LIFE Project Number

LIFE08 ENV/E/000129

FINAL Report

Covering the project activities from 01/01/2010 to 31/12/2014

Reporting Date

<30/11/2015>

LIFE+ AGRICARBON

Sustainable agriculture in carbon arithmetics

Project Data

Project location	Andalusia (SPAIN), Brussels (BELGIUM)
Project start date:	01/01/2010
Project end date:	31/12/2013 **Extension date:** 31/12/2014
Total Project duration (in months)	60 months (including **Extension of 12 months**)
Total budget	€2 674 653
Total eligible budget	€2 648 815
EU contribution:	€1 237 261.50
(%) of total costs	46.26%
(%) of eligible costs	46.71%

Beneficiary Data

Name Beneficiary	Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos
Contact person	Mr. Emilio J. GONZÁLEZ-SÁNCHEZ
Postal address	IFAPA Centro "Alameda del Obispo". Avda. Menéndez Pidal s/n.14005, Córdoba, SPAIN
Visit address	IFAPA Centro "Alameda del Obispo". Avda. Menéndez Pidal s/n.14005, Córdoba, SPAIN
Telephone	0034 957 422 099
Fax:	0034 957 422 168
E-mail	info@agriculturadeconservacion.org
Project Website	www.agricarbon.eu

Life+AGRICARBON
AGRICULTURA SOSTENIBLE EN LA ARITMÉTICA DEL CARBONO
SUSTAINABLE AGRICULTURE IN CARBON ARITHMETICS

1. List of contents

1. List of contents 1
2. Executive Summary 5
3. Introduction 15
4. Administrative part 16
4.1 Description of the management system 16
4.2 Evaluation of the management system 18
5. Technical part 19
5.1. Technical progress, per task 19
5.2 Dissemination actions 44
5.3 Evaluation of Project Implementation 57
5.4 Analysis of long-term benefits 68
1. Environmental benefits 68
2. Long-term benefits and sustainability 71
3. Replicability, demonstration, transferability, cooperation: 79
4. Best Practice lessons: 84
5. Innovation and demonstration value: 86
6. Long term indicators of the project success: 87
6. Annex 1: List of List of the keywords and abbreviations used 88
7. Annex 2: Bibliography. 89

List of figures

Figura 1. Fases de ejecución del proyecto Life+ Agricarbon. 16
Figura 2. Organigrama de gestión técnica, administrativa y financiera del proyecto Life+ Agricarbon. 17
Figura 3. Ubicación de las fincas demostrativas. 19
Figura 4. Disposición de las fincas demostrativas. 20
Figura 5. Incremento medio de COS de la AC+AP respecto al LC en cada una de las fincas demostrativas tras cuatro años. 34
Figura 6. Reducción media de emisiones de CO_2 en las parcelas de AC y AP respecto a las parcelas de LC. 37

Figura 7. Evolución temporal de las emisiones de CO_2 entre los dos sistemas de manejo para cada uno de las parcelas y campañas agrícolas en la finca Rabanales. Cada punto representa la media de 10 lecturas. 38

Figura 8. Esquema de sensores de medida y gestión de los datos de cada operación monitorizada..... 41

Figura 6. Diseño de parcelas en las fincas demostrativas. 58

Figura 7. Reducción de costes (€/ha) obtenidos en las parcelas bajo AC+AP de las fincas demostrativas. Fuente: Universidad de Córdoba. 60

Figura 9. Evolución de la superficie de cultivos bajo SD en España..... 68

Figura 10. Consumo de combustible en cada uno de los sistemas de manejo empleado en las fincas demostrativas. 73

Figura 11. Rendimiento horario (h/ha) en cada uno de los sistemas de manejo empleados en las fincas demostrativas..... 74

List of tables

Table 1. Main deliverables generated by the Life+ Agricarbon project. 8

Tabla 2. Principales entregables generados en el proyecto Life+ Agricarbon..... 13

Tabla 3. Diseño experimental de las parcelas del proyecto (LC: Laboreo Convencional, SD+AP: Siembra Directa + Agricultura de Precisión). 21

Tabla 4. Indicadores y parámetros medidos para evaluar la adaptación de los cultivos implantados al cambio climático..... 24

Tabla 5. Indicadores de sostenibilidad e índices utilizados en el calculador de sostenibilidad de explotaciones agrícolas..... 31

Tabla 6. Incremento del COS (t/ha) en las parcelas de AC+AP respecto a las parcelas en LC tras cuatro campañas agrícolas..... 34

