.

##### **4.7.2.1 Datos generales de la organización**

En este punto se indica que la evaluación se lleva a cabo en la provincia de Lleida, y se agrega el nombre del cultivo en evaluación, junto con su extensión y producción anual total. En cuanto a los cálculos de carbono previos realizados en la zona, al no evidenciar información al respecto, se desestima dicho apartado.

##### **4.7.2.2 Aplicación de fertilizantes**

Se agregó la cantidad total aplicada para todos los campos de cada cultivo en total, para luego promediarlo por hectárea. En este punto, el programa evalúa el nitrógeno aplicado, por lo que el porcentaje de nitrógeno es establecido por defecto según el tipo de fertilizante sintético u orgánico en cuestión. Cabe resaltar, que las aplicaciones de enmiendas calizas son desestimadas en el cálculo, ya que, al ser suelos principalmente calcáreos, no se aplica dicho insumo. En cuanto a la gestión de residuos de cultivos, ya que mantener dichos elementos en campo y la siembra directa son prácticas cada vez más comunes en Europa, se determina un 50 % de superficie total con mantenimiento de residuos para cada cultivo.

#### **4.7.2.3 Consumo de combustibles fósiles**

La maquinaria utilizada se indica según las labores correspondientes a cada cultivo previamente evaluadas en el análisis de energía. Sin embargo, el consumo se establece según la función predeterminada del programa.

En cuanto al consumo de instalaciones fijas, los cálculos correspondientes no se llevaron a cabo, dado que se debe indicar el consumo de combustible de calderas, hornos, motores estacionarios, turbinas, etc. Dichos elementos no se tienen en cuenta para la presente evaluación debido a que muy pocos agricultores cuentan con los equipos relacionados.

#### **4.7.2.4 Emisiones fugitivas y de proceso**

Las emisiones fugitivas, las cuales se asocian a equipos de climatización, refrigeración y diversos tipos de fugas, no son tomados en cuenta, dado que son específicos y variables para cada agricultor. De hecho, en la mayoría de casos, dichas emisiones son inexistentes.

Las emisiones de proceso se refieren a aquellas asociadas con la producción de insumos tales como: fertilizantes, materiales (cerámica, vidrio o cemento), industria petroquímica, estiércol, etc. Dichas emisiones, al no ser parte del alcance 1 y 2, no se toman en cuenta para esta evaluación.

#### **4.7.2.5 Emisiones asociadas a la energía eléctrica**

En este punto se indica la energía eléctrica total consumida, por lo que se agregó la asociada al riego calculada en el análisis de energía. Este dato de consumo eléctrico, es llevado a emisiones de carbono según la empresa comercializadora de energía, en el caso de estudio, dicha empresa es Atlas Energía Comercial, S.L, cuya huella de carbono es de 0,258 kg CO<sub>2</sub>eq /kWh.

Las emisiones asociadas al consumo de calor, vapor, frío o aire comprimido, al igual que el asociado a vehículos, son desestimados en la presente evaluación.

Cabe resaltar que en el apartado de energía renovable se agrega aquella proveniente de paneles solares, los cuales brindan energía suficiente para el funcionamiento de una bomba de 250 kW. Este valor es distribuido para cada cultivo según la extensión del mismo en la zona de estudio.

#### **4.7.3 Balance de carbono**

La captura de carbono ejercida por los cultivos tiene un impacto directo en la reducción de la huella de carbono, por lo que es importante considerarla dentro de la ecuación global. Para este cálculo se considera el carbono teórico que forma parte de las estructuras vegetales de cada cultivo, cuyo valor se lleva a toneladas de dióxido de carbono por hectárea. Sin embargo, no se considera la retención de carbono en el suelo, ya que en aquel proceso intervienen distintos factores de origen climático, edáfico, biológico, etc. Los cuales no forman parte del presente análisis, ya que como se mencionó, la huella de carbono se evalúa únicamente los alcances 1 y 2. En el anexo IX, se detalla la fijación teórica de dióxido de carbono en las estructuras vegetales de los cultivos en estudio. De esta manera, los datos de las huellas de carbono obtenidos por cada calculadora, se restan con el valor teórico capturado por cada cultivo por hectárea para obtener el balance de carbono. Este cálculo se lleva a cabo con la siguiente ecuación:

$$(7) \quad BC_i = Ct_i - Ce_i$$

Donde:

- BC: Balance de carbono
- Ct : Emisiones totales de dióxido de carbono
- Ce (t CO<sub>2</sub>eq /ha): Dióxido de carbono fijado en las estructuras vegetales del cultivo
- i: Cultivo en evaluación

#### 4.8 Análisis económico – ambiental

En este punto, se busca realizar una evaluación que lleve los componentes ambientales estudiados a cifras monetarias, de manera que se tengan resultados más visibles en una misma unidad genérica. Es decir, los valores obtenidos para cada cultivo: balance de carbono (precios de derecho a emisión en la UE); balance de energía (precio de energía medio en España a la fecha) y agua consumida (concesión del recurso en la comunidad de regantes Algerri-Balaguer); son expresados en euros por hectárea. Los valores asumidos se presentan en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Valores monetarios de los componentes ambientales en evaluación.

<b>Componente</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor en euros</b>	<b>Fuente</b>
Energía	1 MJ	0,0380	(OMIE, 2022)
Agua	1 m <sup>3</sup>	0,0361	(Reguant, 2017)
Emisiones de carbono	1 t CO <sub>2</sub> eq	84,94	(Trading Economics, 2022)

Finalmente, se realizaron dos análisis: uno según el precio de los recursos en los que se asume solo los precios de energía, dióxido de carbono y agua; y otro según los costes reales asociados a cada cultivo, en el que se asumen ingresos monetarios al agricultor por la energía producida y el balance de carbono por hectárea. El precio de venta y los costes por hectárea teóricos de cada cultivo se pueden visualizar en los Anexos X y XI, respectivamente.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Consumo hídrico

En la Tabla 17 se muestran los consumos del recurso hídrico asociado a cada cultivo por hectárea recolectados mediante las encuestas en la zona de estudio. El mayor consumo hídrico se registra en el cultivo de guisante-maíz, mientras que el cultivo de melocotón presenta el menor consumo. De hecho, el consumo hídrico de los cereales tiende a ser considerablemente mayor que el del melocotón o de la cebolla, siendo las rotaciones de guisante-maíz y trigo-maíz los cultivos de mayor consumo hídrico, ambos con valores muy similares.

**Tabla 17.** Consumo hídrico de cada cultivo en la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Consumo hídrico (m<sup>3</sup>/ha)</b>
MCL	7.000
C-M	7.100
G-M	8.500
T-M	8.400
Trigo	5.550
Melocotón	5.300
Alfalfa	7.700
Cebolla	5.900

### 5.2 Consumo energético

En esta sección se detallan todas las entradas de energía consideradas por hectárea para cada cultivo en estudio en la CRAB.

### 5.2.1 Consumo energético asociado a fertilizantes inorgánicos

En la Tabla 18 se indican los valores asociados al consumo de fertilizantes inorgánicos por hectárea para cada cultivo. Los cereales tienen valores de consumo energético por fertilizantes inorgánicos bastante similar al consumo del melocotón, y tienden a ser ligeramente superiores al de la cebolla. El cultivo de trigo-maíz es el que tiene un mayor consumo energético asociado a este insumo, mientras que la alfalfa es el cultivo que registra menores valores.

**Tabla 18.** Consumo de fertilizantes inorgánicos en cada cultivo en la CRAB.

Cultivo							Energía
	N		P		K		Total
	Kg/ha	MJ/ha	Kg/ha	MJ/ha	Kg/ha	MJ/ha	MJ/ha
MCL	165	12.451	30	392	50	558	13.401
C-M	175	13.206	45	588	70	781	14.574
G-M	140	10.564	0	0	30	335	10.899
T-M	185	13.960	50	654	70	781	15.394
Trigo	150	11.319	30	392	30	335	12.046
Melocotón	150	11.319	80	1046	180	2007	14.372
Alfalfa	65	4.905	100	1307	110	1.227	7.438
Cebolla	150	11.319	0	0	0	0	11.319

### 5.2.2 Consumo energético asociado a fitosanitarios

En la Tabla 19 se indican los valores asociados al uso de productos fitosanitarios por hectárea para cada cultivo y su consumo energético asociado. El consumo energético asociado a fitosanitarios es variable en los distintos grupos de cultivos. En este caso, los resultados muestran que el mayor consumo se da en el cultivo de la cebolla, mientras que el maíz de ciclo largo es el cultivo que presenta los valores más bajos.

**Tabla 19.** Consumo energético asociado a fitosanitarios.

Cultivo	Herbicidas		Insecticidas		Fungicidas		Energía total
	kg/ha	MJ/ha	kg/ha	MJ/ha	kg/ha	MJ/ha	MJ/ha
MCL	1,7	405,1	0,1	10,1	0,1	18,2	433,4
C-M	2,6	619,6	0,6	60,7	1,8	327,4	1.007,7
G-M	3,6	857,9	1,1	111,3	10,1	1837,2	2.806,4
T-M	2,6	619,6	6,2	627,4	3,9	709,4	1.956,4
Trigo	0,9	214,5	6,1	617,3	3,8	691,2	1.523,0
Melocotón	2	476,6	7,7	779,2	3,7	673	1.928,9
Alfalfa	2,5	595,8	0,6	60,7	0	0	656,5
Cebolla	1,9	452,8	1	101,2	20	3638	4.192,0

### 5.2.3 Consumo energético asociado a combustible

En la Tabla 20 se detalla el consumo energético asociado al combustible utilizado por hectárea debido al uso de maquinaria agrícola en los cultivos en estudio. El cultivo con mayor consumo energético asociado al combustible es el guisante-maíz, mientras que el cultivo que consume menor energía en este aspecto es el maíz de ciclo largo. En general, el consumo de combustible es variable en los distintos grupos de cultivos.

**Tabla 20.** Consumo energético asociado a combustible en cada cultivo de la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Consumo de combustible (L/ha)</b>	<b>Consumo energético (MJ/ha)</b>
C-M	48,7	2.446,2
G-M	64,8	3.254,9
T-M	59,1	2.968,6
Trigo	47,1	2.365,8
MCL	37,2	1.868,6
Melocotón	48,3	2.426,1
Alfalfa	59,4	2.985,1
Cebolla	48,5	2.436,2

#### **5.2.4 Consumo energético asociado al riego**

En la Tabla 21 se observa el consumo de energía asociado al consumo hídrico por riego en cada cultivo en estudio. El cultivo de mayor consumo es el guisante-maíz, mientras que el melocotón es el de menor consumo.

**Tabla 21.** Consumo energético asociado al riego.

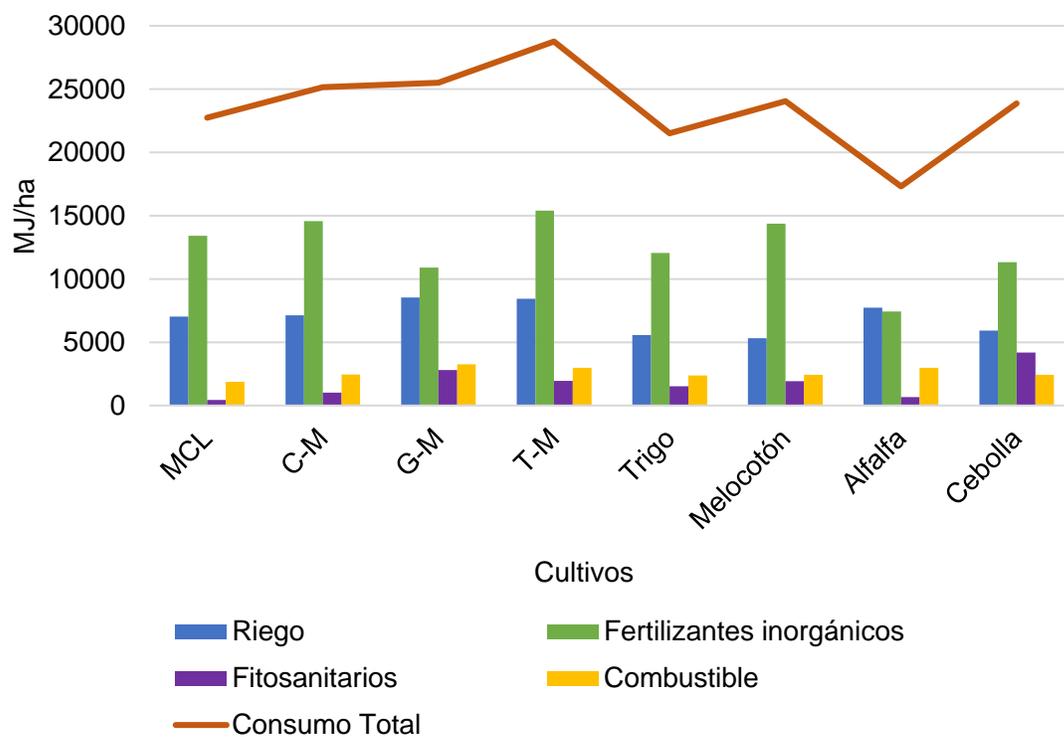
<b>Cultivo</b>	<b>Consumo hídrico (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Consumo energético (MJ/ha)</b>
MCL	7.000	7.035
C-M	7.100	7.136
G-M	8.500	8.543
T-M	8.400	8.442
Trigo	5.550	5.578
Melocotón	5.300	5.327
Alfalfa	7.700	7.739
Cebolla	5.900	5.929

### **5.2.5 Consumo energético total**

En la Tabla 22, se detallan los resultados del consumo energético total por hectárea para cada cultivo evaluado en la zona de estudio. Los resultados demuestran que la energía asociada a cada grupo de insumos en los cultivos en evaluación, tiene un rango de valores muy diferenciados entre sí, siendo el uso de fertilizantes inorgánicos el insumo que mayor consumo energético representa (53 %), seguido de la energía asociada al riego (29 %), la del combustible (10 %) y finalmente la de los productos fitosanitarios (8 %). Tal como se puede visualizar en la Figura 5, el cultivo de trigo-maíz es el que representa mayor consumo energético, mientras que la alfalfa tiene el menor consumo, presentando variabilidad entre los distintos cultivos.

**Tabla 22.** Consumo energético por hectárea de cada cultivo en la CRAB.

Cultivo	Fertilizantes				Consumo Total (MJ/ha)
	Riego (MJ/ha)	inorgánicos (MJ/ha)	Fitosanitarios (MJ/ha)	Combustible (MJ/ha)	
MCL	7.035	13.400	433	1.869	22.737
C-M	7.135	14.574	1.008	2.446	25.164
G-M	8.542	10.899	2.806	3.255	25.503
T-M	8.442	15.394	1.956	2.969	28.761
Trigo	5.578	12.046	1.523	2.366	21.512
Melocotón	5.326	14.372	1.929	2.426	24.053
Alfalfa	7.738	7.438	657	2.985	18.818
Cebolla	5.929	11.319	4.192	2.436	23.877



**Figura 5.** Consumo energético en los cultivos de la CRAB.

### 5.3 Producción energética

Los valores de la energía total producida en cada cultivo en estudio según la producción total de masa por hectárea de cada uno en la CRAB son presentados en la Tabla 23. El cultivo de melocotón es el que produce mayor energía por hectárea, mientras que el maíz de ciclo largo es el de menor producción energética. La alfalfa es el segundo cultivo con menor producción energética y el cultivo de trigo-maíz el segundo con mayor producción.

**Tabla 23.** Producción energética de cada cultivo en la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Cosecha 1 (t/ha)</b>	<b>Cosecha 2 (t/ha)</b>	<b>Producción energética (MJ/ha)</b>
MCL	15,6	-	73.008
C-M	7,5	10,4	87.222
G-M	5,5	10,5	119.815
T-M	8,1	10,4	137.529
Trigo	9,5	-	104.215
Melocotón	40	-	156.000
Alfalfa	13,5	-	81.540
Cebolla	52,5	-	84.000

### 5.4 Balance energético y eficiencia energética

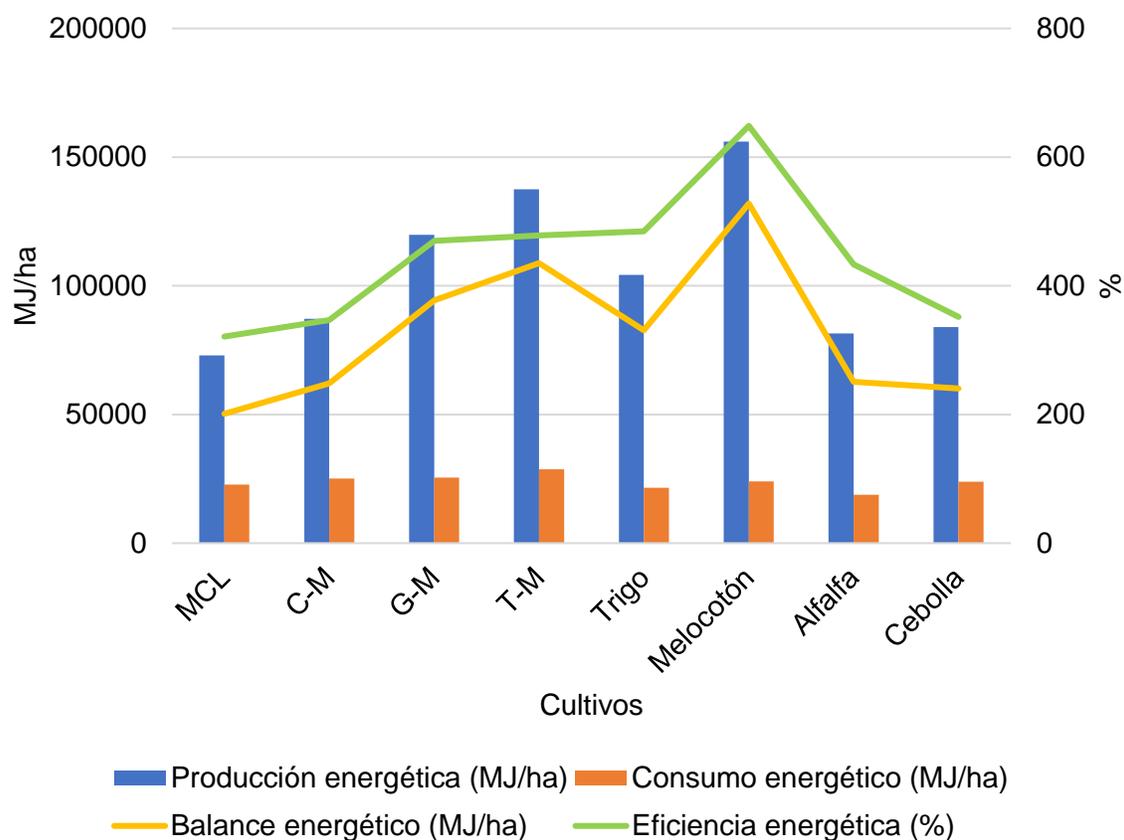
En la Tabla 24 se detallan los valores obtenidos a partir de los cálculos del balance energético y de la eficiencia energética. Los datos obtenidos demuestran que el cultivo del melocotón es el que tiene un mejor balance energético y una mayor eficiencia energética, mientras que el maíz de ciclo largo es el cultivo con los menores valores para ambos casos.

Sin embargo, el balance energético no va en todos los casos de la mano con la eficiencia energética. De hecho, el cultivo del trigo tiene una mayor eficiencia energética que el guisante-maíz, pero su balance es significativamente menor (Figura 6). Lo mismo ocurre con la alfalfa, al tener mayores valores de balance energético que la cebada-maíz; sin embargo, este presenta menor eficiencia.

En estos casos en los que varía el balance energético y su eficiencia al comparar dos cultivos determinados, se debe tomar en cuenta otro tipo de factores que demuestren el beneficio de guiarse por un indicador o por otro, y analizar si es más sostenible producir más en menos espacio (mayor balance energético) o bien tener una mayor producción en relación a los insumos utilizados (eficiencia).