Tabla 7. Equipamiento instalado en los tractores e indicadores medidos en cada operación. . 40

Tabla 8. Energía consumida, producida, eficiencia y productividad energética medias para los distintos cultivos y sistemas de manejo de suelo. Campañas 2009 a 2013..... 42

Tabla 9. Esquema del Plan de Comunicación y Difusión del proyecto Life+ Agricarbon. 44

Tabla 10. Mensajes difundidos en el marco del proyecto Life+ Agricarbon..... 45

Tabla 11. Tráfico generado por la página web del proyecto Life+ Agricarbon..... 47

Tabla 12. Fichas técnicas publicadas en el proyecto Life+ Agricarbon..... 49

Tabla 13. Producción científica y técnica del proyecto Life+ Agricarbon. 50

Tabla 14. Producción mediática del proyecto Life+ Agricarbon. 50

Tabla 15. Reuniones y encuentros mantenidos con agentes interesados. 52

Tabla 16. Entregables generados en cada acción formativa..... 54

Tabla 17. Tráfico generado en la página web del congreso. 57

Tabla 18. Grado de cumplimiento de objetivos del proyecto. 62
Tabla 19. Principales beneficios derivados de la adopción de AC. 76
Tabla 20. Implantación de AC en Europa. 80
Tabla 21. Nº de monitores de rendimientos comercializados. 82
Tabla 22. Lista de indicadores propuestos para seguimiento a largo plazo. 87

List of images

Imagen 1. Cartel identificativo y cultivo de girasol en la Finca "Rabanales" (Córdoba). 21
Imagen 2. Cartel identificativo y cultivo de leguminosa en la Finca situada en Carmona (Sevilla). 22
Imagen 3. Cartel identificativo y cultivo de trigo de la finca "La Pluma" (Las Cabezas de San Juan- Sevilla). 22
Imagen 4. Punto de muestro de humedad edáfica y medición con Sonda Diviner 2000. 24
Imagen 5. Penetrómetro y medición de la compactación del suelo. 25
Imagen 6. Marco reticulado para medición del porcentaje de cobertura del suelo. 26
Imagen 7. Banner de acceso en la página web del proyecto (www.agricarbon.eu). 30
Imagen 8. Portal de acceso al calculador de indicadores de sostenibilidad. 31
Imagen 9. Tablas y gráficos de resultados del calculador de índices de sostenibilidad. 32
Imagen 10. Toma de muestras de suelo y analizador elemental C, N y S. 33
Imagen 11. Analizador portátil y cámara de respiración utilizados para la medición de flujo de CO_2 desde el suelo. 36
Imagen 12. Tablones de anuncio dispuestos en cada una de las fincas demostrativas 48

2. Executive Summary

The Life+ Agricarbon project was conceived to facilitate the progressive introduction of sustainable agricultural techniques. These techniques contribute to the mitigation of climate change and to the adaptation of rainfed crops to the effects of global warming on agricultural ecosystems. The project has been developed over 5 years (01/01/2010 - 31/12/2014) following the authorisation of a 12-month extension. The information generated is intended to be used as a tool in environmental policies relating to the agricultural sector which ensure, with dual reductive and adaptive aspects, that the agricultural sector is capable of taking on the challenges set by the European Union in the field of climate change.

The project has been co-ordinated by the Spanish Association for Conservation Agriculture / Living Soil (AEAC.SV) (*Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos*). Partners in the project include the Andalusian Institute of Agricultural and Fisheries Research and Training and Ecological Production (*Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA)*), the University of Cordoba (UCO), and the European Conservation Agriculture Federation (ECAF)

The specific objectives of the project were:

- To demonstrate the adaptability of arable crops managed with Conservation Agriculture techniques to the new climatic situations stemming from global warming.
- To demonstrate to the agricultural sector that these sustainable techniques that reduce the atmospheric concentration of greenhouse gases, are equally productive and more efficient in the use of resources than conventional farming techniques.
- To develop a digital platform to evaluate CO_2 emissions and the energy consumption of agricultural holdings, based on the climatic characteristics of the zone, the crops introduced, and the agricultural practices employed.
- To generate a wide knowledge-base concerning the beneficial effects in terms of climate change, and specifically relating to the reduction of greenhouse gases in the atmosphere, resulting from the introduction of agricultural techniques such as Conservation Agriculture and Precision Agriculture.
- To promote and disseminate information on Conservation Agriculture and Precision Agriculture in order to provide sufficient knowledge and tools for those working in the agricultural sector (public administrations, private companies, research organisations and farmers) to take the appropriate measures and to encourage the progressive implementation of sustainable agricultural techniques.

To demonstrate at pilot scale the effectiveness of Conservation Agriculture and Precision Agriculture in the mitigation of and adaptation to climate change, the project has implemented a network of demonstration farms in the Guadalquivir Valley (Spain). Conservation Agriculture and Precision Agriculture have been used in these farms for a rotation of rainfed crops typical to the area (cereal, oil products, and leguminous crops). Subsequent reductions in greenhouse gas emissions and increases in the carbon sink effect were tracked in order to ascertain the mitigation potential; crop production, as well as water content and compaction, in the soil profile, were studied to verify the adaptation potential.

An informatic tool for the calculation of sustainability indicators in agricultural holdings has also been developed, in both the environmental, and economic and social scope. Amongst the indicators used at the environmental level are greenhouse gas emissions resulting from crop management. The development of this tool has relied on the knowledge gained throughout the project.

The project has also included communication, training and dissemination actions, aimed at agricultural sector representatives (farmers, researchers and technicians, public administrations, professional organisations, agricultural organisations, and companies related to the agricultural sector). These actions include training days and courses, European conferences, press releases, TV and radio coverage, technical and scientific articles, and presentations in various forums at the national and international level.

After five years of running the project, and as a result of the development of the actions carried out and their impact, the main results achieved are the following:

Since the launch of the Life+ Agricarbon project, **agricultural land growing arable crops under Conservation Agriculture, and more specifically, Direct Seeding, has increased 115% in six years**, according to data compiled in 2014 by ESYRCE. The increase from 274,528 hectares to 590,473 hectares places Spain as the European leader in this type of sustainable technique.

In the demonstration plots, the implementation of Conservation and Precision Agriculture has resulted in an average decrease in annual emissions of **111.5 kg of CO_2** per hectare. This is due to a reduction in energy consumption as a result of stopping tillage, and the optimisation of resource use by reducing overlaps and carrying out site-specific application. Furthermore, these plots have registered an average increase in carbon sequestration of **7.2 tonnes per hectare more CO_2 each year** using Conservation and Precision Agriculture as compared to conventional tillage. On the one hand, the presence of vegetable debris on the soil facilitates the incorporation into the soil of the organic carbon present in vegetation structure, which itself comes from atmospheric CO_2, via the process of photosynthesis. Furthermore, a reduction in the processes of organic matter mineralisation and liberation of CO_2 trapped in the porous spaces of the soil, as a consequence of not disturbing the soil profile with tillage implements, has also entailed a reduction in soil emissions, of as much as 88% in some seasons. Overall, in comparison to areas which used conventional farming techniques, over four agricultural seasons on the three demonstration farms, the combined areas used for growing crops using Conservation and Precision Agriculture fixed 1,296 tonnes more CO_2, and emitted 20 tonnes less CO_2 into the atmosphere. In terms of percentages, as compared to conventional tillage, plots under Conservation and Precision Agriculture **CO_2 emission fell by about 19%, while atmospheric carbon fixation rose by as much as 56%, with an average increment of 30%**.

It is important to note that these results came from a set period in a specific area, and so to contextualise them and see their relevance at a larger scale, reference values are required which take into consideration the spatio-temporal variability of agro-ecosystems. Using the coefficients relating to the fixation potential of Conservation Agriculture techniques listed in the scientific article produced by the Life+ Agricarbon project staff (González-Sanchez et al, 2012), the total area of crops under Direct Seeding (DS) in Spain **would fix 1.77 million tonnes of CO_2 annually**. In terms of emissions per capita in 2011 for the EU-27 (7.4 tonnes of CO_2 per inhabitant), this would offset the emissions of a population of close to 240,000 inhabitants. Therefore, over the five-year duration of the project, the emissions of around 1,200,000 European citizens have been offset.

So as to put this CO_2 sequestration potential into the context of the Kyoto Protocol, and in the commitments that Spain was taken regarding greenhouse gas emissions in the period 2008-2012, these figures gain more relevance. Therefore, in the mentioned period, Spain issued an excess in emissions of 165.6 million tonnes of CO_2. This represents a 26.5% increase, exceeding the 15% permitted by Spain in the Kyoto Protocol. Spain has solved the excess emissions problem by buying other countries' emissions quotas at the international emissions trade with a cost of € 812 million. If we take into account the C sequestration addressed by conservation agriculture (González-Sánchez et al, 2012) and the 2014 year figures of conservation agriculture in the country, the GHG

emissions estimated in that period would have been reduced in 9.2 million tonnes of CO_2. This fact supposes that the Spanish Government could have saved € 45 M in international emissions trade for the 2008-2012 period. Moreover, if conservation agriculture were to be fully implemented in the main arable crops, that figure could rise to € 598 million.