**Tabla 24.** Balance energético y eficiencia energética de los cultivos en la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Producción energética (MJ/ha)</b>	<b>Consumo energético (MJ/ha)</b>	<b>Balance energético (MJ/ha)</b>	<b>Eficiencia energética (%)</b>
MCL	73.008	22.738	50.271	321
C-M	87.222	25.164	62.058	347
G-M	119.815	25.503	94.312	470
T-M	137.529	28.761	108.768	478
Trigo	104.215	21.512	82.703	484
Melocotón	156.000	24.053	131.947	649
Alfalfa	81.540	18.819	62.722	433
Cebolla	84.000	23.877	60.123	352



**Figura 6.** Balance energético y eficiencia energética en la CRAB.

### 5.5 Nexo Agua-Energía-Alimentos

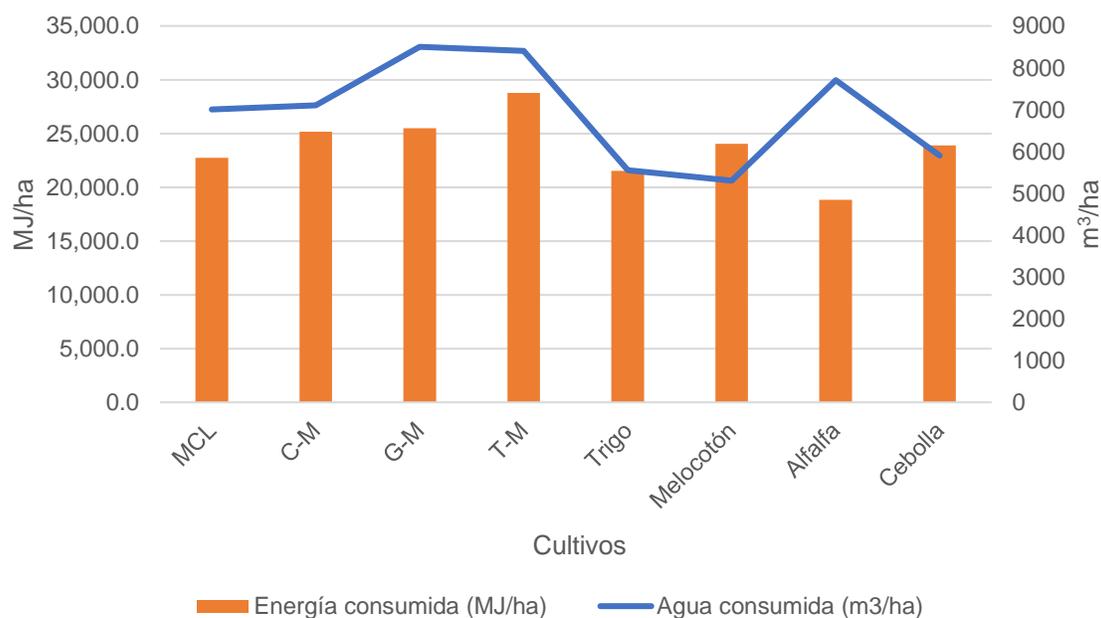
En este punto se muestran los resultados obtenidos del Nexo AEA de cada cultivo en evaluación en la CRAB.

#### 5.5.1 Indicadores del Nexo Agua-Energía-Alimentos

En la Tabla 25 se observan los valores obtenidos de los seis indicadores del Nexo AEA para cada cultivo en la CRAB. Se puede observar en la Figura 7 que el cultivo de mayor consumo energético es el de trigo-maíz seguido del guisante-maíz, ambos representan también los cultivos de mayor consumo hídrico. El resto de cultivos presenta variabilidad entre sí al comparar ambos consumos.

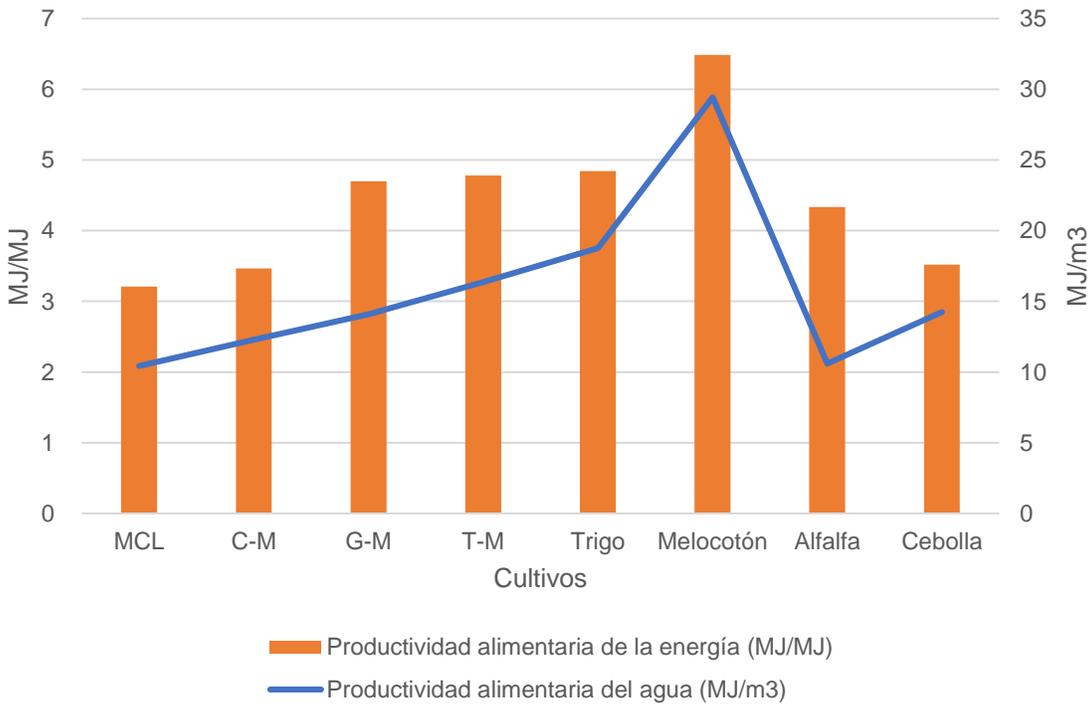
**Tabla 25.** Indicadores del Nexo Agua-Energía-Alimentos en cada cultivo.

Cultivo	Energía consumida (MJ/ha)	Agua consumida (m <sup>3</sup> /ha)	Productividad alimentaria del agua (MJ/m <sup>3</sup> )	Productividad alimentaria de la energía (MJ/MJ)	Productividad económica del agua (€/m <sup>3</sup> )	Productividad económica de la energía (€/MJ)
MCL	22.738	7.000	10,4	3,2	0,4	0,11
C-M	25.164	7.100	12,3	3,5	0,3	0,10
G-M	25.503	8.500	14,1	4,7	0,2	0,07
T-M	28.761	8.400	16,4	4,8	0,4	0,12
Trigo	21.512	5.550	18,8	4,8	0,5	0,12
Melocotón	24.053	5.300	29,4	6,5	2,9	0,64
Alfalfa	18.819	7.700	10,6	4,3	0,2	0,07
Cebolla	23.877	5.900	14,2	3,5	0,4	0,09



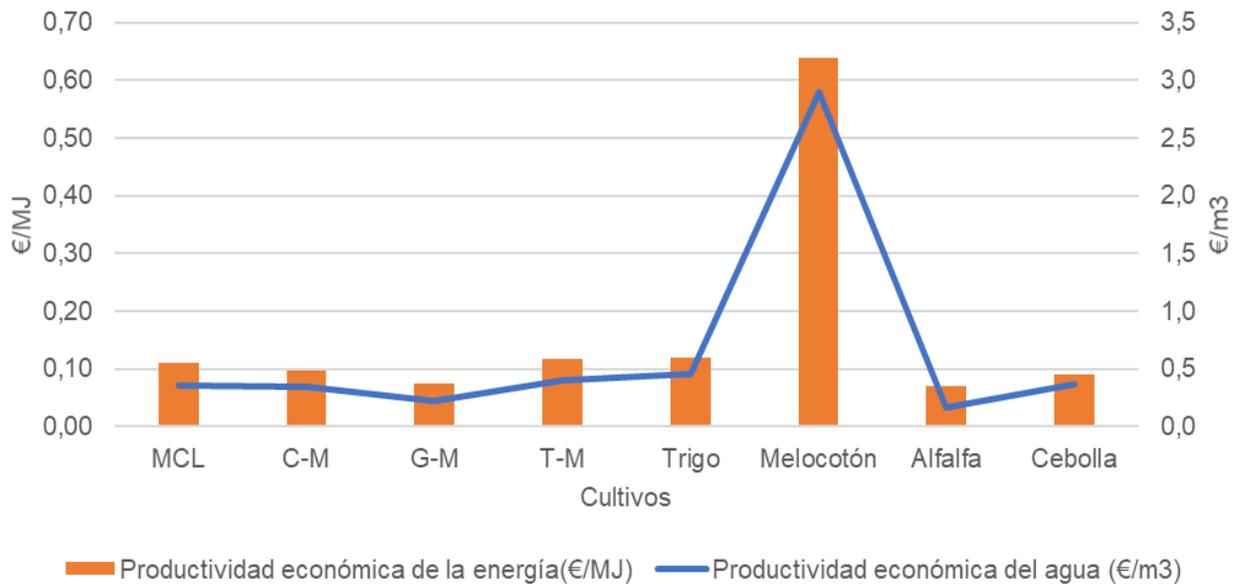
**Figura 7.** Consumo energético e hídrico en la CRAB.

En cuanto a la productividad alimentaria (Figura 8), se tiene que el melocotón es el cultivo que presenta mejores valores; es decir, aprovecha mejor los recursos de energía y agua para producir alimentos. Luego, con marcada diferencia, le siguen los cultivos de trigo, trigo-maíz y guisante-maíz consecutivamente. El cultivo que produce menos alimento en función a los recursos utilizados es el maíz de ciclo largo.



**Figura 8.** Productividad alimentaria de la energía y del agua.

En términos de productividad económica (Figura 9), es igualmente el melocotón el cultivo que genera mejores utilidades monetarias en función del consumo del recurso hídrico y energético. Le siguen muy por debajo los cultivos de trigo, trigo-maíz y maíz de ciclo largo consecutivamente. Se tiene que el cultivo de guisante-maíz es el que genera menores utilidades monetarias a partir de los recursos utilizados.



**Figura 9.** Productividad económica de la energía y del agua.

### 5.5.2 Análisis del Nexo Agua-Energía-Alimentos

En la Tabla 26 se visualizan los valores normalizados de cada indicador del análisis, así como el resultado final del Nexo AEA para cada cultivo en estudio la CRAB. Se puede apreciar que el mejor Nexo AEA, es decir el de valor más alto, lo tendría el cultivo de melocotón. Muy por debajo, el segundo cultivo con el mejor Nexo AEA es el trigo, que con amplia diferencia le siguen el cultivo de cebolla y de alfalfa consecutivamente, mientras que el resto de cereales tienen valores de Nexo AEA similares, siendo los cultivos de guisante-maíz y trigo-maíz los cultivos con valores más desfavorables.

**Tabla 26.** Nexos Agua-Energía-Alimentos en la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Energía consumida</b>	<b>Agua consumida</b>	<b>Productividad alimentaria del agua</b>	<b>Productividad alimentaria de la energía</b>	<b>Productividad económica del agua</b>	<b>Productividad económica de la energía</b>	<b>NEXO AEA</b>
MCL	0,61	0,47	0	0	0,07	0,07	0,20
C-M	0,36	0,44	0,10	0,08	0,06	0,05	0,18
G-M	0,33	0	0,19	0,45	0,02	0,01	0,17
T-M	0	0,03	0,31	0,48	0,08	0,08	0,17
Trigo	0,73	0,92	0,44	0,50	0,11	0,09	0,46
Melocotón	0,47	1	1	1	1	1	0,91r
Alfalfa	1	0,25	0,01	0,34	0	0	0,27
Cebolla	0,49	0,81	0,20	0,09	0,07	0,04	0,28

## 5.6 Huella de carbono y balance de carbono

En este punto se desarrollan los resultados obtenidos a partir del análisis realizado mediante las calculadoras de huella de carbono de la FAO y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA). De la misma forma, se detalla el balance de carbono definido para cada cultivo en la CRAB.

### 5.6.1 Uso de fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos se consideran dentro del análisis de la huella de carbono, por lo que en la Tabla 27, se detalla la aplicación de dichos insumos en los distintos cultivos en la CRAB según las encuestas realizadas.

**Tabla 27.** Uso de fertilizantes orgánicos en los cultivos en estudio en la CRAB.

<b>Cultivo</b>	<b>Purín engorde (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Purín madre (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Lodos de depuradora (m<sup>3</sup>/ha)</b>
MCL	25	0	0
C-M	30	5	2
G-M	25	0	0
T-M	30	0	0
Trigo	25	0	0
Melocotón	0	0	0
Alfalfa	20	0	0
Cebolla	25	0	0

### 5.6.2 Resultados de huella de carbono

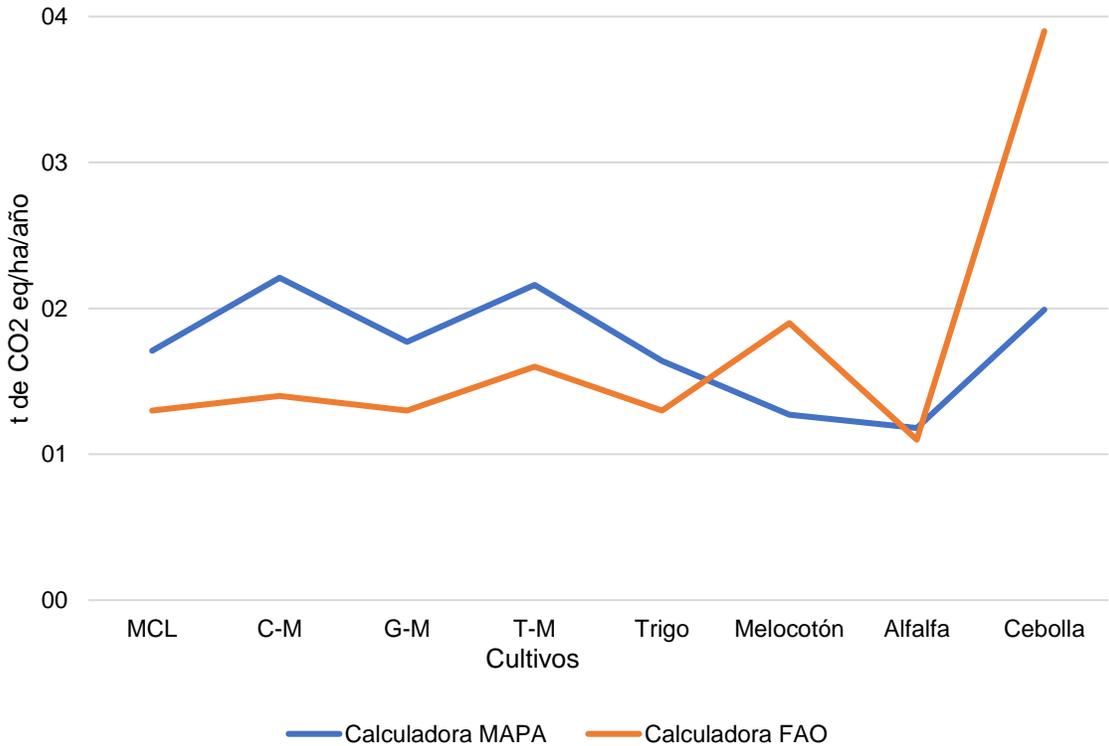
Los resultados obtenidos de huella de carbono en ambas calculadoras utilizadas, así como el dióxido de carbono capturado teórico para cada cultivo y el balance de carbono final, se detallan en la Tabla 28. Todos los datos son expresados en toneladas de dióxido de carbono equivalente por hectárea al año.

**Tabla 28.** Huella de carbono y balance de carbono.

<b>Cultivo</b>	<b>Calculadora MAPA (t de CO<sub>2</sub>eq/ha)</b>	<b>Calculadora FAO (t de CO<sub>2</sub>eq/ha)</b>	<b>Promedio de calculadoras (t de CO<sub>2</sub>eq/ha)</b>	<b>CO<sub>2</sub> capturado (t de CO<sub>2</sub>/ha)</b>	<b>Balance de carbono (t de CO<sub>2</sub>eq/ha)</b>
MCL	1,7	1,3	1,5	50,7	49,2
C-M	2,2	1,4	1,8	63,1	61,2
G-M	1,8	1,3	1,5	43,8	42,3
T-M	2,2	1,6	1,9	68,4	66,5
Trigo	1,6	1,3	1,5	40,6	39,1
Melocotón	1,3	1,9	1,6	25,6	24,0
Alfalfa	1,3	1,2	1,3	24,7	23,4
Cebolla	2,0	3,9	2,9	18	15,1

Tal y como se observa, existen notables diferencias entre las calculadoras utilizadas, esto se debe principalmente a que en la calculadora de la FAO se utilizan factores de emisión más elevados que los del MAPA, además de tener en cuenta un mayor número de insumos, tal como los provenientes del uso de productos fitosanitarios, fertilización de potasio y de fósforo, mientras que en la del MAPA no se consideran dichos insumos. Por otro lado, en la calculadora del MAPA se puede agregar de manera específica la maquinaria agrícola utilizada en cada cultivo, así como la empresa comercializadora de energía específica de la zona en estudio y permite especificar el uso de energía renovable, mientras que en la de FAO solo se tiene en cuenta el combustible aproximado utilizado por hectárea en cada cultivo y las emisiones asociadas al riego son aproximadas según la electricidad total utilizada, y no se considera el uso de energía renovable. Por otra parte, en la calculadora del MAPA, a diferencia de la de FAO, se consideran factores de lixiviación, escorrentía y deposición atmosférica, así como las emisiones asociadas a los residuos agrícolas.

Sin embargo, al comparar los resultados de ambas calculadoras (Figura 10), la huella de carbono del cultivo de la cebolla es notablemente más alta con la calculadora FAO, mientras que el cultivo de alfalfa presenta la menor huella en ambos casos. Los valores son relativamente similares para los cultivos restantes en evaluación respecto a las dos calculadoras. Por otro lado, en el Anexo XII, se muestran a los diferentes factores de emisión asumidos en cada calculadora.

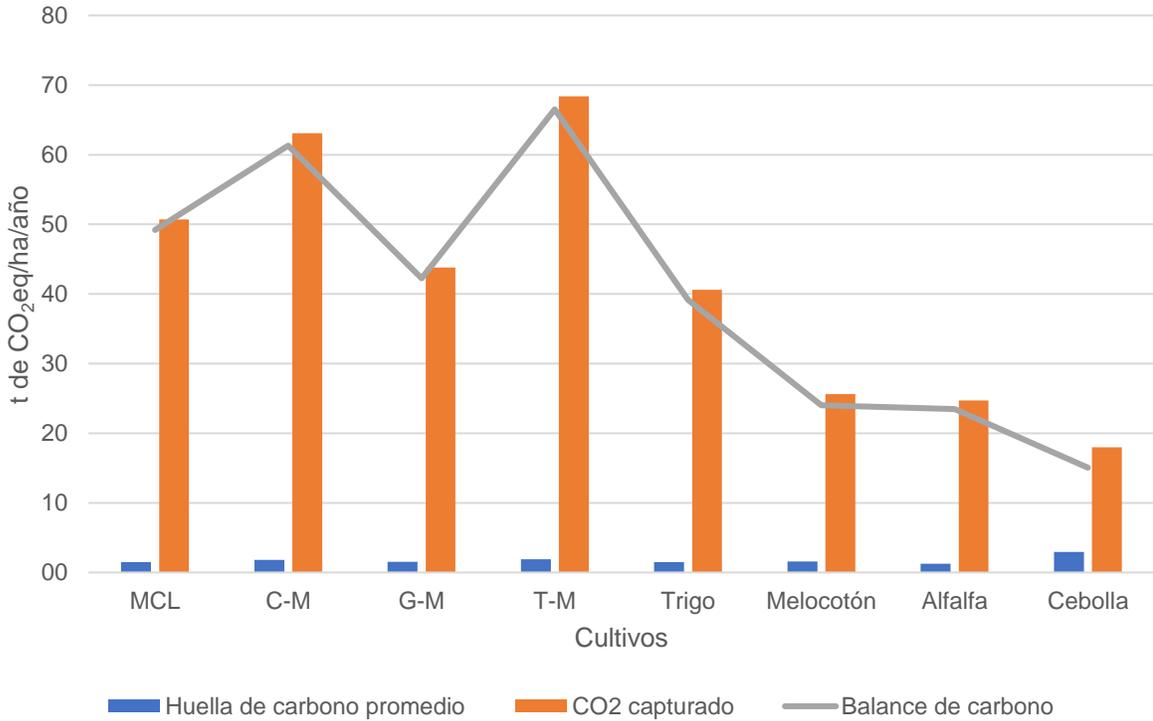


**Figura 10.** Comparación de las calculadoras de huella de carbono.

En cuanto a la captura de carbono, los cereales y sus rotaciones, a excepción de la alfalfa, tienen valores significativamente más altos que el resto de cultivos. De hecho, el cultivo de trigo-maíz tiene la captura de carbono más alta, y le sigue muy de cerca el cultivo de cebada-maíz. El melocotón y la alfalfa son el tercero y segundo

cultivo con menor captura de carbono respectivamente, y finalmente se encuentra la cebolla con la captura de carbono más baja entre los cultivos evaluados.

De esta manera, al realizar el balance de carbono, se tiene que los cereales tienen los valores más favorables, siendo el trigo-maíz, el de balance de carbono más alto, seguido por la cebada-maíz y el maíz de ciclo largo. Los valores más bajos los tienen los cultivos de alfalfa, melocotón y de cebolla consecutivamente. Cabe resaltar, que todos los cultivos tienen un impacto ambiental positivo en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero. En la Figura 11 se muestra la huella, captura y balance de carbono de los distintos cultivos evaluados.

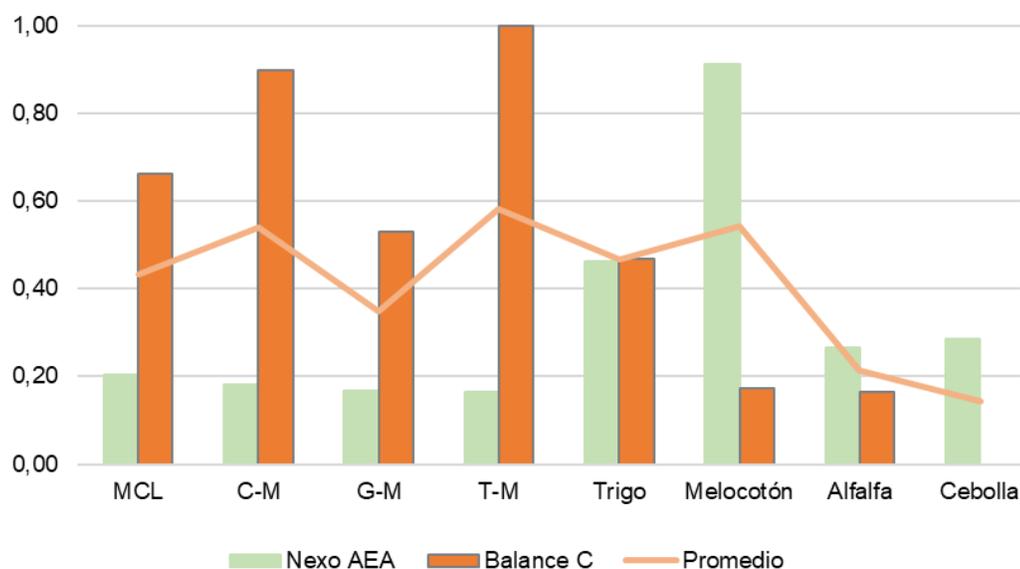


**Figura 11.** Huella, captura y balance de carbono.

## 5.7 Relación del balance de carbono y el Nexo Agua-Energía-Alimentos

En la Figura 12 se puede observar la relación existente entre los valores del Nexo AEA de cada cultivo en la CRAB, y el balance de carbono normalizado correspondiente a cada uno. Comparar ambos métodos de medición de sostenibilidad agrícola resulta concluyente para determinar el cultivo que sea más eficiente en cuanto al uso y generación de recursos y que al mismo tiempo pueda mitigar su impacto ambiental o incluso tener un mayor impacto positivo en el medio ambiente.

De esta forma, al realizar un promedio entre los resultados de ambos métodos, se tiene que el trigo-maíz es el cultivo con mejores valores; sin embargo, muy de cerca se encuentra el cultivo de melocotón, debido principalmente al balance de carbono y al Nexo AEA que presentan respectivamente. Luego se encuentran el resto de cereales, donde destacan los cultivos de cebada-maíz, el trigo y el maíz de ciclo largo consecutivamente. Por debajo se encuentra el guisante – maíz, seguido por la alfalfa. Finalmente, se encuentra la cebolla, que, a pesar de tener un Nexo AEA elevado en comparación con muchos cereales, su balance de carbono es el más bajo de los cultivos en evaluación.



**Figura 12.** Relación entre el balance de carbono y el Nexo AEA.

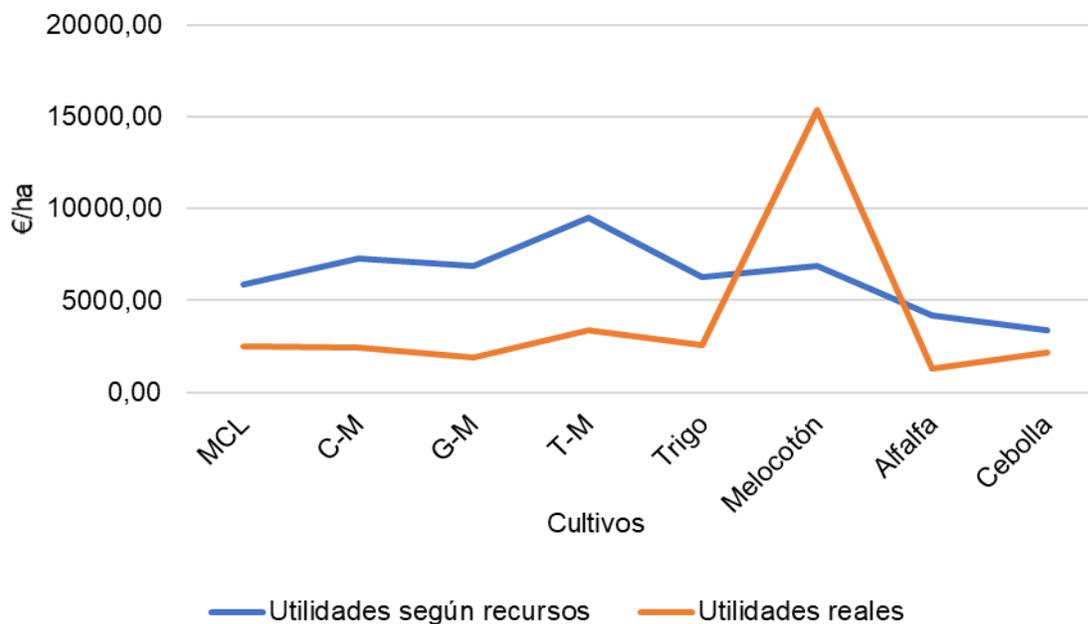
## 5.8 Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos

A continuación, en la Tabla 29, se presentan los valores del balance de energía, balance de carbono y agua consumida expresados en euros por hectárea, así como las utilidades basadas en estos cálculos y las utilidades reales teóricas de cada cultivo.

**Tabla 29.** Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos.

<b>Cultivo</b>	<b>Balance de energía (€/ha)</b>	<b>Consumo de agua (€/ha)</b>	<b>Balance de carbono (€/ha)</b>	<b>Utilidades según recursos (€/ha)</b>	<b>Utilidades reales (€/ha)</b>
MCL	1.910	-253	4.179	5.836	2.511
C-M	2.358	-256	5.206	7.308	2.450
G-M	3.584	-307	3.590	6.867	1.885
T-M	4.133	-303	5.650	9.480	3.360
Trigo	3.143	-200	3.324	6.266	2.547
Melocotón	5.014	-191	2.040	6.862	15.354
Alfalfa	2.441	-278	1.992	4.155	1.300
Cebolla	2.285	-213	1.278	3.350	2.136

Se puede observar que, i) si el coste monetario por hectárea de cada cultivo estuviera definido por el precio de los recursos energético e hídrico y ii) si los ingresos dependieran de la energía generada y del balance de carbono ejercido por cada cultivo, el trigo-maíz sería el cultivo más rentable según los precios actuales de cada recurso mencionado, mientras que el de cebolla sería el menos rentable económicamente (Figura 13). En el escenario planteado, todos los cultivos en evaluación, a excepción del melocotón, tendrían mejores utilidades económicas a las reales en la actualidad.



**Figura 13.** Análisis Económico – Ambiental según el precio de los recursos.

### 5.9 Análisis Económico – Ambiental según costes reales

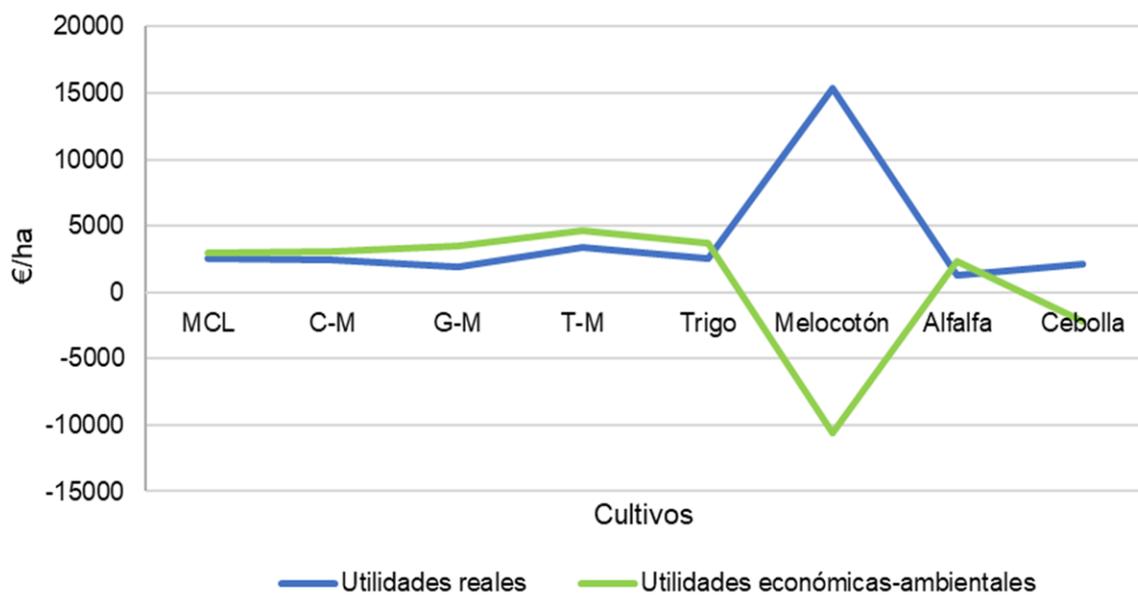
En la Tabla 30 se visualizan los costes reales teóricos de cada cultivo y los ingresos económicos asumidos a partir de la producción energética y del balance de carbono, así como las utilidades en base a dichos recursos generados. Todos los valores son expresados en euros por hectárea.

**Tabla 30.** Análisis Económico – Ambiental según costes reales.

<b>Cultivo</b>	<b>Costes reales (€/ha)</b>	<b>Producción energética (€/ha)</b>	<b>Balance de carbono (€/ha)</b>	<b>Utilidades Económicas – Ambientales (€/ha)</b>	<b>Utilidades reales (€/ha)</b>
MCL	-1.525	2.774	4.179	5.428	2.511
C-M	-1.930	3.314	5.206	6.591	2.450
G-M	-2.328	4.553	3.590	5.815	1.885
T-M	-2.380	5.226	5.650	8.496	3.360
Trigo	-1.029	3.960	3.324	6.255	2.547
Melocotón	-16.954	5.928	2.040	-8.986	15.354
Alfalfa	-1.210	3.099	1.992	3.880	1.300
Cebolla	-6.705	3.192	1.278	-2.235	2.136

En este análisis, se puede apreciar que, con los costes monetarios reales actuales por hectárea para cada cultivo, i) si los ingresos económicos dependieran de la energía producida, y ii) si el sector agrícola fuera beneficiario de incentivos monetarios según su balance de carbono, todos los cultivos, a excepción de la cebolla y el melocotón, tendrían mejores utilidades económicas que las que se tienen en la actualidad, cuyos ingresos reales dependen del precio del mercado.

De la misma forma, se puede observar que el cultivo del melocotón y de la cebolla, no serían rentables económicamente, si sus ingresos dependieran de la energía producida y balance de carbono (Figura 14). De hecho, el cultivo de melocotón, es el que tiene mayores utilidades económicas reales, pero al mismo tiempo sería el de mayores pérdidas económicas bajo las condiciones mencionadas.



**Figura 14.** Análisis Económico – Ambiental según costes reales.

## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la actualidad, existen muy pocos estudios que enlacen el análisis de huella de carbono con el del Nexo AEA, los cuales logran realizar una comparativa entre el impacto ambiental y la eficiencia en la generación de recursos de cada cultivo en estudio. De este modo, una evaluación conjunta de ambos análisis permite una visión más holística en cuanto a la sostenibilidad de la producción de alimentos.

En un estudio de huella hídrica llevado a cabo en el sur de Navarra en distintos cereales, se concluyó que la mayor demanda hídrica la tiene el cultivo de alfalfa con 12.500 m<sup>3</sup>/ha/año, seguido del maíz con 8.000 m<sup>3</sup>/ha/año y finalmente el trigo con una demanda de 6.000 m<sup>3</sup>/ha/año (Bermejo, 2014). En el presente estudio, al comparar los mismos cultivos, se obtienen resultados de consumos hídricos en el mismo orden en cuanto a la demanda hídrica, sin embargo, los valores son menores en la CRAB para los tres casos, ya que la alfalfa registra un consumo por hectárea y año de 7.700 m<sup>3</sup>, el maíz 7.000 y el trigo 5.550, siendo la alfalfa el único cultivo que presenta una diferencia notable entre ambos estudios.

En Europa, el consumo energético de la agricultura se da principalmente por la fertilización inorgánica, la cual representa una media del 50 % del consumo total, seguido por el combustible por maquinaria agrícola (31 %), pesticidas (5 %), semillas (6 %) y riego (8 %) (Paris et al., 2022). En este estudio, los fertilizantes inorgánicos representan un 53 % de la energía total consumida, mientras que el riego representa un 29 %, el combustible un 10 %, los fitosanitarios un 8 % y como se mencionó en la metodología, no se tomó en cuenta la energía contenida en semillas. En ambos estudios, la fertilización inorgánica representa la entrada de energía más importante, sin embargo, en la CRAB, el combustible no representa un consumo tan importante como sí lo es la energía consumida por el riego. Cabe resaltar, que, en España, se tiene un consumo energético medio de 0,86 MJ/m<sup>3</sup> para gestiones de regadío, mientras que, en la CRAB, el consumo es de 1,005 MJ/m<sup>3</sup>, es decir, 14 % mayor a la media nacional (Corominas, 2010).

Zahedi et al. (2014), evaluó la eficiencia energética en el cultivo de cereales bajo condiciones áridas, concluyendo que el maíz es el cultivo con mayor eficiencia (181

%), seguido del trigo – maíz (170 %), cebada - maíz (166 %) y el trigo (160 %). Los resultados difieren con el presente estudio, ya que el trigo fue el que obtuvo una mayor eficiencia energética (484,2 %) y el maíz de ciclo largo fue el de menor eficiencia (321,1 %). Sin embargo, la eficiencia del trigo – maíz (478,2 %) y la cebada maíz (346,6 %), coinciden con el orden en el que se encuentran dichos cultivos en el primer estudio. Cabe resaltar que, en todos los casos, los cultivos en la CRAB registran una mayor eficiencia energética, lo cual indica una mejor gestión de recursos.

Por otro lado, según Elsoragaby et al. (2019), al evaluar diversos cultivos en distintos puntos del mundo, el maíz obtuvo la mayor eficiencia energética dentro de los cereales con 496 %, seguido por la alfalfa 300 % y el trigo 250 %; mientras que las hortalizas obtuvieron una eficiencia de 123 % y el melocotón una ineficiencia del 50 %. Estos resultados difieren con este estudio, ya que, el melocotón es el cultivo con la mayor eficiencia de todos los cultivos evaluados con 648,6 %, lo cual ocurre principalmente por la alta producción que tiene este cultivo en la CRAB. Asimismo, como se comentó, en nuestro caso el maíz es el que obtuvo una menor eficiencia y el trigo la mayor dentro de los cereales, mientras que la alfalfa obtuvo una eficiencia energética de 433 %. Cabe resaltar que, si bien el orden de los cultivos en cuanto a su eficiencia energética no es el mismo, los valores obtenidos son más cercanos entre sí que en la discusión anterior.

En cuanto a la huella de carbono de la agricultura, Hasanzadeh et al. (2022) determinó que la alfalfa emite 3,5 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea y año, mientras que el maíz y el trigo emiten 3,4 toneladas y 2,8 toneladas respectivamente en condiciones áridas en Irán. Por otro lado, en el presente estudio, la alfalfa, el maíz y el trigo, emiten 1,3; 1,5 y 1,5 t de CO<sub>2</sub> eq/ha/año respectivamente, por lo que se puede confirmar que las emisiones de gases de efecto invernadero por la agricultura son menores en la CRAB. En esta comparación, es importante recalcar la creciente tendencia de trabajar bajo mínimo laboreo y siembra directa en Europa, cuyas prácticas fueron incluidas en los cálculos de huella de carbono.

Distintos autores relacionan diversas variables en base a la huella de carbono con el fin de que el análisis sea lo más visible posible. De esta manera, en un estudio para determinar la sostenibilidad de la agricultura sueca, se analizó la relación existente entre la huella de carbono y la masa de alimentos producida; en la que se determinó que las leguminosas generan emisiones correspondientes a 0,8 kg CO<sub>2</sub> eq/kg, el trigo 0,6, el maíz 0,7, la cebolla 0,1 y los frutales 0,3 (González et al., 2010). Bajo la misma relación, en este estudio se determina que la alfalfa tiene una emisión de 0,1 CO<sub>2</sub> eq/kg, el trigo 0,2, el maíz 0,1, la cebolla 0,1 y el melocotón 0,04. De esta manera, se determina que, en la CRAB, la huella de carbono por alimento producido es mucho menor a la calculada en el estudio mencionado, con excepción de la cebolla, cuya huella de carbono es la misma en ambos casos.

Del mismo modo, bajo el mismo análisis anterior, se tiene que, en España, la huella de carbono media en cereales por producción de alimento, es de 0,7 CO<sub>2</sub> eq/kg, mientras que las frutas y hortalizas tienden a ser ligeramente menores a 0,5 CO<sub>2</sub> eq/kg (Aguilera et al., 2020). Asimismo, se puede constatar que las emisiones de la CRAB estarían por debajo de la media nacional.

Al analizar el dióxido de carbono fijado por los cultivos, Bermejo (2014) concluyó que la alfalfa tiene un potencial de fijación de 25 t de CO<sub>2</sub>/ha/año, mientras que el maíz y el trigo fijan 23 y 29 t de CO<sub>2</sub>/ha/año respectivamente. En la CRAB, los cereales fueron los cultivos con mayor capacidad de fijación de carbono, donde el maíz, fue el principal cultivo de una sola cosecha con 50,7 t de CO<sub>2</sub>/ha/año, por otro lado, el trigo tiene una fijación de 40,6 t de CO<sub>2</sub>/ha/año y la alfalfa 24,7 t de CO<sub>2</sub>/ha/año. En este estudio, se utilizaron similares potenciales de fijación de dióxido de carbono por masa de alimento producida, sin embargo, en la CRAB, la producción de cereales por unidad espacial es bastante alta, por lo que, al analizar el dióxido de carbono fijado por hectárea en cada cultivo, los valores tienden a ser mayores en el presente estudio.

Según Hasanzadeh et al. (2022), en una evaluación del Nexo AEA llevada a cabo en Irán, se obtuvo que el valor más favorable lo tiene el maíz, seguido del trigo y la alfalfa. Sin embargo, en nuestro caso, el orden descendente según los valores del

Nexo AEA, viene dado por el trigo, la alfalfa y el maíz consecutivamente; por lo que los resultados varían en ambos estudios. Esta diferencia puede darse debido a que, en el presente estudio, la generación de alimento se toma como la energía producida por hectárea, mientras que, en el análisis realizado por Hasanzadeh et al. (2022), se tomaron las toneladas producidas por hectárea.

El-Gafy (2017) al evaluar el Nexo AEA de hortalizas, leguminosas y cereales en distintos campos de cultivo de Egipto, determinó que el valor más favorable lo tenía la cebolla (0,79), las leguminosas obtuvieron valores medios (0,34 – 0,44) y los cereales obtuvieron los valores más bajos (0,21 – 0,30). Estos resultados difieren con nuestro estudio, ya que, al comparar los mismos grupos de cultivos, se tiene que el trigo es el que tiene mejor Nexo AEA (0,45), seguido de la alfalfa (0,29) y la cebolla (0,27) que obtuvieron valores intermedios. Sin embargo, el resto de cereales evaluados obtuvieron los valores más bajos (0,16 - 0,19); de esta manera, ambos estudios reflejan que estos últimos son los que presentan el Nexo AEA más desfavorable.

En definitiva, cada grupo de los cultivos estudiados, tiene distintas aptitudes en cuanto a la sostenibilidad, destacando el cultivo de trigo - maíz y el melocotón, los cuales tienen un favorable balance de carbono y Nexo AEA respectivamente, cuyo impacto positivo en el medio ambiente y generación eficiente de recursos, merece ser estudiada a detalle y evaluar todos los componentes y flujos ocurridos en las distintas operaciones llevadas a cabo en su producción. De esta manera, posteriores investigaciones, mediante los métodos presentados, pueden revelar un potencial en el aumento de ingresos monetarios al agricultor y un mejor impacto ambiental mediante la producción agrícola sostenible.

## **7. CONCLUSIONES**

Se ha constatado que todos los cultivos evaluados, tienen un balance de carbono positivo, es decir, que no solo tienen la capacidad de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generados por su producción, sino que además suponen un impacto ambiental positivo. De esta manera, se tiene que la menor huella de carbono fue generada por la alfalfa, mientras que el resto de cereales y el melocotón, tienen huellas de carbono relativamente similares. La mayor huella de carbono le corresponde al cultivo de la cebolla, al igual que el menor balance de carbono. Por otro lado, los cereales tienden a presentar los balances de carbono más altos, principalmente en el caso de las rotaciones de cultivos, ya que su captura de dióxido de carbono es bastante elevada. El melocotón presenta un menor balance de carbono, muy cercano al de la alfalfa.

En cuanto al Nexo AEA, los cultivos en la CRAB, tienen valores entre 0,16 y 0,90, lo cual indica una gran variabilidad en cuanto a la generación de recursos en función a los utilizados. Siendo el melocotón el cultivo con el Nexo AEA más favorable, cuyo valor es el doble que el del trigo, el cual es el segundo cultivo con mejor Nexo AEA. El Nexo AEA más bajo lo tienen los cereales, siendo el guisante – maíz y el trigo – maíz los más desfavorables.