The project has demonstrated that the combination of Conservation Agriculture and Precision Agriculture provides substantial savings in costs (9.5% for wheat, 21.6% for sunflowers, and 15.4% in leguminous crops) and in time (between 58% and 63%). Additionally there has been no observable reduction in productivity in comparison to conventional agriculture, and neither has there been a reduction in product quality. Altogether, this has resulted in increased profit margins on demonstration farms.

The synergistic effects of Conservation Agriculture and Precision Agriculture also improves the response capacity of the soil, and so aids the adaption of crops to anticipated climate scenarios in the region brought on by global warming. To assess the development of such effects, the moisture content and the compaction of the soil have been studied.

In the demonstration farms that were able to implement their planned crop rotation, soil moisture content has been up to 18% higher under Conservation Agriculture and Precision Agriculture as compared to conventional tillage.

While studies on soil compaction did find that surface soil in farms using Conservation Agriculture and Precision Agriculture showed greater compaction compared to conventional tillage, these trends were reversed at depth, exactly where the greatly undesirable plough pan usually occurs with conventional tillage. This compaction at depth can impede root growth and the movement of water in the soil profile.

Due to the success of the project and its relevance as a model for the mitigation of climate change in the agricultural sector, in 2012 Life+ Agricarbon was acknowledged by the Andalusian council at the yearly Andalusian Environmental awards as the best project combatting climate change.

During the operation of the project, different organisations and entities have launched various initiatives that support and give a clear commitment to the sustainable agricultural techniques used on the demonstration farms. This has included support for Conservation Agriculture as a tool for energy savings in the agricultural sector within the National Energy Efficiency and Savings Plan 2011-2020, promoted by the Institute for Energy Diversification and Saving (*Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energía - IDAE*), with a contribution of €17.6 million.

At the national level, the Spanish Office for Climate Change (*Oficina Española del Cambio Climático (OECC)*), part of the Ministry for Agriculture, Food and the Environment (*Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)*), has included Conservation Agriculture in the Road Map to reduce emission in diffuse sectors, within the Low-carbon Development Strategy in the framework of the European Regulation on Tracking and Monitoring of Greenhouse Gases. Furthermore, largely due to the knowledge and results obtained in the Life+ Agricarbon project, the OECC has also consulted with experts from the AEAC SV in order to endorse the Spanish Government's position to the United Nations team responsible for reviewing the Air Pollutant Emissions Inventory and Projections, when justifying Conservation Agriculture as a measure to mitigate climate change. This has permitted the inclusion of around 400,000 hectares of Spanish farmland as an area mitigating climate change. In this sense, the results achieved in the project have been key to this justification, as has been well recognized OECC.

At a regional level, Conservation Agriculture techniques have been considered in the frame of Measure 10—Agri-Environment Climate Measure by most of the Programmes for Rural

Development carried out in Autonomous Communities and published by the competent administration responsible for agriculture. Thanks to the environmental benefits of conservation agriculture techniques, proved by Life+ Agricarbon Project, they have been implemented whether in woody crops or in arable crops.

In this particular case, no till has been explicitly included in "Sustainable system of rainfed arable crops" sub-measure in Andalusia and implicitly incorporated in "stubble maintenance" sub-measure in Aragon, as one of the commitment taken by farmers in order to receive the fixed incentive in each case. These sub-measures will suppose an important legislative baking for the future replicability and future sustainability of no till in these regions, once they have been transposed to their autonomic regulations.

With respect to training, more than 2,500 people have attended courses, conferences and congresses held in the framework of the project, and the number is greater still when taking into account third-party events attended by project staff reporting and explaining the results of the project.

Just at the national level, communication actions have resulted in an estimated 1,000,000 impacts. These actions have included press releases, scientific and technical articles, and coverage on radio and TV of organised events.

The principle deliverables generated throughout the five years of the project are noted in the following table (*Table 1*).

Table 1. Main deliverables generated by the Life+ Agricarbon project.

DELIVERABLE	ACTION	RESPONSIBLE BENEFICIARY
Calculator of sustainability of agricultural holdings.	5	AEAC.SV
Maps of soil properties, production, variable application of resources, and compaction.	8	UCO
Project Information Dossier	9	AEAC.SV
Book: Conservation Agriculture. Agronomic and environmental aspects.	9	AEAC.SV
CA Journals with Life section (Numbers 14 to 28).	9	AEAC.SV
Life+ Agricarbon project DVD.	9	AEAC.SV
Data Sheet 1: Agriculture and Climate Change	9	AEAC.SV
Data Sheet 2: Sustainable agricultural techniques for the mitigation of climate change. Conservation agriculture.	9	AEAC.SV
Data Sheet 3: Sustainable agricultural techniques for the mitigation of climate change. Precision agriculture.	9	AEAC.SV
Data Sheet 4: Specific machinery for conservation agriculture. Direct seeders.	9	AEAC.SV
Data Sheet 5: Planting crops under Conservation and Precision Agriculture. Experiences within the framework of the Life+ Agricarbon project.	9	AEAC.SV
Layman's Report.	9	AEAC.SV
Proceedings of the European Congress on Conservation Agriculture: Towards agro-environmental climate and energetic sustainability.	13	AEAC.SV
Data Sheet: Making sustainable agriculture real in CAP 2020. The role of conservation agriculture.	13	ECAF
Book of Abstracts. European Conference Green Carbon: Making sustainable agriculture real.	13	ECAF
After-Life Communication Plan.	14	AEAC.SV

The contents of the various chapters that make up this report and that follow the executive summary are as summarised below:

Introduction

This section briefly describes the environmental problems addressed by the project, the technical solution adopted, and the hypothesis that has been demonstrated through its application, as well as the results and environmental benefits expected both on completion of the project, and in the long term.

Administrative Section

This section describes the management system for the project and its evaluation. This includes the method for the actions carried out, the composition of the Consortium, the functions and actions carried out by the beneficiary coordinator towards proper management and monitoring of the project, communication with the external monitoring team, and any changes that have taken place during the period of extension granted by the Commission.

Technical Section

This section describes the technical and dissemination actions taken within the framework of the project, describing for each action the tasks performed, the degree of achievement, problems faced, and the potential for continuation of the actions after project completion. Then follows an evaluation of the implementation of the project, finishing with an analysis of the benefits that will be enjoyed in the long term, future sustainability, and replication potential.

Resumen Ejecutivo

El proyecto Life+ Agricarbon, concebido para favorecer la progresiva implantación de técnicas agrarias sostenibles, como la Agricultura de Conservación (AC) y la Agricultura de Precisión (AP), que contribuyan a la mitigación del cambio climático y a la adaptación de los cultivos extensivos de secano a los efectos que el calentamiento global tendrá sobre los ecosistemas agrarios, se ha desarrollado, tras la concesión de una prórroga de 12 meses, a lo largo de 5 años (01/01/2010 - 31/12/2014). La información generada durante este periodo, tiene como fin servir de instrumento para llevar a cabo políticas de carácter medioambiental integrables en el ámbito agrario, con la doble vertiente reductora y adaptativa, y posibilitar de esta manera, que el sector agrario sea capaz de asumir los retos que desde la Unión Europea, se establezcan en materia de cambio climático.

El proyecto ha sido coordinado por la Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEAC.SV), y han participado el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), la Universidad de Córdoba (UCO) y la Federación Europea de Agricultura de Conservación (ECAF) como socios beneficiarios.

Los objetivos específicos planteados en el marco del proyecto han sido los siguientes:

- Demostrar la adaptabilidad de cultivos herbáceos implantados bajo técnicas de Agricultura de Conservación a los nuevos escenarios climáticos que se deriven del calentamiento global.
- Demostrar al sector agrario que estas técnicas sostenibles y reductoras de la concentración de GEI en la atmósfera son igualmente productivas y más eficientes en el uso de insumos que las técnicas agrarias convencionales.
- Desarrollar una plataforma digital para la evaluación de las emisiones de CO_2 y los consumos energéticos de explotaciones agrarias en base a las características climáticas de la zona, los cultivos implantados y las prácticas agrícolas empleadas.
- Generar una amplia base de conocimiento de los efectos beneficiosos que, sobre el cambio climático, tiene la implantación de técnicas agrícolas sostenibles como la Agricultura de Conservación y la Agricultura de Precisión en materia de reducción de la concentración de GEI en la atmósfera.
- Promover y difundir la Agricultura de Conservación y la Agricultura de Precisión con el fin de dotar de conocimiento y herramientas suficientes a los agentes del sector agrario (Administraciones Públicas, empresas privadas, organismos de investigación y agricultores) para tomar las medidas oportunas y favorecer así, la progresiva implantación de técnicas agrarias sostenibles.