En esta línea, es clara la importancia de conocer los cultivos que consumen mayor agua y energía, pero también es importante estudiar la relación que existe entre dichos consumos y la generación de alimento y bienes económicos. De esta manera, en cuanto a la producción alimentaria, se tiene que el cultivo que mejor aprovecha su consumo hídrico y energético es por amplia diferencia el melocotón, de hecho, el segundo cultivo con mejor productividad alimentaria es el trigo, cuyos valores son de aproximadamente la mitad de los del melocotón. El resto de cultivos tiene valores medios y variables, sin embargo, la alfalfa tiene una productividad alimentaria del agua muy baja y el maíz de ciclo largo tiene los valores más bajos en ambas productividades.

Por otro lado, las productividades económicas del agua y de la energía, reflejan nuevamente, que el melocotón es el cultivo que genera mayores ingresos

económicos en función a dichos consumos. De hecho, el melocotón presenta valores aproximadamente diez veces más altos que los del trigo, el cual es el siguiente cultivo con los valores más altos en cuanto a dichas productividades. El resto de cultivos presentan valores similares, siendo la alfalfa, el de menor productividad económica del agua y el guisante maíz el menor en cuanto a la productividad económica de la energía.

Al comparar ambos análisis, se puede observar que los resultados del Nexo AEA y del balance de carbono, no son proporcionales. Esto se debe a que la producción generada por el cultivo de la cebolla y el melocotón es bastante alta, lo cual mejora su eficiencia en cuanto a los recursos utilizados, sin embargo, los cereales tienden a fijar una mayor cantidad de dióxido de carbono, por lo que su balance de carbono es notablemente mayor, lo cual se traduce en un mejor impacto ambiental. Por esta razón, al evaluar la relación entre ambos análisis, se tiene que el trigo-maíz es el que presenta mejores valores, pero estos son bastante cercanos a los del melocotón y cebada – maíz, mientras que la cebolla tiene los valores más bajos.

Finalmente, con los análisis económico – ambiental, se puede constatar que existe un potencial muy importante en el cultivo de cereales como productores de alimento y fijadores de carbono, lo cual resulta de mucho interés para la toma de decisiones en temas de acción climática y al mismo tiempo mejorar la rentabilidad económica en la agricultura. De este modo, no atribuir un precio social, sino realmente reconocer dicha generación de bienes, es importante tanto para el agricultor como para afrontar los problemas globales de inseguridad alimentaria y cambio climático.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agència Catalana de l'Aigua. (2018). *Programa de Seguiment i Control (PSiC) 2013 -2018*. Catalunya: Departament de Territori i sostenibilitat.
- Aguilera, E., Piñero, P., Infante, J., González de Molina, M., Lassaletta, L., & Sanz, A. (2020). Emisiones de gases de efecto invernadero en el sistema agroalimentario y huella de carbono en España. *Real Academia de Ingeniería - ISBN: 978-84-95662-77-4*, 48-49.
- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). *World agriculture towards 2030/2050 - The 2012 revision*. Roma: FAO.
- Altés, V. (2021). *Mejora de la gestión de agua de riego y de drenaje de la comunidad de regantes Canal Algerri-Balaguer*. Lleida: Universidad de Lleida.
- Altieri, M. (2000). *La Agricultura Moderna: Impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable*. California: University of California, Berkeley.
- Ascaso, E., Boixadera, J., & Olarieta, J. (1991). *Mapa de sols detallat (1: 25000) de Catalunya de l'Àrea Regable del Canal Algerri - Balaguer (La Noguera)*. Lleida: Servei d'Agricultura Secció de Sòls i Fertilizants, Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca.
- Ayuntamiento de Barcelona. (2021). *Hacia la transformación del sistema alimentario*. Obtenido de Barcelona.cat: <https://www.alimentaciosostenible.barcelona/es/capital-de-la-alimentacion-sostenible-2021/capital-mundial-de-lalimentacio-sostenible-2021>
- Banco de Alimentos de Barcelona. (2017). *Memoria Banco de Alimentos de Barcelona 2017*. Barcelona: Fundación Banco de Alimentos de Barcelona.
- Banco Mundial. (04 de octubre de 2021). *Banco Mundial*. Agricultura y alimentos. Obtenido de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#1>
- Banco Mundial. (12 de julio de 2017). *El agua y la agricultura*. Obtenido de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in->



- Cussó, X., Garrabou, R., Olarieta, J., & Tello, E. (2006). Balances energéticos y usos del suelo en la agricultura catalana: una comparación entre mediados del siglo XIX y finales del siglo XX. *Historia Agraria*, 8-21.
- Dalleine. (1987). *Les façons en travail du sol*. París: CNEEMA.
- Departament d'Agricultura, Pesca, Ramaderia y Alimentació . (2018). *Les DOP i IGPAgroalimentàries de Catalunya*. Catalunya: Generalitat de Catalunya.
- Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. (18 de 03 de 2019). *Gencat*. Obtenido de [http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/desenvolupament-rural/infraestructures-agraries/dar\\_regadius/regadiu/millorar-gestio-aigua](http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/desenvolupament-rural/infraestructures-agraries/dar_regadius/regadiu/millorar-gestio-aigua)
- Departamento de Agricultura, Ramadería, Pesca y Alimentación. (2015). *Fertilizació i dejeccions ramaderes*. Cataluña: Ruralcat.
- Departamento de Medio Ambiente y Vivienda. (2010). Plan de gestión y Plan especial de protección del medio natural y del paisaje de los ENP de la Plana de Lleida. Lleida: Generalidad de Cataluña.
- Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental. (2018). *Perfil ambiental de España 2017*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica.
- Dirección General de Desarrollo Rural. (2021). Transferencia de resultados de la red de ensayos de maíz y girasol en Aragón. Campaña 2020. Aragón: Gobierno de Aragón.
- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Navarra: Universidad de Navarra.
- El-Gafy, I. (2017). Water-food-energy nexus index: analysis of water–energy–food nexus of crop's production system applying the indicators approach. *Elsevier*, 2-5.
- Elsoragaby, S., Yahya, A., Razif, M., & Mat, N. (2019). Energy utilization in major crop cultivation. *Elsevier*, 1-3.
- Embid, A., & Martín, L. (2017). El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe; Planificación, marco normativo e identificación de

interconexiones prioritarias. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.

Escalante, H. (2020). La agricultura mundial, en la cuerda floja de los fertilizantes químicos. *El Salto*, 2-3.

Eurostat. (2007). *The use of plant protection products in the European Union*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.

FAO. (2002). Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. *FAO*, 16-18.

FAO. (2006). Evapotranspiración del cultivo - Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO.

FAO. (2009). *How to feed the world in 2050*. Roma: Food and Agriculture Organization.

FAO. (7 de mayo de 2020). Obtenido de Alimentación y agricultura sostenibles: <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>

FAO. (2022). *Ex-Ante Carbon-balance Tool (EX-ACT)*. Roma: Food and Agriculture Organization.

Folch, R., & Capdevila, I. (2005). *La energía en el horizonte del 2030*. Cataluña: Generalitat de Catalunya.

Fuentes, J., & Lloveras, J. (2003). *Metología de la producción de alfalfa en España*. Lleida: Universitat de Lleida.

García, J. (2018). Estructura de costes de las orientaciones productivas agrícolas de la Región de Murcia: frutales de hueso y cítricos. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.

Generalitat de Catalunya. (2016). Informe 3/2016 - La agenda 2030: Transformar Cataluña, mejorar el mundo. Barcelona: Generalitat de Catalunya.

Generalitat de Catalunya. (2016). *La Agenda 2030: Transformar Cataluña, Mejorar el Mundo*. Barcelona: Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible.

- Gil, J. M. (2007). La industria agroalimentaria en Cataluña: localización, estructura financiera y estrategias empresariales de innovación y exportación. Cataluña: CREDA-UPC-IRTA.
- Gobierno de Aragón. (2013). *Informaciones Técnicas - Cebada y maíz rastrojero: productividad económico ambiental de la fertilización con purín*. Aragón: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente - Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario.
- González, A., Frostell, B., & Carlsson-Kanyama, A. (2010). Protein efficiency per unit energy and per unit greenhouse gas emissions: Potential contribution of diet choices to climate change mitigation. Estocolmo: Elsevier.
- Guirado, C., Tulla, A., Valldeperas, N., & Vera, A. (2017). La agricultura social en Cataluña: una alternativa de desarrollo local sostenible frente a la crisis económica y social. *Revista de Geografía y Ordenamiento de Territorio*, 189-213.
- Guzmán Casado, G., & González de Molina, M. (2007). Agricultura tradicional versus agricultura ecológica. El coste territorial de la sustentabilidad. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Hasanzadeh, M., Baubekova, A., Gohari, A., Saeid, S., Klove, B., & Torabi, A. (2022). Optimization of Water-Energy-Food Nexus considering CO2 emissions from cropland: A case study in northwest Iran. *Elsevier*, 2-4.
- Hatirli, S., Ozkan, B., & Fert, C. (2004). An econometric analysis of energy input–output in Turkish agriculture. Antalya: Elsevier.
- Hidalgo, M. d. (2017). *El agua: ¿fuente de conflicto o cooperación?* Madrid: Ministerio de Defensa.
- HLPE. (2013). *Los biocombustibles y la seguridad alimentaria*. Roma: Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial.

- iagua. (13 de setiembre de 2022). La recarga de balsas de riego con energía solar. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/recarga-balsas-riego-energia-solar>
- iagua. (2016). El cultivo de arroz en el Delta del Ebro emite 10.500 toneladas de metano anuales. *iagua*, 2-3.
- IDAE. (2005). *Consumos energéticos en las operaciones agrícolas en España*. Madrid: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Institut d'Estudis Catalans. (2017). *El cambio climático en Cataluña*. Barcelona: Generalitat de Catalunya.
- Instituto de Estadística de Cataluña (12 de mayo 2022). Producción Agrícola. Por productos. Provincias. Obtenido de <https://www.idescat.cat/indicadors/?id=aec&n=15424&lang=es>
- Jaudenes, S. (2021). *Calendario de siembra, recolección y comercialización 2014-2016 en Cataluña*. Cataluña: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Lloveras, J. (1999). El cultivo de la alfalfa y su relación con el medio ambiente. *UdL (Universidad de Lleida) -IRTA*, 5-9.
- Lloveras, J., Delgado, I., & Chocarro, C. (2020). *La alfalfa - Agronomía y utilización*. Lleida y Zaragoza: Universitat de Lleida.
- López, G., Cordero, J., Martínez, Á., Edeza, J., Tirado, M., & López, C. (2021). *Efecto de la oscilación térmica en la calidad y rendimiento de cebolla blanca en el Valle de Culiacán, Sinaloa*. Sinaloa: Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- López-Bellido, P. (2017). Balance y huella de carbono en plantaciones de olivar en el sur de España. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Luri, E. (2016). El cultivo del guisante verde de industria. Navarra: Gelagri.
- Maqueda, M. R., Carbonell, M. V., Martínez, E., & Flórez, M. (2006). *Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura*. Cali: Universidad del Valle.

- Marcos, B., Martínez, Á., López, G., López, C., & Arteaga, T. (2015). *La biomasa de los sistemas productivos de maíz nativo (Zea mays) como alternativa a la captura de carbono*. Sinaloa: Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Mendoza, A., Jepsen, K., Rufí-Salís, M., Ventura, S., Madrid, C., & Villalba, G. (2022). Mapeo de emisiones directas de N<sub>2</sub>O de agricultura periurbana: El caso del Área Metropolitana de Barcelona. *Elsevier*, 3-6.
- Meteoblue. (31 de diciembre de 2021). *Datos climatológicos*. Obtenido de [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/algerri\\_espac3%b1a\\_3130385?fcstlength=1y&year=2021&month=5](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/algerri_espac3%b1a_3130385?fcstlength=1y&year=2021&month=5)
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (05 de junio de 2022). *Precios medios nacionales*. Obtenido de <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/economia/precios-medios-nacionales/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2008). *Plan Nacional de Regadíos - Horizonte 2008*. Madrid: Secretaría Técnica de Publicaciones.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2013). *Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias*. Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020). Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC) para España en el periodo 2023-2027. Madrid.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). *Encuesta de utilización de productos fitosanitarios*. Madrid: Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado - Gobierno de España.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). Estudio Ambiental Estratégico: Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC) para España en el periodo 2023 - 2027. Madrid: Secretaría General de Agricultura y Alimentación.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). *Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC) para España en el periodo 2023-2027*. Madrid: Secretaría General de Agricultura y Alimentación.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2022). Lista comunitaria de sustancias activas aprobadas, excluidas y en evaluación comunitaria, sustancias de bajo riesgo, sustancias candidatas a la sustitución y lista de sustancias básicas. Madrid: Dirección General de Sanidad de la Producción Agraria.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Análisis de la huella ecológica de España*. Madrid: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (2008). *Cultivos hortícolas: Calendarios en cultivos anuales*. Madrid: Plataforma de conocimiento para el medio rural y pesquero.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Madrid: Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino .

Ministerio para la Transición Ecológica. (2013). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. *Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado - NIPO: 280-14-241-8*.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2018). *Perfil ambiental de España 2017*. Madrid: Vicesecretaría General Técnica del Ministerio para la Transición Ecológica.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Gobierno de España*. Obtenido de <https://energia.gob.es/Nuclear/Paginas/IndexEnergiaNuclear.aspx>

- Ministero de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2021). *Análisis de la caracterización y proyección de la producción ecológica en España 2020*. Madrid: Secretaría General Técnica.
- Mir, C., Andrade, Ó., & Rebollar, D. (2008). *Agricultura ecológica: una alternativa al control de malas hierbas, plagas y enfermedades*. Universidad de León.
- Miret, F., Álvarez, S., & Moll, J. (2015). *Evolución histórica y situación actual de la producción integrada en España - 2015*. Catalunya: Generalitat de Catalunya.
- Montserrat, R., & Iglesias, I. (2012). *El vaso catalán, un eficiente sistema de conducción en melocotonero*. Lleida: IRTA - Vida Rural.
- Mortaza, Z., Mondani, F., & Reza, H. (2014). *Analyzing the energy balances of double-cropped cereals in an arid*. Iran: Elsevier.
- Muñoz, D. (2014). *En Casanare, suelos de cultivo de arroz están degradados*. Palmira: Agencia de Noticias UN.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic. (16 de 05 de 2021). *Avanç de l'estimació de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya per a l'any 2020*. Catalunya: Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Obtenido de Emisiones de GEI a Cataluña: [https://canviclimatic.gencat.cat/es/canvi/inventaris/emissions\\_de\\_geh\\_a\\_catalunya/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202020%2C%20el,agricultura%20y%20ganader%C3%ADa%20\(12%25\)](https://canviclimatic.gencat.cat/es/canvi/inventaris/emissions_de_geh_a_catalunya/#:~:text=En%20el%20a%C3%B1o%202020%2C%20el,agricultura%20y%20ganader%C3%ADa%20(12%25).).
- OMIE. (07 de 05 de 2022). *Omie*. Obtenido de <https://www.omie.es/>
- Ordóñez, R., Carbonell, R., González, P., & Veroz, O. (2008). *Efecto de las operaciones agrícolas sobre las emisiones de CO2 a la atmósfera*. Madrid: Agricultura de Conservación.
- Organización de las Naciones Unidas. (17 de junio de 2019). *Growing at a slower pace, world population is expected to reach 9.7 billion in 2050 and could peak at nearly 11 billion around 2100*. Obtenido de Department of Economic and Social Affairs:

<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html#:~:text=The%20world's%20population%20is%20expected,United%20Nations%20report%20launched%20today.>

Paris, B., Vandorou, F., Balafoutis, A., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D., & Papadakis, G. (2022). Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. Atenas: Elsevier.

Pérez-Batallón, P., Ouro, P., Merino, A., & Macías, F. (1998). Descomposición de materia orgánica, biomasa microbiana y emisión de co2 en el suelo forestal bajo diferentes manejos silvícolas. Santiago de Compostela: Departamento de Edafología y Química Agrícola. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. 27002 Lugo.

Pila, G. (2013). Evaluación de la Gestión del Agua en la comunidad de regantes Algerri-Balaguer. Lleida: Universidad de Lleida.

PRODECA. (2017). *Prodeca*. Obtenido de <https://www.prodeca.cat/es/sectores/el-sector-de-la-catalunya-agroalimentaria>

Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas. (2021). Dossier técnico de la campaña de cultivos herbáceos de invierno de la Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas. Aragón: Gobierno de Aragón.

Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas. (2021). Dossier técnico de la campaña de maíz, girasol, alfalfa y trigo sarraceno de la Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas. Aragón: Gobierno de Aragón.

Reguant, F. (2017). *Canal Segarra-Garrigues, una herramienta de futuro*. Lleida: Generalidad de Cataluña, Departamento de Agricultura, Ramadería, Pesca y Alimentación, Dirección General de Desarrollo Rural.

Rodríguez, Á. (1976). *Cultivo mecanizado del guisante para industria*. Granada: Ministerio de Agricultura.

- Ruralcat. (2018). *Dossier Técnico N°91 Biodiversidad Cultivada*. Catalunya: Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries.
- Ruralcat. (2021). *Dossier técnico N°111 Sistemas agroalimentarios sostenibles*. Cataluña: Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries.
- Ruralcat. (07 de junio de 2022). Obtenido de Dades agrometeorològiques: [https://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agrometeo.estacions?p\\_auth=LypHHAww&p\\_p\\_id=AgrometeoEstacions\\_WAR\\_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_pos=2&p\\_p\\_col\\_count=4&\\_AgrometeoEstacions\\_WAR\\_](https://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agrometeo.estacions?p_auth=LypHHAww&p_p_id=AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=4&_AgrometeoEstacions_WAR_)
- Sánchez-Chóliz, J., & Sarasa, C. (2013). Análisis de los recursos hídricos de Riegos del Alto Aragón (Huesca) en la primera década del siglo XXI. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Sankaran, R., & Grusak, M. (2014). *Whole shoot mineral partitioning and accumulation in pea (Pisum sativum)*. Nueva York: Frontiers in plant science.
- Schultz, T. (1981). Cuadernos de desarrollo rural. *Pontificia Universidad Javeriana*, 3-4.
- Segarra, A. (2015). La Industria Agroalimentaria Catalana: Una perspectiva empresarial. Catalunya: Fundació Catalunya Europa.
- Servei Meteorològic de Catalunya. (13 de junio de 2022). *Meteocat*. Obtenido de <https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/el-clima-de-catalunya/>
- Servicio Meteorológico de Cataluña. (2020). *Resums Meteorològics per Estació - Anuari de dades meteorològiques 2020*. Cataluña: Servei Meteorològic de Catalunya.
- Simon, R., & Hülsbergen, K.-J. (2021). Energy balance and energy use efficiency of annual bioenergy crops in field experiments in Southern Germany. Munich: Agronomy 2021.
- Subsecretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación . (2020). *Encuesta sobre superficie y rendimientos de cultivos. Informe sobre regadíos en España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Tillie, P., Dillen, K., & Rodríguez - Cerezo, E. (2014). Modelling ex-ante the economic and environmental impacts of Genetically Modified Herbicide Tolerant maize cultivation in Europe. Sevilla: Elsevier.
- Trading Economics. (05 de junio de 2022). *Trading Economics*. Obtenido de <https://tradingeconomics.com/commodity/carbon>
- Tribunal de Cuentas Europeo. (2020). Informe Especial 05/2020: Uso sostenible de productos fitosanitarios: pocos progresos en la medición y en la reducción de riesgos. Luxemburgo: European Court of Auditors.
- Universidad de Lleida. (2020). *Medio Ambiente y Ciencias del Suelo*. Lleida: Instituto de Estudios Ilerdences.
- Varó, P., Navarro, J., & Gálvez, R. (2018). *Adaptación de variedades de melocotón extratemprano en el campo de Cartagena*. Murcia: Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020.
- Villar, P., & Villar, J. M. (2016). Guia de la fertilitat dels sòls i la nutrició vegetal en producció integrada. Catalunya: Generalitat de Catalunya.
- Witney, B. (1998). *Choosing and using farm machines*. Nueva York: Longman Scientific & Technical.
- WWF. (7 de Mayo de 2021). *WWF*. Obtenido de Alimentos: Aliados de la agricultura: [https://www.wwf.es/nuestro\\_trabajo/alimentos/aliados\\_de\\_la\\_agricultura/](https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/alimentos/aliados_de_la_agricultura/)
- Zahedi, M., Mondani, F., & Reza, H. (2015). Analyzing the energy balances of double-cropped cereals in an arid region. Isfahan: Elsevier.
- Zhelyazkova, T. (2010). Nutritive value and energy efficiency of winter pea production, treated with plant growth regulators. Stara Zagora: Trakia Journal of Sciences.

## ANEXOS

### Anexo I. Modelo de entrevistas

Nombre:	Fecha:
Preguntas	Respuestas
Cultivo(s) producido	
Producción media por hectárea (toneladas)	
Nombre de fertilizante químico utilizado	
Toneladas de fertilizante químico por hectárea	
Nombre de fertilizante orgánico utilizado	
Toneladas de fertilizante orgánico por hectárea	
Agua utilizada por hectárea (m3)	

**Anexo II.** Extensión y cultivos asociados a cada agricultor entrevistado

<b>Agricultor</b>	<b>Superficie</b>	<b>Cultivo</b>
1	560	Cebada-Maíz
2	32	Cebada-Maíz
3	50	Cebada-Maíz
4	68	Cebada-Maíz
5	30	Alfalfa
6	25	Alfalfa
7	150	Cebada-Maíz
7	25	Guisante-Maíz
8	20	Cebolla
9	150	Maíz Ciclo Largo
10	30	Melocotón
11	70	Melocotón
12	50	Melocotón
13	20	Melocotón
14	90	Cebada-Maíz
15	20	Maíz Ciclo Largo
16	300	Cebada-Maíz
17	9	Guisante-Maíz
18	15	Guisante-Maíz
19	15	Trigo
20	30	Trigo
21	10	Trigo
21	20	Trigo - maíz
22	15	Trigo - maíz
23	100	Cebada-Maíz
23	100	Maíz Ciclo Largo
24	54	Cebada-Maíz

25	98	Cebada-Maíz
26	43	Alfalfa
26	7	Maíz Ciclo Largo
27	10	Cebolla

### **Anexo III.** Labores culturales y maquinaria utilizada en cada cultivo

#### **Anexo 3.1** Labores culturales por maquinaria en el cultivo cebada – maíz

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas al año</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado	1	Rulo
Abonado	3	Abonadora
Herbicida	2	Pulverizador
Siembra	2	Sembradora de cereales
Cosecha	2	Cosechadora

Fuente: Gobierno de Aragón (2013); Simon & Hülsbergen (2021).

#### **Anexo 3.2** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de guisante – maíz

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado de chisel	3	Chisel
Arado de grada	1	Gradas rotativas
Abonado	3	Abonadora
Siembra	2	Sembradora
Herbicida	3	Pulverizador
Cosecha	2	Cosechadora

Fuente: Luri (2016); Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas (2021).

### **Anexo 3.3** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de maíz de ciclo largo

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado	1	Chísel + rulo
Abonado	2	Abonadora
Siembra	1	Sembradora
Herbicida	2	Pulverizador
Cosecha	1	Cosechadora

Fuente: Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas (2021).

### **Anexo 3.4** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón en el año 0

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado	1	Subsoladora
Herbicida	2	Pulverizador
Abonado	1	Abonadora
		Tractor + mano de obra
Plantación	1	

Fuente: Varó et al. (2018); Montserrat & Iglesias (2012).

**Anexo 3.5** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón en el año

1

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas</b>	<b>Maquinaria</b>
Laboreo - siega	1	Segadora + rulo
Herbicida	2	Pulverizador
Abonado	0	Se asume fertirriego
Triturado de restos de poda	2	Trituradora

Fuente: Varó et al. (2018); Montserrat & Iglesias (2012).

**Anexo 3.6** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de melocotón a partir del año 2

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas</b>	<b>Maquinaria</b>
Laboreo - siega	1	Segadora + rulo
Herbicida	2	Pulverizador
Abonado	0	Se asume fertirriego
Triturado de restos de poda	2	Trituradora
Cosecha	1	Cosechadora

Fuente: Varó et al. (2018); Montserrat & Iglesias (2012).

**Anexo 3.7** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de alfalfa en el año 0

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas al año</b>	<b>Maquinaria</b>
Abonado	1	Abonadora
Siembra	1	Sembradora de cereales
Arado subsolador	1	Subsolador
Arado de rulo	1	Rulo
Herbicida	1	Pulverizador

Fuente: Fuentes & Lloveras (2003); Lloveras et al. (2020).

**Anexo 3.8** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de alfalfa en el año 1-

3

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas al año</b>	<b>Maquinaria</b>
Abonado	1	Abonadora
Herbicida	1	Pulverizador
Cortes	6	Segadora

Fuente: Fuentes & Lloveras (2003); Lloveras et al. (2020).

**Anexo 3.9** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de trigo

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas al año</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado de chisel	1	Chisel
Arado de discos	1	Grada de discos
Abono de fondo	1	Abonadora
Arado rotativo	1	Grada rotativa
Siembra	1	Sembradora
Abono superficial	1	Pulverizador
Cosecha	1	Cosechadora

Fuente: Gobierno de Aragón (2013).

**Anexo 3.10** Labores culturales por maquinaria en el cultivo de cebolla

<b>Labor</b>	<b>Número de pasadas al año</b>	<b>Maquinaria</b>
Arado de chisel	1	Chisel
Abonado	2	Abonadora
Arado de discos	1	Grada de discos
Siembra	1	Sembradora
Herbicida	2	Pulverizador
Cosecha	1	Cosechadora

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008).

## Anexo IV. Aplicación de fitosanitarios

### Anexo 4.1 Aplicación de fitosanitarios en cebada

#### a. Cantidades de fitosanitarios aplicados en el cultivo de cebada

CEBADA	CANTIDAD TOTAL APLICADA	
	Kg	% Total
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	235.208,85	16,5
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	1.105.351,60	77,4
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	7.951,51	0,6
MOLUSQUICIDAS	12,06	0,0
REGULADORES DE CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	3,56	0,0
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	78.787,58	5,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.427.315,16</b>	

Fuente: MAPA (2021).

#### b. Principales productos aplicados para el cultivo de cebada

CEBADA	NOMBRE SUSTANCIA	SUPERFICIE (HA)		Nº MEDIO DE APLICACIONES	CANTIDAD TOTAL APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUP.
		Tratada	Básica		Kg	% Total	Básica (Kg/Ha)
<b>HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS</b>							
H99_14_02	GLIFOSATO	362.933,29	310.721,89	1,17	319.042,43	22,35%	1,03
H99_22_02	PROSULFOCARB	91.088,97	91.088,97	1,00	174.611,53	12,23%	1,92
H01_01_04	MCPA	310.963,55	304.919,91	1,02	158.106,69	11,08%	0,52

### c. Desglose de fitosanitarios aplicados en cebada

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_02	FLORASULAM	433.035,05	379.709,04	377.657,97	1,01	1.794,06	0,16	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_03	FLUFENACET	48.406,71	31.076,53	26.542,83	1,17	5.691,99	0,51	0,12	0,21
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_03_04	S-METOLACLORO*	1.629,58	622,90	622,90	1,00	681,30	0,06	0,42	1,09
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H05_01_02	PENDIMETALINA	16.922,06	13.909,35	13.909,35	1,00	4.808,16	0,43	0,28	0,35
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_04	CLORSULFURON	66.032,75	75.126,98	53.825,98	1,40	1.020,15	0,09	0,02	0,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_10	IODOSULFURON-METIL-SODIO	59.282,91	45.120,43	44.661,99	1,01	375,60	0,03	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_11	MESOSULFURON METIL	53.070,69	39.151,03	38.692,59	1,01	50,85	0,00	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_12	METSULFURON METIL	137.573,94	174.015,56	103.472,36	1,68	1.196,89	0,11	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_18	TIFENSULFURON-METIL	307.629,79	464.631,12	234.342,75	1,98	20.116,31	1,82	0,07	0,09
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_20	TRIBENURON-METIL	843.750,25	987.266,14	651.094,15	1,52	23.400,55	2,12	0,03	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_22	TRITOSULFURON	167.879,46	155.476,53	155.426,99	1,00	6.101,32	0,55	0,04	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_03_01	CLORTOLURON	111.122,04	76.400,40	71.791,74	1,06	57.267,33	5,18	0,52	0,80
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_01	CLODINAFOP-PROPARGIL*	5.721,34	7.904,57	4.063,86	1,95	195,24	0,02	0,03	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_02	CHALOFOP-BUTIL*	1.403,49	2.806,98	1.403,49	2,00	84,21	0,01	0,06	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_03	DICLOFOP	120.242,94	221.350,28	110.675,14	2,00	69.345,67	6,27	0,58	0,63
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_04	FENOXAPROP-P-ETIL	28.459,39	53.225,73	26.200,52	2,03	3.344,41	0,30	0,12	0,13
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_05	FLUAZIFOP-P-BUTIL*	2.189,68	2.189,68	2.189,68	1,00	181,05	0,02	0,08	0,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_03_01	DICAMBA*	2.262,21	1.150,55	1.150,55	1,00	117,96	0,01	0,05	0,10
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_04_01	DIQUAT*	311,07	622,14	311,07	2,00	248,86	0,02	0,80	0,80
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_08_03	OXIFLUORFEN*	4.574,76	4.574,76	4.574,76	1,00	548,97	0,05	0,12	0,12
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_11_01	ISOXAFLUTOL*	1.629,58	378,53	378,53	1,00	28,11	0,00	0,02	0,07
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_13_01	BROMOXINIL	122.022,02	100.139,28	95.962,03	1,04	79.593,95	7,20	0,65	0,83
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_14_02	GLIFOSATO	425.117,43	362.933,29	310.721,89	1,17	319.042,43	28,86	0,75	1,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_15_01	PINOXADEN	488.148,09	416.484,05	389.733,69	1,07	16.566,70	1,50	0,03	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_18_01	DICLOROPICOLINA SAL AMINA (CLOPIRALIDA)	171.392,94	309.709,48	156.792,32	1,98	17.158,10	1,55	0,10	0,11
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_18_04	AMINOPIRALID	38.598,88	36.890,01	35.553,56	1,04	324,63	0,03	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_19_02	FLUROXIPIR	19.656,73	17.293,21	16.776,46	1,03	2.389,80	0,22	0,12	0,14
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_22_02	PROSULFOCARB	148.944,73	91.088,97	91.088,97	1,00	174.611,53	15,80	1,17	1,92
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_24_01	CARFENTRAZONA-ETIL	41.479,36	28.973,34	28.973,34	1,00	361,96	0,03	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_25_01	PROPOXICARBAZONA-SODIO*	1.405,71	298,01	298,01	1,00	8,63	0,00	0,01	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_25_02	TIENCARBAZONA-METIL*	1.629,58	378,53	378,53	1,00	11,24	0,00	0,01	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_26_01	MESOTRIONA*	1.629,58	622,90	622,90	1,00	81,76	0,01	0,05	0,13
<b>INSECTICIDAS Y ACARICIDAS</b>							<b>7.951,51</b>			
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_02	ALFA CIPERMETRIN*	7.055,29	3.732,14	3.732,14	1,00	55,98	0,70	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_03	BETACIFLUTRIN*	529,02	193,96	193,96	1,00	2,42	0,03	0,00	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_06	CIPERMETRIN	31.705,58	17.450,09	17.450,09	1,00	546,39	6,87	0,02	0,03

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_07	DELTAMETRIN	117.648,51	87.529,88	86.197,71	1,02	547,78	6,89	0,00	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_08	ESFENVALERATO	14.656,07	9.154,65	8.123,89	1,13	148,80	1,87	0,01	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_11	LAMBDA CIHALOTRIN	54.587,30	61.321,89	38.389,36	1,60	407,53	5,13	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_12	TAU-FLUVALINATO*	529,02	193,96	193,96	1,00	9,31	0,12	0,02	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_02	METIL CLORPIRIFOS*	8.805,74	1.175,33	1.175,33	1,00	316,97	3,99	0,04	0,27
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_03	DIMETOATO*	16.410,06	11.949,22	11.949,22	1,00	5.147,39	64,73	0,31	0,43
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_08	FOSMET*	1.336,45	1.336,45	1.336,45	1,00	668,22	8,40	0,50	0,50
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_02_04	PIRETRINAS*	1.044,08	1.044,08	1.044,08	1,00	0,31	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_14_04	FLUPIRADIFURONA*	2.029,26	77,25	77,25	1,00	6,18	0,08	0,00	0,08
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_17_01	SPIRODICLOFEN*	2.029,26	420,03	420,03	1,00	20,16	0,25	0,01	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_99_15	ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5)*	1.695,67	4,96	4,96	1,00	74,04	0,93	0,04	14,93
<b>MOLUSQUICIDAS</b>							<b>12,06</b>			
MOLUSQUICIDAS	M01_01_03	METALDEHIDO*	3.307,16	670,18	670,18	1,00	12,06	100,00	0,00	0,02
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES</b>							<b>3,56</b>			
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_10	GIBERELINAS A4/A7*	3.555,80	3.555,80	3.555,80	1,00	3,56	100,00	0,00	0,00
<b>OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>							<b>78.787,58</b>			
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_02	ACEITE DE CLAVO*	14.872,31	8.115,40	8.115,40	1,00	11.521,66	14,62	0,77	1,42
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_03	ACEITE DE COLZA*	11.589,89	4.832,98	4.832,98	1,00	11.478,33	14,57	0,99	2,38
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR99_99_99	ALQUILAMINAS GRASAS ETOXILADAS/ PROPOXIL	382.647,65	312.884,26	300.229,73	1,04	55.787,59	70,81	0,15	0,19

Fuente: MAPA (2021).

## Anexo 4.2 Aplicación de fitosanitarios en melocotón.

### a. Cantidades de fitosanitarios aplicados en el cultivo de melocotón

FRUTAS DE CLIMA TEMPLADO	Cantidad Total Aplicada	
	Kg	% Total
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	1.064.922,78	47,96
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	202.841,50	9,14
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	916.671,07	41,29
MOLUSQUICIDAS	807,67	0,04
REGULADORES DE CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	4.585,93	0,21
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	30.427,74	1,37
<b>TOTAL</b>	<b>2.220.256,69</b>	

Fuente: MAPA (2021).

### b. Principales productos aplicados al cultivo de melocotón

FR. CLIMA T.	NOMBRE SUSTANCIA	SUPERFICIE (HA)		Nº MEDIO DE APLICACIONES	CANTIDAD TOTAL APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUP.
		Tratada	Básica		Kg	% Total	Básica (kg/ha)
<b>FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS</b>							
F01_02_01	AZUFRE	114.326,76	66.542,32	1,72	429.105,34	19,3%	6,45
<b>INSECTICIDAS Y ACARICIDAS</b>							
I99_99_13	PARAFINA	93.097,58	79.994,16	1,16	645.156,82	29,06%	8,07

### c. Desglose de fitosanitarios aplicados en melocotón

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA	CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)		
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
<b>FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS</b>							<b>1.064.922,78</b>			
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_01	CALDO BORDELÉS	17.929,55	15.339,13	12.996,02	1,18	13.907,32	1,31	0,78	1,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_02	HIPOXANTO DE COBRE	45.072,17	37.635,29	32.283,22	1,17	37.100,11	3,48	0,82	1,15
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_03	OXIDO DE COBRE (I)	24.953,67	25.341,46	20.394,08	1,24	29.995,74	2,82	1,20	1,47
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_04	OXICLORURO DE COBRE	88.806,61	96.713,67	75.347,45	1,28	97.661,58	9,17	1,10	1,30
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_05	SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE	1.944,98	2.600,60	1.918,10	1,36	1.951,85	0,18	1,00	1,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_02_01	AZUFRE	75.805,42	114.326,76	66.542,32	1,72	429.105,34	40,29	5,66	6,45
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_99_01	POLISULFURO DE CALCIO	20.128,90	12.497,07	11.330,24	1,10	48.941,41	4,60	2,43	4,32
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_99_03	FOSFONATOS DE POTASIO	1.386,97	1.377,29	1.377,29	1,00	1.950,26	0,18	1,41	1,42
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_99_07	CARBONATO DE HIDROGENO DE POTASIO	6.904,07	4.248,94	4.248,94	1,00	14.039,93	1,32	2,03	3,30
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_02_03	PROPAMO CARBO*	367,63	124,95	124,95	1,00	8,41	0,00	0,02	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_01	MANCOZEB	77.664,17	88.975,32	58.955,40	1,51	132.342,51	12,43	1,70	2,24
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_03	METIRAM*	742,46	721,29	721,29	1,00	639,10	0,06	0,86	0,89
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_05	TIRAM	1.549,97	2.590,97	1.527,35	1,70	6.137,54	0,58	3,96	4,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F03_01_03	TIABENDAZOL*	69,42	138,84	69,42	2,00	0,04	0,00	0,00	0,00
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F03_01_04	METILTIOFANATO	56.842,03	35.450,26	32.340,82	1,10	18.405,14	1,73	0,32	0,57
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_03	CIPROCONAZOL	1.413,29	1.392,30	1.324,35	1,05	20,20	0,00	0,01	0,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_04	DIFENOCONAZOL	100.228,03	112.831,57	82.846,71	1,36	7.932,89	0,74	0,08	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_07	FENBUCONAZOL	21.374,80	23.903,08	16.811,75	1,42	1.576,40	0,15	0,07	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_10	FLUTRIAFOL	9.218,77	6.209,34	5.540,42	1,12	239,59	0,02	0,03	0,04
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_11	IMAZALIL*	69,42	138,84	69,42	2,00	0,02	0,00	0,00	0,00
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_14	MICLOBUTANILLO	54.480,46	53.981,52	45.135,40	1,20	3.351,86	0,31	0,06	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_15	PENCONAZOL	25.508,62	26.013,70	20.620,36	1,26	1.227,02	0,12	0,05	0,06
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_16	PROPICONAZOL*	312,71	115,73	115,73	1,00	43,40	0,00	0,14	0,38
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_17	PROTIPOCONAZOL*	15,72	15,72	15,72	1,00	1,77	0,00	0,11	0,11
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_18	TEBUCONAZOL	147.743,44	159.997,85	109.756,28	1,46	20.305,66	1,91	0,14	0,19
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_19	TETRACONAZOL	9.442,89	10.168,74	8.628,80	1,18	374,23	0,04	0,04	0,04
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_20	TRIADMENOL*	299,95	152,09	152,09	1,00	18,41	0,00	0,06	0,12
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_02_01	CLAZOPAMIDA	406,12	406,12	406,12	1,00	41,36	0,00	0,10	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F05_01_01	DIMETOMORFO*	282,91	22,94	22,94	1,00	1,32	0,00	0,00	0,06
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_02	AUREOBASIDIUM PULLULANS	1.462,70	1.115,21	1.040,81	1,07	349,17	0,03	0,24	0,34
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_03	BACILLUS SUBTILIS	7.967,74	3.787,76	3.125,65	1,21	1.773,55	0,17	0,22	0,57
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_11	TRICHODERMA HARZIANUM*	228,71	225,19	225,19	1,00	0,25	0,00	0,00	0,00
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_29	BACILLUS AMYLOLIQUEFACIENS (CEPA D7474)	9.154,69	4.121,02	3.858,16	1,07	1.726,62	0,16	0,19	0,45
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_01_01	CIMOXANIL*	711,28	381,80	381,80	1,00	35,34	0,00	0,05	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_01_02	DODINA	28.554,29	18.884,38	17.363,09	1,09	14.747,30	1,38	0,52	0,85
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_01	CIFLUFENAMIDA*	10.455,50	11.004,99	9.741,83	1,13	266,14	0,02	0,03	0,03
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_05	ZOXAMIDA*	425,14	366,81	366,81	1,00	31,57	0,00	0,07	0,09

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_06	MANDIPROPAMID*	36,50	13,18	13,18	1,00	0,23	0,00	0,01	0,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_07	PENTIOPIRAD*	53,35	160,04	53,35	3,00	48,01	0,00	0,90	0,90
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_11	FLUOPIRAM	59.329,32	62.524,62	45.391,29	1,38	6.484,46	0,61	0,11	0,14
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_02	BOSCALIDA	40.092,23	28.350,06	24.669,38	1,15	5.419,90	0,51	0,14	0,22
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_04	FENHEXAMIDA	10.791,96	2.826,97	2.812,30	1,01	1.429,10	0,13	0,13	0,51
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_06	METALAXILO-M*	124,73	124,73	124,73	1,00	14,97	0,00	0,12	0,12
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_07	METALAXILO*	350,78	701,56	350,78	2,00	210,47	0,02	0,60	0,60
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_08	BENALAXILO-M*	142,73	61,85	55,57	1,11	1,93	0,00	0,01	0,03
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_13	FLUXAPYROKAD	12.261,16	13.061,05	10.630,55	1,23	729,09	0,07	0,06	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_05_01	CLORTALONILO	31.052,44	22.560,97	19.635,21	1,15	26.588,24	2,50	0,86	1,35
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_06_01	IPRODIONA*	11,57	7,79	7,79	1,00	5,85	0,00	0,51	0,75
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_09_01	FOSETIL-AL	6.566,03	14.773,93	5.296,37	2,79	28.116,88	2,64	4,28	5,31
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_11_01	FLUDIOXONIL	24.707,24	15.608,52	11.757,98	1,33	2.781,30	0,26	0,11	0,24
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_12_01	CAPTAN	71.351,35	71.836,14	51.997,60	1,38	87.871,83	8,25	1,23	1,69
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_12_02	FOLPET	1.333,53	1.341,32	984,26	1,36	1.301,77	0,12	0,98	1,32
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_01	BUPIRIMATO	20.543,10	18.450,19	15.664,27	1,18	2.606,44	0,24	0,13	0,17
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_02	CIPRODINIL	35.507,74	25.638,91	20.394,91	1,26	6.500,74	0,61	0,18	0,32
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_04	PIRIMETANIL	1.161,14	920,48	920,48	1,00	241,33	0,02	0,21	0,26
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_14_02	QUINOXIFEN	1.688,37	1.613,97	1.315,37	1,23	115,01	0,01	0,07	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_15_01	DITIANONA	2.910,69	2.610,77	2.610,77	1,00	690,23	0,06	0,24	0,26
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_01	AZOXISTROBIN	2.850,55	2.255,34	2.255,34	1,00	357,71	0,03	0,13	0,16
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_04	KRESOXIM-METIL	11.475,32	11.248,15	9.318,84	1,21	989,58	0,09	0,09	0,11
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_06	PIRACLOSTROBIN	46.991,80	34.306,12	30.502,77	1,12	2.306,74	0,22	0,05	0,08
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_07	TRIFLOXISTROBIN	46.504,61	39.106,62	33.186,42	1,18	3.068,24	0,29	0,07	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_08	METRAFENONA*	674,20	503,11	503,11	1,00	330,97	0,03	0,49	0,66
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_13	VALIFENALATO 6%*	350,78	350,78	350,78	1,00	31,57	0,00	0,09	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_17	FENPIRAZAMINA	1.225,66	1.125,25	953,22	1,18	429,86	0,04	0,35	0,45

HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS			202.841,50							
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_01	2,4-D ACIDO	7.525,87	8.238,70	3.727,78	2,21	6.879,87	3,39	0,91	1,85
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_04	MCPA	40.205,87	35.313,33	26.560,59	1,33	37.023,63	18,25	0,92	1,39
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_02_01	TERBUTILAZINA*	323,42	389,65	323,07	1,21	83,51	0,04	0,26	0,26
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_03_01	METAMITRONA*	399,31	317,61	211,81	1,50	30,86	0,02	0,08	0,15
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_03_02	METRIBUZINA*	105,17	105,17	105,17	1,00	52,58	0,03	0,50	0,50
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_03	ISOXABEN*	3.920,25	258,91	258,91	1,00	198,54	0,10	0,05	0,77
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_05	PENOXULAM*	27,16	5,20	5,20	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_01	DIFLUFENICAN	14.170,94	8.444,94	7.892,59	1,07	1.320,52	0,65	0,09	0,17
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_02	FLORASULAM*	295,10	184,67	183,19	1,01	2,35	0,00	0,01	0,01

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			N° MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_03_01	DICLORMID*	53,35	106,69	53,35	2,00	5,38	0,00	0,10	0,10
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_03_04	S-METOLACLORO*	187,39	187,39	187,39	1,00	224,86	0,11	1,20	1,20
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H05_01_02	PENDIMETALINA	18.595,03	8.569,92	5.439,43	1,58	10.607,56	5,23	0,57	1,95
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_04	CLORSULFURON*	52,34	32,45	32,45	1,00	0,24	0,00	0,00	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_06	FLAZASULFURON*	1.661,45	1.661,45	1.661,45	1,00	41,54	0,02	0,03	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_12	METSULFURON METIL*	138,00	138,00	138,00	1,00	10,35	0,01	0,08	0,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_13	NICOSULFURON*	235,45	470,90	235,45	2,00	28,25	0,01	0,12	0,12
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_18	TIFENSULFURON-METIL*	184,10	157,47	78,74	2,00	3,94	0,00	0,02	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_20	TRIBENURON-METIL*	445,97	396,31	317,57	1,25	138,37	0,07	0,31	0,44
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_01	CLODINAFOF-PROPARGIL*	295,10	184,67	183,19	1,01	9,39	0,00	0,03	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_02	CHALOFOP-BUTIL*	27,16	5,20	5,20	1,00	0,16	0,00	0,01	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_03	DICLOFOP	1.460,92	2.045,71	1.022,86	2,00	511,17	0,25	0,35	0,50
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_05	FLUAZIFOP-P-BUTIL*	3.044,05	469,37	469,37	1,00	74,01	0,04	0,02	0,16
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_07	PROPAQUAZOP*	85,38	27,05	27,05	1,00	1,35	0,00	0,02	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_09	QUICALOFOP-P-ETIL*	24,57	24,57	24,57	1,00	0,06	0,00	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_04_01	DIQUAT	6.308,11	2.143,13	2.132,55	1,00	1.166,85	0,58	0,18	0,55
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_08_03	OXIFLUFORFEN	13.075,08	10.140,91	8.235,32	1,23	2.659,25	1,31	0,20	0,32
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_13_01	BROMOXINIL*	323,42	389,65	323,07	1,21	55,67	0,03	0,17	0,17
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_14_02	GLIFOSATO	91.353,81	98.563,38	64.614,93	1,53	141.444,60	69,73	1,55	2,19
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_15_01	PINOXADEN*	295,10	184,67	183,19	1,01	9,39	0,00	0,03	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_15_02	PIRAFLUFEN-ETIL	1.077,93	1.295,21	1.034,66	1,25	8,42	0,00	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_18_04	AMINOPIRALID*	672,17	672,17	672,17	1,00	1,33	0,00	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_19_02	FLUROXIPIR*	214,65	318,17	214,65	1,48	73,26	0,04	0,34	0,34
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_19_03	TRICLOPIR*	809,31	694,16	694,16	1,00	10,84	0,01	0,01	0,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_21_01	BENTAZON*	444,52	315,65	315,65	1,00	71,52	0,04	0,16	0,23
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_24_01	CARFENTRAZONA-ETIL	2.624,40	2.174,95	1.337,09	1,63	59,59	0,03	0,02	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_26_01	MESOTRION*	187,39	187,39	187,39	1,00	22,49	0,01	0,12	0,12
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_26_02	SULCOTRION*	9,94	16,85	9,94	1,70	9,81	0,00	0,99	0,99
<b>INSECTICIDAS Y ACARICIDAS</b>							<b>916.671,07</b>			
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_01	ACRINATRIN	15.238,39	10.293,19	8.401,47	1,23	354,23	0,04	0,02	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_03	BETACIFLUTRIN	24.009,19	23.769,88	18.054,61	1,32	367,18	0,04	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_05	CIFLUTRIN*	127,19	127,19	127,19	1,00	4,77	0,00	0,04	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_06	CIPERMETRIN	2.407,55	2.584,53	2.332,04	1,11	70,29	0,01	0,03	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_07	DELTAMETRIN	148.955,25	162.854,66	106.327,69	1,53	1.839,86	0,20	0,01	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_08	ESFENVALERATO	26.915,29	39.520,77	25.689,72	1,54	576,33	0,06	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_09	ETOFENPROX*	500,48	186,41	186,41	1,00	10,68	0,00	0,02	0,06

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	101_01_12	TAU-FLUVALINATO	31.365,18	26.286,71	23.899,09	1,10	3.846,05	0,42	0,12	0,16
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	101_01_14	ZETA-CIPERMETRIN*	532,32	160,95	160,95	1,00	3,07	0,00	0,01	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	103_02_01	FENOXICARB	10.813,35	10.244,01	9.319,57	1,10	1.063,66	0,12	0,10	0,11
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	103_02_02	FORMETANATO*	16,39	25,68	12,84	2,00	12,84	0,00	0,78	1,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	103_02_04	PIRIMICARB	10.195,81	4.748,38	3.981,69	1,19	603,14	0,07	0,06	0,15
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	104_01_01	CLORPIRIFOS*	79,17	79,17	79,17	1,00	2,38	0,00	0,03	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	104_01_02	METIL CLORPIRIFOS	10.779,74	9.951,31	7.015,27	1,42	6.817,46	0,74	0,63	0,97
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	104_01_03	DIMETOATO	431,87	32,06	32,06	1,00	8,11	0,00	0,02	0,25
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	104_01_08	FOSMET	36.181,77	29.526,49	26.335,80	1,12	21.128,17	2,30	0,58	0,80
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_01_08	BACILLUS THURINGIENSIS AIZAWAI*	677,09	593,69	501,15	1,18	208,95	0,02	0,31	0,42
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_01_09	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI	6.896,09	6.130,46	5.400,22	1,14	1.386,94	0,15	0,20	0,26
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_01_11	BEAUVERIA BASSIANA	2.077,33	1.333,60	1.333,60	1,00	50,71	0,01	0,02	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_01_12	VIRUS GRANULOSUS CARPOCAPSA	4.560,82	3.875,76	3.414,92	1,13	253,83	0,03	0,06	0,07
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_02_01	ACETE DE NARANJA	4.573,44	4.559,62	3.637,75	1,25	1.132,85	0,12	0,25	0,31
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_02_03	AZADIRACTIN	6.832,93	2.467,16	2.434,70	1,01	69,50	0,01	0,01	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	105_02_04	PIRETRINAS	13.334,92	4.964,75	4.931,35	1,01	160,91	0,02	0,01	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	106_01_01	FENPIROXIMATO	13.294,53	7.288,00	6.564,37	1,11	393,45	0,04	0,03	0,06
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	106_02_01	CLOFENTEZIN*	275,65	431,40	233,48	1,85	23,35	0,00	0,08	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	106_99_01	ACEQUINOILO	11.466,19	1.237,69	1.237,66	1,00	277,57	0,03	0,02	0,22
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_01_01	ABAMECTINA	64.709,89	60.186,11	47.470,51	1,27	919,08	0,10	0,01	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_01_03	SPINOSAD	53.047,41	43.080,83	34.684,99	1,24	4.557,65	0,50	0,09	0,13
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_01_04	EMAMECTINA	2.448,45	2.083,31	1.615,64	1,29	39,06	0,00	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_01_05	SPINETORAM	23.054,44	18.948,36	17.221,66	1,10	1.643,95	0,18	0,07	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_03_06	TRIFLUMURON	2.186,86	1.957,11	1.759,51	1,11	285,93	0,03	0,13	0,16
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_05_01	METOXIFENOCIDA	1.901,04	2.578,83	1.772,25	1,46	236,66	0,03	0,12	0,13
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_05_02	TEBUFENOCIDA	3.822,38	2.591,82	2.591,82	1,00	417,48	0,05	0,11	0,16
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_06_03	HEXITIAZOX	6.528,22	2.269,16	1.885,06	1,20	103,58	0,01	0,02	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_09_01	FENBUTAESTAN*	333,12	254,39	254,39	1,00	447,73	0,05	1,34	1,76
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_10_01	INDOXACARB	3.284,71	2.635,15	2.428,88	1,08	123,90	0,01	0,04	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_11_01	PIRIPROXIFEN	106.094,69	95.414,35	85.905,74	1,11	4.686,51	0,51	0,04	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_12_03	TEBUFENPIRAD*	302,86	244,36	244,36	1,00	14,86	0,00	0,05	0,06
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_12_04	CLORANTRANILIPROL	27.985,85	19.751,26	17.353,98	1,14	802,35	0,09	0,03	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_13_01	PIMETROZINA	24.771,46	20.890,33	18.481,23	1,13	4.210,83	0,46	0,17	0,23
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_13_02	FLOVICAMID	69.437,26	77.708,76	59.942,76	1,30	4.863,97	0,53	0,07	0,08
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_13_03	SULFOXAFLOL	20.013,62	18.146,25	15.504,41	1,17	664,82	0,07	0,03	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_01	ACETAMIPRID	93.376,32	80.076,59	67.124,93	1,19	4.952,97	0,54	0,05	0,07
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_02	IMIDACLOPRID	3.601,65	3.633,78	2.057,96	1,77	374,13	0,04	0,10	0,18
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_03	TIACLOPRID	54.046,23	44.869,20	35.341,44	1,27	3.952,72	0,43	0,07	0,11

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			N° MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_04	FLUPIRADIURON*	389,75	410,74	389,75	1,05	41,07	0,00	0,11	0,11
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_17_01	SPIRODICLOFEN	10.071,18	7.132,73	6.881,22	1,04	646,20	0,07	0,06	0,09
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_01	E-E-8,10-DODECADIEN-1-OL	3.349,42	2.785,88	2.782,60	1,00	95,50	0,01	0,03	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_03	ACETATO DE (Z)-8-DODECEN-1-ILO	4.090,17	3.605,20	3.308,62	1,09	246,21	0,03	0,06	0,07
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_04	ACETATO DE (ZE,13Z)-OCTADECADIEN-1-ILO*	57,74	57,74	57,74	1,00	0,47	0,00	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_11	(E)-5-DECEN-1-OL	3.029,66	3.062,44	2.765,37	1,11	305,55	0,03	0,10	0,11
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_12	ACETATO DE 5-DECEN-1-ILO	1.269,92	730,95	730,95	1,00	1.818,67	0,20	1,43	2,49
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_13	ACETATO DE (E)-8-DODECEN-1-ILO	1.668,28	1.146,00	1.146,00	1,00	4,79	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_14	ACETATO DE E/Z-8-DODECEN-1-ILO*	470,78	470,78	470,78	1,00	24,91	0,00	0,05	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_21	Z-8-DODECEN-1-OL	2.969,23	2.700,35	2.403,78	1,12	2,27	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_32	ACETATO DE (E,Z)-3,13-OCTADECADIENILO*	57,74	57,74	57,74	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_19_07	PROTEINAS HIDROLIZADAS*	585,83	403,79	330,09	1,22	108,12	0,01	0,18	0,33
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_03	ETOXAZOL	4.235,88	273,26	273,26	1,00	9,98	0,00	0,00	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_13	PARAFINA	105.315,51	93.097,58	79.994,16	1,16	645.156,82	70,38	6,13	8,07
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_15	ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5)	30.022,69	23.586,56	20.034,41	1,18	167.152,72	18,23	5,57	8,34
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_16	ACEITE DE PARAFINA (CAS 97862-82-3)	1.960,06	1.401,50	1.371,58	1,02	21.328,42	2,33	10,88	15,55
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_20	FLUORURO DE SULFURILO	47.090,71	48.152,52	38.646,24	1,25	4.584,00	0,50	0,10	0,12
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_30	MALTODEXTRINA*	194,98	220,13	177,70	1,24	419,13	0,05	2,15	2,36
<b>MOLUSQUICIDAS</b>							<b>807,67</b>			
MOLUSQUICIDAS	M01_01_03	METALDEHIDO	4.229,30	3.517,38	3.504,75	1,00	807,67	100,00	0,19	0,23
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES</b>							<b>4.585,93</b>			
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_09	ACIDO GIBBERELICO	3.699,04	3.417,11	2.617,98	1,31	361,84	7,89	0,10	0,14
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_10	GIBBERELINAS A4/A7	15.128,84	17.335,73	12.951,97	1,34	96,34	2,10	0,01	0,01
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_14	PACLOBUTRAZOL	6.805,62	7.282,61	5.045,48	1,44	2.601,47	56,73	0,38	0,52
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_15	PROHEXADIONA-CALCICA	4.330,70	3.811,74	3.308,93	1,15	667,23	14,55	0,15	0,20
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_01	ANA	9.044,86	9.211,04	8.027,87	1,15	138,66	3,02	0,02	0,02
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_02	ALCOHOL GRASO*	756,79	744,98	744,98	1,00	68,27	1,49	0,09	0,09
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_03	ANA AMIDA	2.793,94	2.167,02	1.911,95	1,13	51,67	1,13	0,02	0,03
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_05	6-BENCILADENINA	14.230,64	14.588,99	11.828,71	1,23	314,78	6,86	0,02	0,03
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR03_99_99	OTROS REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	13.909,61	14.363,09	11.602,81	1,24	285,68	6,23	0,02	0,02
<b>OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>							<b>30.427,74</b>			
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_02	ACEITE DE CLAVO*	739,28	268,72	268,72	1,00	142,25	0,47	0,19	0,53
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_03	ACEITE DE COLZA*	503,83	33,27	33,27	1,00	69,74	0,23	0,14	2,10
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR99_02_02	CAOLIN*	154,84	515,50	143,50	3,59	17.544,03	57,66	113,30	122,26
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR99_99_99	ALQUILAMINAS GRASAS ETOXILADAS/...	25.407,92	38.936,49	19.277,13	2,02	12.671,72	41,65	0,50	0,66

Fuente: MAPA (2021).

### Anexo 4.3 Aplicación de fitosanitarios en guisantes y cebolla

#### a. Cantidades de fitosanitarios aplicados en cultivos de guisantes y cebolla

HORTALIZAS	CANTIDAD TOTAL APLICADA	
	Kg	% Total
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	4.290.260,79	76,21
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	252.528,28	4,49
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	241.389,81	4,29
MOLUSQUICIDAS	556,32	0,01
REGULADORES DE CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	5.234,90	0,09
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	839.916,08	14,92
<b>TOTAL</b>	<b>5.629.886,18</b>	

Fuente: MAPA (2021).

#### b. Principales productos aplicados en hortalizas (cebolla y guisantes)

HORTALIZAS	NOMBRE SUSTANCIA	SUPERFICIE (HA)		Nº MEDIO DE APLICACIONES	CANTIDAD TOTAL APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUP.
		Tratada	Básica		Kg	% Total	Básica (kg/ha)
<b>FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS</b>							
F99_09_01	FOSETIL-AL	48.757,22	13.888,86	3,51	1.629.531,41	28,9%	117,33
F99_12_02	FOLPET	69.618,17	53.980,22	1,29	851.360,29	15,12%	15,77
F01_02_01	AZUFRE	93.623,58	47.834,62	1,96	835.752,55	11,18%	17,47

Fuente: MAPA (2021).

### c. Desglose de fitosanitarios aplicados en la cebolla y guisantes

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
<b>FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS</b>							<b>4.290.260,79</b>			
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_01	CALDO BORDELES	4.976,65	5.570,15	4.044,26	1,38	3.721,95	0,09	0,75	0,92
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_02	HIDROXIDO COBRE	10.568,04	7.816,43	6.946,09	1,13	3.212,99	0,07	0,30	0,46
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_03	OXIDO DE COBRE (I)	4.456,37	4.076,56	2.949,35	1,38	3.035,43	0,07	0,68	1,03
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_04	OXICLORURO DE COBRE	72.533,95	80.738,36	58.637,69	1,38	72.367,51	1,69	1,00	1,23
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_05	SULFATO TRIBASICO DE COBRE	1.505,98	1.455,04	1.211,31	1,20	804,01	0,02	0,53	0,66
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_02_01	AZUFRE	54.823,56	93.623,58	47.834,62	1,96	835.752,55	19,48	15,24	17,47
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_99_07	CARBONATO DE HIDROGENO DE POTASIO	3.871,97	2.785,91	1.520,49	1,83	7.159,71	0,17	1,85	4,71
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_01_01	DIETOFENCARB*	423,14	223,99	223,99	1,00	33,03	0,00	0,08	0,15
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_02_01	BENTIAVALICARB ISOPROPILO*	178,03	178,27	89,14	2,00	4,99	0,00	0,03	0,06
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_02_03	PROPAMOCARBO	37.439,41	38.164,98	24.139,89	1,58	34.465,76	0,80	0,92	1,43
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_01	MANCOZEB	120.813,26	114.169,96	93.679,99	1,22	125.481,54	2,92	1,04	1,34
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_03	METIRAM	2.609,18	2.295,05	1.895,19	1,21	3.153,04	0,07	1,21	1,66
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_05	TIRAM*	602,20	1.806,61	602,20	3,00	57,81	0,00	0,10	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F03_01_04	METIL TIOFANATO	16.005,80	15.323,73	12.524,08	1,22	8.012,98	0,19	0,50	0,64
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_02	BROMUCONAZOL*	132,10	396,44	132,10	3,00	44,69	0,00	0,34	0,34
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_03	CIPROCONAZOL	919,67	782,73	782,73	1,00	62,51	0,00	0,07	0,08
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_04	DIFENOCONAZOL	120.032,50	181.505,39	87.402,13	2,08	25.614,44	0,60	0,21	0,29
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_05	EPOXICONAZOL*	140,57	140,57	140,57	1,00	7,03	0,00	0,05	0,05
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_06	ETRIDIAZOL*	52,69	51,01	51,01	1,00	13,25	0,00	0,25	0,26
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_07	FENBUCONAZOL*	133,52	205,34	105,09	1,95	10,70	0,00	0,08	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_10	FLUTRIAFOL	10.129,24	15.785,51	7.973,94	1,98	1.494,13	0,03	0,15	0,19
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_11	IMAZALIL*	84,61	25,44	84,61	3,01	13,99	0,00	0,17	0,17
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_14	MICLOBUTANIL	20.569,04	20.831,66	16.501,56	1,26	1.522,24	0,04	0,07	0,09
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_15	PENCONAZOL	9.345,54	8.798,79	7.578,84	1,16	349,19	0,01	0,04	0,05
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_17	PROTIOCONAZOL	4.481,73	4.788,49	3.386,88	1,41	550,10	0,01	0,12	0,16
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_18	TEBUCONAZOL	25.637,54	25.160,14	20.021,06	1,26	4.961,46	0,12	0,19	0,25
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_19	TETRACONAZOL	1.872,10	1.595,36	1.572,20	1,01	52,57	0,00	0,03	0,03
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_20	TRIAMENOL	1.429,15	4.350,75	1.201,13	3,62	486,40	0,01	0,34	0,40
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_02_01	ClAZOFAMIDA	339,52	358,67	337,76	1,06	23,43	0,00	0,07	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_02_02	FENAMIDON*	724,78	877,69	724,38	1,21	131,65	0,00	0,18	0,18
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_99_01	AMETOCTRADINA	40.073,15	38.196,81	32.601,96	1,17	8.960,34	0,21	0,22	0,27
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_99_02	AMI SULBROM	9.908,46	3.458,90	1.689,52	2,05	368,48	0,01	0,04	0,22
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F05_01_01	DIMETOMORFO	72.175,27	77.904,89	50.766,16	1,53	202.957,83	4,73	2,81	4,00
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_01	AMPELOMICES QUISQUALIS*	494,12	1.761,14	494,12	3,56	356,98	0,01	0,72	0,72
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_03	BACILLUS SUBTILIS	13.063,33	14.770,50	9.265,55	1,59	3.689,36	0,09	0,28	0,40
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_04	CONIOTHYRIUM MINITANS*	1.983,61	1.690,66	773,80	2,18	322,85	0,01	0,16	0,42
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_05	GLIOCLADIUM CATENULATUM CEPA J1446	4.444,13	5.116,35	3.273,70	1,56	6.381,76	0,15	1,44	1,95
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_11	TRICODERMA HARZIANUM	2.188,24	3.712,59	1.170,75	3,17	49,04	0,00	0,02	0,04

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_04	KRESOXIM-METIL	8.822,45	7.604,02	6.809,32	1,12	655,88	0,02	0,07	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_06	PIRACLOSTROBIN	58.485,10	62.796,39	36.184,14	1,74	4.928,21	0,11	0,08	0,14
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_07	TRIFLOXISTROBIN	25.077,19	32.086,04	18.136,07	1,77	4.899,96	0,11	0,20	0,27
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_02	ACIBENZOLAR-S-METIL	8.241,09	7.209,77	4.569,84	1,58	89,39	0,00	0,01	0,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_06	FENPROPIDIN*	60,06	60,06	60,06	1,00	15,09	0,00	0,25	0,25
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_08	METRAFENONA	9.226,66	10.422,43	7.246,32	1,44	1.298,54	0,03	0,14	0,18
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_15	COS-OGA*	922,12	2.192,19	922,12	2,38	15,50	0,00	0,02	0,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_99_17	FENPIRAZAMINA	4.517,02	9.109,56	4.164,13	2,19	2.788,36	0,06	0,62	0,67

HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS			252.528,28							
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_01	2,4-D ACID*	152,88	62,02	62,02	1,00	37,21	0,01	0,24	0,60
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_04	MCPA*	970,47	2.087,18	970,47	2,15	166,36	0,07	0,17	0,17
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_02_01	TERBUTILAZINA*	972,72	1.870,19	972,72	1,92	10.377,87	0,41	1,07	1,07
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_03_01	METAMITRONA	972,76	1.077,30	654,64	1,65	6.211,06	0,25	0,64	0,95
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_03_02	METRIBUZINA	23.496,66	33.710,31	20.199,73	1,67	11.262,64	4,46	0,48	0,56
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_03	ISOXABEN*	2.937,59	470,82	470,82	1,00	49,40	0,02	0,02	0,10
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_04	NAPROPAMIDA*	1,17	1,17	1,17	1,00	2,37	0,00	2,03	2,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_07	PROPIZAMIDA	12.056,36	20.546,78	6.009,85	3,42	24.487,14	9,70	2,03	4,07
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_01	DIFLUFENICAN	544,26	544,26	544,26	1,00	3.780,11	1,50	6,95	6,95
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_04	METAZACLOLO	18.323,12	12.062,92	7.644,03	1,58	11.274,38	4,46	0,62	1,47
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_03_04	S-METOLACLOLO	29.863,43	31.551,80	29.750,75	1,06	36.109,89	14,30	1,21	1,21
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H04_01_01	CLORPROFAM	3.184,15	3.946,65	1.397,26	2,82	2.821,85	1,12	0,89	2,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H04_01_02	DESMECIFAM	342,09	436,82	342,09	1,28	77,49	0,03	0,23	0,23
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H04_01_03	FENMEDIFAM	3.724,03	10.391,85	3.706,42	2,80	2.440,90	0,97	0,66	0,66
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H05_01_01	BENFLURALINA	2.729,29	929,79	929,79	1,00	1.006,02	0,40	0,44	1,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H05_01_02	PENDIMETALINA	57.442,32	45.626,08	40.160,52	1,14	46.156,13	18,28	0,80	1,15
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_04	CLORSULFURON*	43,92	43,92	43,92	1,00	24,71	0,01	0,56	0,56
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_13	NICOSULFURON*	765,1	38,26	19,13	2,00	0,72	0,00	0,01	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_15	PROSULFURON*	62,84	62,84	62,84	1,00	201,10	0,08	3,20	3,20
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_16	RIMSULFURON	11.510,09	18.191,49	10.351,37	1,76	794,85	0,31	0,07	0,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_20	TRIBENURON-METIL*	102,34	204,69	102,34	2,00	4,09	0,00	0,04	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_21	METIL TRIFLUSULFURON*	145,66	212,56	144,04	1,48	2,21	0,00	0,02	0,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_25	HALOSULFURON-METIL*	77,69	77,91	77,69	1,00	1,29	0,00	0,02	0,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_02_01	LENACILO	866,75	526,46	507,35	1,04	277,95	0,11	0,32	0,55
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_03_01	CLORTOLURON*	94,12	94,12	94,12	1,00	14,12	0,01	0,15	0,15
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_03	DICLOFOP*	91,26	182,51	91,26	2,00	137,77	0,05	1,51	1,51
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_05	FLUAZIFOP-P-BUTIL	4.718,92	4.000,40	3.986,99	1,00	548,83	0,22	0,12	0,14
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_07	PROPAQUAZIFOP	2.814,60	1.696,44	1.696,44	1,00	237,62	0,09	0,08	0,14
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_09	QUIZALOFOP-P-ETIL	10.998,14	3.996,25	3.920,84	1,02	404,83	0,16	0,04	0,10

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_16	PYTHIUM OLIGANDRUM (CEPA M1)*	331,83	332,74	331,83	1,00	11,65	0,00	0,04	0,04
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_19	TRICHODERMA ASPERELLUM (CEPA T34)*	12,75	12,75	12,75	1,00	4,59	0,00	0,36	0,36
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_22	TRICHODERMA GAMSII*	1.050,81	3.528,19	986,35	3,58	47,38	0,00	0,05	0,05
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_24	VERTICILLIUM LECANI*	315,72	315,72	315,72	1,00	93,45	0,00	0,30	0,30
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_29	BACILLUS AMYLOLOQUEFACIENS (CEPA D7474)	12.843,07	17.436,93	7.358,09	2,37	7.946,18	0,19	0,62	1,08
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_02_05	LAMINARIN*	312,75	515,03	275,80	1,87	58,62	0,00	0,19	0,21
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_01_01	CIMOXANIL	49.097,60	49.661,75	42.096,20	1,18	5.207,08	0,12	0,11	0,12
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_01	CIFLUFENAMIDA	16.372,52	16.177,34	12.524,79	1,29	281,62	0,01	0,02	0,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_02	FLUOPICOLIDAE	15.283,28	14.767,52	8.774,14	1,68	1.431,02	0,03	0,09	0,16
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_03	PROCLORAZ	1.176,83	1.014,78	978,22	1,04	481,05	0,01	0,41	0,49
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_05	ZOXAMIDA	29.565,79	28.432,30	28.163,88	1,01	3.462,11	0,08	0,12	0,12
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_06	MANDIPROPAMID	38.578,21	119.929,83	33.302,56	3,60	20.391,69	0,48	0,53	0,61
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_07	PENTOPIRAD	4.370,84	4.008,23	2.282,88	1,76	925,48	0,02	0,21	0,41
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_11	FLUOPIRAM	37.730,40	40.679,15	27.120,05	1,50	7.243,27	0,17	0,19	0,27
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_01	BENLAXILO	4.271,14	2.147,51	1.401,63	1,53	273,37	0,01	0,06	0,20
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_02	BOSCALIDA	38.472,65	47.195,13	25.582,82	1,84	12.940,66	0,30	0,34	0,51
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_04	FENHEXAMIDA	12.138,13	12.102,23	6.137,66	1,97	6.279,50	0,15	0,52	1,02
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_05	FLUTOLANIL*	26.687,09	26.621,66	26.621,66	1,00	15.174,35	0,35	0,57	0,57
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_06	METALAXIL-M	23.795,44	19.975,28	14.444,82	1,38	3.629,19	0,08	0,15	0,25
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_07	METALAXILO	75.309,03	66.399,66	63.649,83	1,04	8.710,39	0,20	0,12	0,14
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_08	BENLAXILO-M	847,59	764,49	671,17	1,14	78,86	0,00	0,09	0,12
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_12	ISOPIRAZAM	2.265,75	1.994,12	1.610,97	1,24	226,42	0,01	0,10	0,14
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_05_01	CLORTALONILO	16.421,84	23.764,83	10.062,19	2,36	18.179,88	0,42	1,11	1,81
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_06_01	IPIRODIONA*	100,09	56,83	56,83	1,00	42,62	0,00	0,43	0,75
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_07_01	FLUAZINAM*	174,33	14,82	14,82	1,00	5,93	0,00	0,03	0,40
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_08_02	MEPTILDINOCAP	314,58	375,32	215,91	1,74	63,24	0,00	0,20	0,29
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_09_01	FOSETIL-AL	18.902,02	48.757,22	13.888,86	3,51	1.629.531,41	37,98	86,21	117,33
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_10_01	FAMOXADONA	1.479,71	2.512,80	1.302,77	1,93	224,52	0,01	0,15	0,17
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_11_01	FLUDIOXONIL	144.120,33	784.392,01	140.103,60	5,60	119.639,86	2,79	0,83	0,85
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_12_01	CAPTAN*	139,03	1.454,44	139,03	1,05	207,77	0,00	1,49	1,49
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_12_02	FOLPET	53.980,24	69.618,17	53.980,22	1,29	851.360,29	19,84	15,77	15,77
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_01	BUPIRIMATO	2.544,17	1.777,09	1.752,65	1,01	377,07	0,01	0,15	0,22
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_02	CIPRODINIL	143.709,66	783.945,95	139.706,43	5,61	1.179.351,79	4,18	1,25	1,28
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_03	MEPANIRIPAM*	1.279,38	2.053,87	1.164,88	1,76	724,61	0,02	0,57	0,62
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_04	PIRIMETANIL	1.612,97	3.778,08	1.612,97	2,34	1.234,67	0,03	0,77	0,77
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_14_01	8-HIDROXIQUINOLEINA*	381,04	381,04	381,04	1,00	344,63	0,01	0,90	0,90
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_14_02	QUINOXIFEN	7.174,58	8.979,80	6.431,51	1,40	622,14	0,01	0,09	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_01	AZOXISTROBIN	99.321,63	98.554,55	74.558,40	1,32	22.523,69	0,52	0,23	0,30
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_03	FLUOXASTROBINA	4.481,73	4.788,49	3.386,88	1,41	550,10	0,01	0,12	0,16

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_01	CLORPIRIFOS	11.076,35	5.536,97	5.500,75	1,01	2.117,11	0,88	0,19	0,38
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_02	METIL CLORPIRIFOS	2.021,03	7.417,41	1.868,46	3,97	2.456,83	1,02	1,22	1,31
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_03	DIMETOATO	14.125,10	10.544,16	8.619,77	1,22	1.984,45	0,82	0,14	0,23
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_07	MALATION*	1.057,47	1.888,82	445,95	4,24	2.061,54	0,85	1,95	4,62
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_05	PAELOMYCES FUMOSOROSEUS*	45,83	27,84	27,84	1,00	0,10	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_08	BACILLUS THURINGIENSIS AIZAWAI	18.352,42	18.703,09	11.472,25	1,63	1.917,59	0,79	0,10	0,17
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_09	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI	81.318,77	106.328,92	51.231,69	2,08	22.344,31	9,26	0,27	0,44
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_11	BEAUVERIA BASSIANA	8.206,79	10.378,22	7.868,62	1,32	877,41	0,36	0,11	0,11
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_13	NUCLEOPOLIEDROVIRUS DE HELICOVERPA ARMIGERA	2.332,30	178,48	178,48	1,00	15,69	0,01	0,01	0,09
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_15	SPOD-X Virus de la poliedrosis N*	3,41	3,41	3,41	1,00	0,03	0,00	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_19	VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR DE LA SPODOPTERA EXIGUA	2.335,44	2.678,47	2.120,82	1,26	278,56	0,12	0,12	0,13
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_02_01	ACEITE DE NARANJA	4.545,93	2.571,82	2.286,31	1,12	275,18	0,11	0,06	0,12
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_02_03	AZADIRACTIN	2.444,90	22.961,42	15.235,91	1,51	684,61	0,29	0,03	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_02_04	PIRETRINAS	22.156,10	26.898,65	11.167,17	2,41	1.164,38	0,48	0,05	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I06_01_01	FENPIROXIMATO	3.527,92	2.403,80	2.311,84	1,04	127,97	0,05	0,04	0,06
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I06_02_01	CLOFENTEZIN*	926,21	736,56	643,23	1,15	62,68	0,03	0,07	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I06_99_01	ACEQUINOCILO*	39,86	4,24	4,24	1,00	0,08	0,00	0,00	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_01	ABAMECTINA	54.816,88	73.136,35	45.189,49	1,62	921,49	0,38	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_02	MILBEMECTINA*	430,11	298,27	298,27	1,00	3,00	0,00	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_03	SPINOSAD*	176.057,51	814.261,85	159.857,69	5,09	80.885,25	33,51	0,46	0,51
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_04	EMAMECTINA	21.589,91	21.150,20	14.400,44	1,47	172,35	0,07	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_05	SPINETORAM*	243,27	236,41	236,41	1,00	12,74	0,01	0,05	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_03_03	LUFENURON	110,37	52,69	52,69	1,00	2,63	0,00	0,02	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_04_01	BIFENAZATO	19.933,48	21.151,19	14.775,24	1,43	2.394,16	0,99	0,12	0,16
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_05_01	METOXIFENOCIDA	3.786,71	2.343,00	1.688,47	1,39	257,69	0,11	0,07	0,15
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_05_02	TEBUFENOCIDA*	1.782,22	1.613,17	660,94	2,44	274,54	0,11	0,15	0,42
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_06_01	CIROMAZINA*	77,40	37,49	33,77	1,11	0,86	0,00	0,01	0,03
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_06_03	HXITIAZOX	5.414,68	5.705,09	4.598,70	1,24	283,53	0,12	0,05	0,06
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_08_02	TIAMETOXAM	287,47	56,64	56,64	1,00	2,86	0,00	0,01	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_10_01	INDOXACARB	58.948,72	60.845,28	37.167,68	1,64	2.777,34	1,15	0,05	0,07
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_11_01	PIRIPROXIFEN	30.835,79	32.094,92	30.360,52	1,06	1.344,61	0,56	0,04	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_12_03	TEBUFENPIRAD	3.516,06	3.648,63	2.488,08	1,47	657,15	0,27	0,19	0,26
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_12_04	CLORANTRANILIPROL	98.037,91	116.698,75	71.338,96	1,64	8.713,12	3,61	0,09	0,12
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_13_01	PIMETROZINA	15.110,32	17.618,02	11.855,25	1,49	3.422,83	1,42	0,23	0,29
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_13_02	FLONICAMID	12.263,44	16.581,22	11.519,72	1,44	1.212,12	0,50	0,10	0,11
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_13_03	SULFOXAFLOR	30.928,78	20.398,81	14.329,30	1,42	875,54	0,36	0,03	0,06
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_14_01	ACETAMIPRID	98.940,56	110.699,94	71.256,24	1,55	5.176,03	2,14	0,05	0,07

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			N° MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_02	IMIDACLOPRID	4.234,19	4.704,56	2.895,57	1,62	489,68	0,20	0,12	0,17
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_03	THIACLOPRID	5.964,68	5.593,47	5.022,20	1,11	436,56	0,18	0,07	0,09
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_14_04	FLUPIRADIFURONA	2.078,79	2.948,26	1.776,59	1,66	320,86	0,13	0,15	0,18
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_17_02	SPIROMESIFEN	9.218,73	13.275,95	8.295,71	1,60	1.686,95	0,70	0,18	0,20
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_18_06	ACETATO DE (7E, 9Z)-DODECADIEN- 1-ILO*	32,97	32,97	32,97	1,00	0,76	0,00	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_19_06	RESCALLURE*	331,83	109,70	109,70	1,00	0,13	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_03	ETOXAZOL	4.238,76	3.074,21	2.980,88	1,03	110,20	0,05	0,03	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_04	ACIDOS GRASOS Y SALES POTASICAS INSATURADAS	583,51	771,10	574,71	1,34	619,89	0,26	1,06	1,08
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_09	METAFLUMIZONA	4.679,35	5.370,33	3.321,27	1,62	911,42	0,38	0,19	0,27
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_13	PARAFINA	5.262,73	6.347,33	3.905,10	1,63	14.921,86	6,18	2,84	3,82
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_18	PIRIDABENO	4.409,02	1.005,66	993,65	1,01	674,02	0,28	0,15	0,68
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_20	FLUOROURO DE SULFURILO	194.001,01	815.465,80	168.770,10	4,83	43.262,00	17,92	0,22	0,26
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	199_99_30	MALTODEXTRINA	1.102,25	2.313,15	1.052,79	2,20	8.149,99	3,38	7,39	7,74
<b>MOLUSQUICIDAS</b>							<b>556,32</b>			
MOLUSQUICIDAS	M01_01_01	FOSFATO FERRICO*	399,75	337,16	337,16	1,00	70,77	12,72	0,18	0,21
MOLUSQUICIDAS	M01_01_03	METALDEHIDO	6.916,93	2.000,14	1.824,47	1,10	485,55	87,28	0,07	0,27
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES</b>							<b>5.234,90</b>			
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_07	ETILENO*	1.207,26	247,86	247,86	1,00	26,43	0,50	0,02	0,11
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_09	ACIDO GIBERELICO*	1.378,65	2.416,80	1.103,17	2,19	41,72	0,80	0,03	0,04
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_12	HIDRAZIDA MALEICA	4.175,53	1.971,46	1.971,46	1,00	4.779,96	91,31	1,14	2,42
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_16	5-NITROGUAYACOLATO SODICO*	42,41	42,41	42,41	1,00	0,04	0,00	0,00	0,00
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_17	O-NITROFENOLATO SODICO*	42,41	42,41	42,41	1,00	0,08	0,00	0,00	0,00
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_18	P-NITROFENOLATO SODICO*	42,41	42,41	42,41	1,00	0,13	0,00	0,00	0,00
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_01	ANA*	787,88	998,06	787,88	1,27	4,32	0,08	0,01	0,01
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_02	ALCOHOL GRASO	6.342,20	7.069,55	4.235,48	1,67	370,68	7,08	0,06	0,09
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_03	ANA AMIDA*	787,88	998,06	787,88	1,27	11,53	0,22	0,01	0,01
<b>OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>							<b>839.916,08</b>			
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_02	ACEITE DE CLAVO	1.217,80	3.412,28	1.217,80	2,80	7.440,94	0,89	6,12	6,12
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_03	ACEITE DE COLZA*	1.078,24	3.272,73	1.078,24	3,04	7.326,13	0,87	6,79	6,79
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR03_02_01	PAECILOMYCES LILACINUS CEPA 251*	898,43	2.254,31	898,43	2,51	353,63	0,04	0,39	0,39
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR03_99_01	1,3-DICLOROPROPENO*	376,94	847,49	274,34	3,09	260.654,39	31,03	691,50	950,11
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR03_99_02	CLOROPICRINA*	376,94	928,49	314,84	2,95	202.572,17	24,12	537,41	643,41
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR03_99_04	METAM SODIO*	542,43	353,04	353,04	1,00	55.427,32	6,60	102,18	157,00
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR03_99_99	METAM POTASIO	1.467,63	1.601,75	1.302,93	1,23	298.127,36	35,49	203,14	228,81
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR99_99_99	ALQUIL AMINAS GRASAS ETOXILADAS/ PROPOXIL	36.851,53	48.747,66	28.550,16	1,71	8.006,15	0,95	0,22	0,28

Fuente: MAPA (2021).

## Anexo 4.4 Aplicación de fitosanitarios en trigo.

### a. Cantidades de fitosanitarios aplicados al cultivo de trigo

TRIGO	CANTIDAD TOTAL APLICADA	
	Kg	% Total
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	377.481,38	21,28
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	1.131.120,89	63,77
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	126.663,56	7,14
MOLUSQUICIDAS	264,96	0,01
REGULADORES DE CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	7.522,99	0,42
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	130.828,63	7,38
<b>TOTAL</b>	<b>1.773.882,41</b>	

### b. Principales productos aplicados al cultivo de trigo

TRIGO	NOMBRE SUSTANCIA	SUPERFICIE (HA)		Nº MEDIO DE APLICACIONES	CANTIDAD TOTAL APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUP.
		Tratada	Básica		Kg	% Total	Básica (kg/ha)
<b>HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS</b>							
H99_14_02	GLIFOSFATO	383.504,15	316.704,41	1,21	366.858,87	20,68%	1,16

### c. Desglose de aplicación de fitosanitarios en trigo

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
<b>FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS</b>			<b>377.481,38</b>							
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_01	CALDO BORDELÉS*	14.974,43	1.207,86	1.207,86	1,00	181,18	0,05	0,01	0,15
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_02	HIDROXIDO COBRE*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	9.814,81	2,60	0,66	0,87
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_01_04	OMICLORURO DE COBRE*	2.261,94	5.803,69	2.261,94	2,57	2.741,94	0,73	1,21	1,21
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_02_01	AZUFRE*	17.838,60	37.722,80	17.838,60	2,11	140.135,70	37,12	7,86	7,86
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F01_99_03	FOSFONATOS DE POTASIO*	1.075,72	1.075,72	1.075,72	1,00	672,33	0,18	0,63	0,63
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_01	MANCOZEB*	50.030,11	32.245,32	32.245,32	1,00	72.968,44	19,33	1,46	2,26
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F02_03_03	METIRAM*	3.047,81	6.095,61	3.047,81	2,00	2.340,72	0,62	0,77	0,77
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F03_01_03	TIABENDAZOL*	3.238,57	3.238,57	3.238,57	1,00	24,29	0,01	0,01	0,01
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F03_01_04	METIL TIOFANATO*	21.909,22	34.643,90	21.680,77	1,60	21.499,38	5,70	0,98	0,99
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_02	BROMCONAZOL*	21.769,98	11.474,56	11.474,56	1,00	2.072,72	0,55	0,10	0,18
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_03	CIPROCONAZOL*	37.896,30	31.286,25	30.373,42	1,03	2.246,69	0,60	0,06	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_04	DIFENCONAZOL*	24.569,69	22.877,98	21.107,11	1,08	1.004,83	0,27	0,04	0,05
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_05	EPOXICONAZOL*	110.455,70	100.385,86	96.350,79	1,04	9.205,92	2,44	0,08	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_10	FLUTRIAFOL*	15.965,21	10.557,10	10.557,10	1,00	508,17	0,13	0,03	0,05
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_13	METCONAZOL*	2.934,71	2.779,82	2.779,82	1,00	184,04	0,05	0,06	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_16	PROPICONAZOL*	2.938,98	1.943,44	1.943,44	1,00	206,68	0,05	0,07	0,11
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_17	PROTIOCONAZOL*	236.242,95	180.810,20	155.173,30	1,17	21.114,81	5,59	0,09	0,14
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_18	TEBUCONAZOL*	346.523,36	286.568,07	233.542,54	1,23	49.136,59	13,02	0,14	0,21
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F04_01_19	TETRACONAZOL*	21.552,92	13.721,79	13.721,79	1,00	588,35	0,16	0,03	0,04
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F06_01_11	TRICHODERMA HARZIANUM*	889,99	261,33	261,33	1,00	2,01	0,00	0,00	0,01
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_01_01	CIMOXANILO*	3.047,81	6.095,61	3.047,81	2,00	175,55	0,05	0,06	0,06
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_01	CIFLUFENAMIDA*	1.309,44	1.308,92	1.308,92	1,00	16,79	0,00	0,01	0,01
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_03	PROCLORAZ*	3.086,60	3.086,60	3.086,60	1,00	1.079,16	0,29	0,35	0,35
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_06	MANDIPROPAMID*	491,07	491,07	491,07	1,00	15,35	0,00	0,03	0,03
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_02_08	BENZOVINDIFLUPYR	12.413,22	8.656,85	8.656,85	1,00	589,55	0,16	0,05	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_09	BIXAFEN	70.074,33	65.028,82	63.840,49	1,02	4.265,72	1,13	0,06	0,07
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_03_13	FLUXAPYROXAD	45.201,86	45.275,94	38.596,84	1,17	3.947,44	1,05	0,09	0,10
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_12_01	CAPTAN*	14.974,43	1.207,86	1.207,86	1,00	1.449,43	0,38	0,10	1,20
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_13_01	BUPIRIMATO*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	1.682,54	0,45	0,11	0,15
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_01	AZOXISTROBIN	98.467,25	81.172,38	76.458,15	1,06	13.611,94	3,61	0,14	0,18
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_04	KRESOXIM-METIL*	452,43	86,80	86,80	1,00	43,40	0,01	0,10	0,50
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_06	PIRACLOSTROBIN	91.261,46	88.907,09	78.249,17	1,14	13.109,30	3,47	0,14	0,17
FUNGICIDAS Y BACTERICIDAS	F99_16_07	TRIFLOXISTROBIN*	15.444,36	11.554,40	11.554,40	1,00	845,62	0,22	0,05	0,07
<b>HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS</b>			<b>1.131.120,89</b>							
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_01	2,4-D ACIDO	240.850,36	267.418,07	196.136,20	1,36	117.965,89	10,43	0,49	0,60
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_03	DICLORPROP-P*	755,39	755,73	755,39	1,00	685,77	0,06	0,91	0,91
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_04	MCPA	350.751,47	309.785,54	296.363,33	1,05	172.288,12	15,23	0,49	0,58

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA		CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)	
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H01_01_07	MECOPROP-P	31.077,66	26.430,98	26.430,63	1,00	7.791,58	0,69	0,25	0,29
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H02_03_02	METRIBUZINA	169.419,51	160.191,57	149.796,90	1,07	34.711,55	3,07	0,20	0,23
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_01	BEFLUBUTAMIDA	22.208,77	16.890,22	16.890,22	1,00	3.667,15	0,32	0,17	0,22
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_03	ISOXABEN*	9.279,60	9.279,60	9.279,60	1,00	735,03	0,06	0,08	0,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_01_08	PIROXSULAM	457.624,53	244.280,45	242.924,97	1,01	7.464,57	0,66	0,02	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_01	DIFLUFENICAN	227.222,49	141.132,41	128.735,12	1,10	8.216,70	0,73	0,04	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_02	FLORASULAM	762.708,52	580.087,74	542.110,81	1,07	3.415,21	0,30	0,00	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_03	FLUFENACET	50.530,40	26.844,50	26.844,50	1,00	5.163,74	0,46	0,10	0,19
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H03_02_04	METAZACLORO*	9.816,12	2.599,70	2.599,70	1,00	2.040,77	0,18	0,21	0,79
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H05_01_02	PENDIMETALINA	49.018,71	37.016,53	35.424,02	1,04	23.488,17	2,08	0,48	0,66
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_01	AMIDOSULFURON	73.339,78	38.280,35	38.280,35	1,00	715,67	0,06	0,01	0,02
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_04	CLORSULFURON	47.707,64	40.172,57	38.621,86	1,04	2.406,25	0,21	0,05	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_10	IODOSULFURON-METIL-SODIO	153.345,67	83.091,60	80.677,68	1,03	504,79	0,04	0,00	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_11	MESOSULFURON METIL	149.043,98	104.295,95	95.939,82	1,09	955,75	0,08	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_12	METSULFURON METIL	112.860,69	146.006,07	94.988,92	1,54	26.435,76	2,34	0,23	0,28
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_13	NICOSULFURON*	9.837,60	12.689,59	9.837,60	1,29	337,59	0,03	0,03	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_18	TIFENSULFURON-METIL	310.876,96	427.897,87	214.414,01	2,00	16.251,71	1,44	0,05	0,08
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_20	TRIBENURON-METIL	709.699,29	986.509,67	557.140,70	1,77	22.350,40	1,98	0,03	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_01_22	TRITOSULFURON	188.058,01	180.463,51	165.720,08	1,09	9.639,14	0,85	0,05	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H06_03_01	CLORTOLURON	128.313,72	84.956,37	74.164,79	1,15	67.560,13	5,97	0,53	0,91
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_01	CLODINAFOF-PROPARGIL	330.064,88	270.676,60	190.829,48	1,42	11.010,11	0,97	0,03	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_02	CHALOFOP-BUTIL*	20.000,05	40.000,11	20.000,05	2,00	1.200,00	0,11	0,06	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_03	DICLOFOP	79.704,97	136.742,85	68.371,43	2,00	75.992,01	6,72	0,95	1,11
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_04	FENOXAPROP-P-ETIL	88.590,32	57.301,05	22.168,97	2,58	3.933,07	0,35	0,04	0,18
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_05	FLUAZIFOP-P-BUTIL*	14.961,93	14.961,93	14.961,93	1,00	855,81	0,08	0,06	0,06
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_01_09	QUIZALOFOP-P-ETIL*	20.780,39	20.780,39	20.780,39	1,00	1.039,02	0,09	0,05	0,05
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_04_01	DIQUAT*	7.226,57	14.453,14	7.226,57	2,00	5.781,25	0,51	0,80	0,80
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_08_03	OXI FLUORFEN*	304,14	304,14	304,14	1,00	0,73	0,00	0,00	0,00
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_13_01	BROMOXINIL	96.721,18	75.505,47	73.001,72	1,03	32.733,34	2,89	0,34	0,45
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_14_02	GLIFOSATO	385.881,38	383.504,15	316.704,41	1,21	366.858,87	32,43	0,95	1,16
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_15_01	PINOXADEN	391.590,03	319.557,23	307.893,62	1,04	11.982,77	1,06	0,03	0,04
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_15_02	PIRAFLUFEN-ETIL*	13.561,89	13.561,89	13.561,89	1,00	125,79	0,01	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_18_01	DICLOROPICOLINA SAL AMINA (CLOPIRALIDA)	185.548,62	315.509,72	158.943,26	1,99	17.630,98	1,56	0,10	0,11
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_18_04	AMINOPIRALID	38.336,92	42.105,66	34.215,32	1,23	346,42	0,03	0,01	0,01
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_19_02	FLUROXIPIR	88.061,61	48.727,43	47.082,68	1,03	8.265,23	0,73	0,09	0,18
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_21_01	BENTAZONA*	9.946,18	7.778,38	7.778,38	1,00	7.428,90	0,66	0,75	0,96
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_22_02	PROSULFOCARB	31.185,52	21.630,68	21.630,68	1,00	49.660,40	4,39	1,59	2,30
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_24_01	CARFENTRAZONA-ETIL	21.316,31	27.986,27	17.944,26	1,56	490,18	0,04	0,02	0,03
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_25_01	PROPOXICARBAZONA-SODIO	33.288,33	35.237,24	28.069,44	1,26	809,77	0,07	0,02	0,03

CAMPAÑA AGRÍCOLA 2018/2019			SUPERFICIE (HA)			Nº MED. APLIC.	TOTAL SUSTANCIA APLICADA	CANTIDAD MEDIA SUPERFICIE (KG/HA)		
Grupo principal	Sustancia Activa	Nombre Sustancia	Cultivada	Tratada	Básica		Kg	% Total grupo	Cultivada	Básica
* sustancia que se ha aplicado en 5 o menos explotaciones de la muestra										
HERBICIDAS, DESBROZADORES Y MUSGUICIDAS	H99_99_03	CLOMAZONA*	13.146,81	5.930,40	5.930,40	1,00	184,80	0,02	0,01	0,03
<b>INSECTICIDAS Y ACARICIDAS</b>							<b>126.663,56</b>			
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_02	ALFA CIPERMETRIN	24.728,62	37.691,27	24.540,39	1,54	562,29	0,44	0,02	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_03	BETACIFLUTRIN*	2.821,36	4.398,60	2.627,73	1,67	9,08	0,01	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_06	CIPERMETRIN	15.249,25	15.053,75	12.405,82	1,21	482,55	0,38	0,03	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_07	DELTAMETRIN	150.283,16	142.149,35	139.772,68	1,02	1.389,36	1,10	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_08	ESFENVALERATO	17.522,13	11.524,99	11.524,99	1,00	148,84	0,12	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_11	LAMBDA CHALOTRIN	115.466,43	91.329,53	84.937,56	1,08	1.300,67	1,03	0,01	0,02
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I01_01_12	TAU-FLUVALINATO*	3.975,96	3.421,85	3.421,85	1,00	305,80	0,24	0,08	0,09
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_02	METIL CLORPIRIFOS*	19.120,51	24.840,77	17.381,35	1,43	15.540,90	12,27	0,81	0,89
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_03	DIMETOATO	27.450,01	35.491,66	24.119,26	1,47	6.258,52	4,94	0,23	0,26
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I04_01_08	FOSMET*	483,78	483,78	483,78	1,00	249,15	0,20	0,52	0,52
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_01_12	VIRUS GRANULOSIS CARPOCAPSA*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	2.972,49	2,35	0,20	0,27
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I05_02_04	PIRETRINAS*	11.430,26	11.430,26	11.430,26	1,00	3,43	0,00	0,00	0,00
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_01_05	SPINETORAM*	14.974,43	11.820,86	11.820,86	1,00	1.182,09	0,93	0,08	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_10_01	INDOXACARB*	7.580,71	7.580,71	7.580,71	1,00	113,71	0,09	0,01	0,01
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_11_01	PIRIPROXIFEN*	15.621,15	11.863,64	11.863,64	1,00	567,31	0,45	0,04	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_12_04	CLORANTRANILIPROL*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	448,68	0,35	0,03	0,04
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_14_01	ACETAMIPRID*	29.948,86	11.820,86	11.820,86	1,00	591,04	0,47	0,02	0,05
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_14_03	TIACLOPRID*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	1.076,82	0,85	0,07	0,10
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_99_15	ACEITE DE PARAFINA (CAS 8042-47-5)*	14.974,43	11.820,86	11.820,86	1,00	93.384,76	73,73	6,24	7,90
INSECTICIDAS Y ACARICIDAS	I99_99_99	AZOCICLOESTAN*	12.671,55	8.124,68	8.124,68	1,00	76,07	0,06	0,01	0,01
<b>MOLUSQUICIDAS</b>							<b>264,96</b>			
MOLUSQUICIDAS	M01_01_03	METALDEHIDO*	11.962,25	2.640,65	2.640,65	1,00	264,96	100,00	0,02	0,10
<b>REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES</b>							<b>7.522,99</b>			
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_02	CLORMEQUAT*	8.095,03	8.095,03	8.095,03	1,00	6.072,03	80,71	0,75	0,75
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_10	GIBERELINAS A4/A7*	17.008,20	13.250,70	13.250,70	1,00	108,59	1,44	0,01	0,01
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_01_14	PACLOBUTRAZOL*	375,29	375,29	375,29	1,00	18,76	0,25	0,05	0,05
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_01	ANA*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	168,25	2,24	0,01	0,01
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_03	ANA AMIDA*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	942,22	12,52	0,06	0,08
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR01_99_05	6-BENCILADENINA*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	106,56	1,42	0,01	0,01
REGULADORES DEL CRECIMIENTO DE LOS VEGETALES	PGR03_99_99	OTROS REGULADORES CRECIM. DE VEGETALES*	14.974,43	11.216,93	11.216,93	1,00	106,56	1,42	0,01	0,01
<b>OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS</b>							<b>130.828,63</b>			
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_02	ACEITE DE CLAVO	103.856,26	39.645,45	37.176,14	1,07	26.275,69	20,08	0,25	0,71
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR02_01_03	ACEITE DE COLZA*	7.881,84	7.477,26	7.477,26	1,00	17.027,73	13,02	2,16	2,28
OTROS PRODUCTOS FITOSANITARIOS	ZR99_99_99	ALQUILAMINAS/GRASAS ETOXILADAS/...	499.588,64	406.072,52	368.917,15	1,10	87.525,22	66,90	0,18	0,24

Fuente: MAPA (2021).

#### Anexo 4.5 Aplicación de fitosanitarios en maíz.

<b>Clasificación química</b>	<b>Nombres comunes</b>	<b>Dosis (kg/ha)</b>
Herbicidas de cloroacetanilidas	Dimetacloro	1,1
	S-Metolacloro	
Herbicidas de triazinas	Terbutilazina	0,4
	Hexazinona	
Herbicidas organofosforados	Glifosato	0,1
Herbicidas de fenoxi	2,4 -D	0,1
	2,4 -DB	
	Diclorprop -P	
	MCPA	
	MCPB	
Insecticidas organofosforados	Malatión	0,1
	Pirimifos -metil	

Fuente: Eurostat (2007), Comisión Europea (2021) y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022)

#### Anexo 4.6 Aplicación de fitosanitarios en alfalfa

<b>Superficie entrevistada</b>		
<b>Productos insecticidas</b>	<b>(ha)</b>	<b>(%)</b>
Cipermetrina	1.642,5	35,47
Malatión	1.430	30,84
Piretroide	666	14,39
Pirimor	150	3,21
No sabe/No se acuerda	745,5	16,10
<b>TOTAL</b>	<b>4.634</b>	<b>100</b>

<b>Superficie entrevistada</b>		
<b>Productos herbicidas</b>	<b>(ha)</b>	<b>(%)</b>
Hexazinona	632	72,10
Glifosato	39	4,45
No sabe/No se acuerda	205,5	23,45
<b>TOTAL</b>	<b>876,5</b>	<b>100</b>

Fuente: Lloveras (2003), Comisión Europea (2021), Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2022).

## Anexo V. Energía equivalente de las entradas en la producción agrícola.

<b>Entradas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Energía (MJ/unidad)</b>
N	kg de N	75,46
P	kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13,07
K	kg de K <sub>2</sub> O	11,15
Herbicidas	kg	238,30
Insecticidas	kg	101,20
Fungicidas	kg	181,9
Gasoil	L	50,23

Fuente: Zahedi et al. (2014).

## Anexo VI. Cálculo de la energía asociada al riego

<b>Agua bombeada en la estación Alfarrás - Primera etapa</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Potencia bomba	500	kW
Total bombeado 2021	42343800	m3
Caudal nominal bomba	1,2	m3/s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	35286500	s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	9801,8	h
Potencia total usada	4900902,7	kWh

<b>50% del agua bombeada en Algerri -Segunda etapa</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Potencia bombas	450	kW
caudal nominal bomba	0,57	m3/s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	37013811,2	s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	10281,61	h
Potencia total usada	4626726,4	kWh

---

**50% del agua bombeada en Castelló -Segunda etapa**

---

<b>Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Potencia bombas	250	kW
caudal nominal bomba	0,642	m3/s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	32978037,4	s
Tiempo de funcionamiento de las bombas	9160,56	h
Potencia total usada	2290141,48	kWh

---

<b>Ítem</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Energía total consumida	11817770,66	kWh
Superficie regada	6500	ha
Volumen total bombeado	42343800	m3
Consumo medio	6514,43	m3/ha
Ratio kwh/m3	0,28	kWh/m3
Ratio MJ/m3	1,005	MJ/m3
Ratio MJ/ha	6545,23	MJ/ha

---

## Anexo VII. Consumo de combustible por maquinaria.

<b>Maquinaria</b>	<b>(L/ha)</b>	<b>Fuente</b>
Chísel	9	IDAE (2005)
Rulo	4	Witney (1988)
Subsoladora	20,8	IDAE (2005)
Gradas de discos	6,4	IDAE (2005)
Gradas rotativas	7,5	IDAE (2005)
Abonadora	1,5	IDAE (2005)
Pulverizador	1,1	IDAE (2005)
Sembradora de cereales	4	Witney (1988)
Sembradora	6,5	IDAE (2005)
Tractor - plantación	0,55	IDAE (2005)
Cosechadora	15	IDAE (2005)
Trituradora	9	IDAE (2005)
Segadora	7,5	IDAE (2005)

## Anexo VIII. Energía contenida en los productos agrícolas

<b>Producto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Energía equivalente (MJ/unidad)</b>	<b>Fuente</b>
Grano de trigo	kg	10,97	Elsoragaby et al. (2019)
Grano cebada	kg	5,14	Elsoragaby et al. (2019)
Grano maíz	kg	4,68	Elsoragaby et al. (2019)
Guisante	kg	12,85	Zhelyazkova (2010)
Alfalfa	kg	6,04	Elsoragaby et al. (2019)
Melocotón	kg	3,9	Elsoragaby et al. (2019)
Cebolla	kg	1,6	Hatirli et al. (2004)

**Anexo IX.** Fijación de dióxido de carbono en las estructuras vegetales de los productos agrícolas

<b>Producto</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub> eq total en cultivo/kg alimento producido</b>	<b>Fuente</b>
Trigo	4,27	Cisneros et al. (2009)
Cebada	3,90	Cisneros et al. (2009)
Maíz	3,25	Marcos et al. (2015)
Guisante	1,76	Sankaran & Grusak (2014)
Alfalfa	1,83	Bermejo (2014)
Melocotón	0,64	Carbajal (2011)
Cebolla	0,36	Dirección de la CRAB (05 de octubre de 2021)

**Anexo X.** Precios promedio de cultivos en el 2021

<b>Producto</b>	<b>Precio (€/t)</b>
Trigo	376,44
Maíz	258,69
Cebada	225,25
Alfalfa	185,92
Guisantes	272,06
Melocotón	807,70
Cebolla	168,40

Fuente: MAPA (2022).

## Anexo XI. Costes teóricos por hectárea

<b>Producto</b>	<b>Costes (€/ha)</b>	<b>Fuente</b>
Maíz de ciclo largo	1.525	Dirección General de Desarrollo Rural (2021)
Cebada-maíz	1.930	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013)
Guisante-maíz	2.328	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013)
Trigo-maíz	2.380	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013)
Trigo	1.029	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013)
Melocotón	16.954	García (2018)
Alfalfa	1.210	López et al. (2021)
Cebolla	6.705	Berbel & Gómez-Limón (2020)

**Anexo XII. Factor de emisión utilizado por input en cada calculadora de carbono**

<b>Input</b>	<b>Calculadora FAO</b>	<b>Calculadora MAPA</b>
Fertilización nitrogenada (CO <sub>2</sub> eq/kg)	4,8	2,7
Fertilización de potasio (CO <sub>2</sub> eq/kg)	0,6	No se tiene en cuenta
Fertilización de fósforo (CO <sub>2</sub> eq/kg)	0,7	No se tiene en cuenta
Herbicidas (CO <sub>2</sub> eq/kg)	23,1	No se tiene en cuenta
Insecticidas (CO <sub>2</sub> eq/kg)	18,7	No se tiene en cuenta
Fungicidas (CO <sub>2</sub> eq/kg)	14,3	No se tiene en cuenta
Gasóleo (CO <sub>2</sub> eq/l)	2,7	2,6
Riego (CO <sub>2</sub> eq/MJ)	0,4	0,3