Para demostrar a escala piloto la efectividad de la Agricultura de Conservación y la Agricultura de Precisión en los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático, se han establecido una red de fincas demostrativas en el Valle del Guadalquivir (España), en las que dichas prácticas se han implantado en una rotación de cultivos de secano típica de la zona, realizando un seguimiento de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y del aumento del efecto sumidero del suelo para verificar el potencial mitigador, y la producción de los cultivos, el contenido de humedad y la compactación en el perfil edáfico para verificar el potencial adaptador.

Por otro lado, se ha desarrollado una herramienta informática para el cálculo de indicadores de sostenibilidad en explotaciones agrarias, tanto en el ámbito medioambiental, como en el ámbito económico y social. Entre los indicadores utilizados a nivel medioambiental, se encuentra las emisiones de Gases de Efecto Invernadero derivadas del manejo de cultivos, para cuyo desarrollo ha sido fundamental los conocimientos adquiridos a lo largo del proyecto.

El proyecto ha incluido además acciones de comunicación, formación y difusión orientadas a los agentes del sector agrario (agricultores, técnicos e investigadores de Administraciones Públicas, asociaciones profesionales, organizaciones agrarias y empresas relacionadas con el sector), concretadas en jornadas y cursos de formación, una conferencia a nivel europeo, notas de prensa, cobertura en radio y TV, artículos técnicos y científicos, y presentaciones del proyecto en diversos foros tanto a nivel nacional como internacional.

Tras cinco años de ejecución del proyecto, y fruto del desarrollo de las acciones llevadas a cabo y de sus impactos, los principales resultados alcanzados en su contexto han sido los siguientes:

Desde la puesta en marcha del Life+ Agricarbon, en España y según los datos del año 2014 recopilados en la ESYRCE, **la superficie agrícola bajo Agricultura de Conservación en cultivos herbáceos, y más concretamente bajo siembra directa, ha aumentado en 6 años un 115%,** pasando de una superficie de 274.528 ha a una superficie de 590.473 ha, situándolo como país europeo líder en este tipo de técnica sostenible.

En las parcelas demostrativas del proyecto en las que se han implementado las técnicas de Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión, se han dejado de emitir de media al año **111,5 kg de CO_2** por hectárea, gracias a la reducción del consumo energético, fruto de la supresión de las labores sobre el suelo y la optimización en el uso de los insumos que se da al eliminar solapes y realizar aplicaciones sitio-específicas. Por otro lado, en dichas parcelas, los suelos han secuestrado, de media, **7,2 t por hectárea al año más de CO_2** que los suelos bajo laboreo convencional, gracias a dos procesos. Por una parte, la presencia de restos vegetales sobre el suelo, favorece la incorporación al suelo del carbono orgánico presente en su estructura vegetativa, carbono que en definitiva procede, a través de la fotosíntesis, del CO_2 atmosférico. Por otra parte, la reducción de los procesos de mineralización de la materia orgánica y de liberación del CO_2 atrapado en el espacio poroso del suelo, consecuencia de no perturbar el perfil edáfico con aperos de laboreo, supone una disminución de las emisiones desde el suelo que, en algunas campañas ha llegado a ser de hasta un 88%. Esto significa que, respecto a la superficie ocupada por los cultivos bajo laboreo convencional, en las cuatro campañas agrícolas y para el conjunto de las tres fincas demostrativas, **la superficie ocupada por cultivos bajo Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión ha fijado 1.296 t de CO_2 más y se han emitido a la atmósfera 20 t de CO_2 menos**. En términos porcentuales, esto supone que, respecto al laboreo convencional, en las parcelas con Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión, **se han reducido las emisiones de CO_2 en torno a un 19%, y se han llegado a incrementos de fijación de carbono atmosférico de hasta un 56%, situándose la media de dicho incremento en un 30%.**

En importante resaltar que estos resultados se producen en un periodo concreto y en una zona determinada, por lo que para contextualizarlos y ver su importancia a una mayor escala, es necesario tomar como referencia unos valores que tengan en cuenta la variabilidad espacio temporal de los agro-ecosistemas. Así pues, y aplicando a la superficie total de cultivos bajo Siembra Directa (SD) en España, los coeficientes relativos al potencial de fijación de las técnicas de Agricultura de Conservación recogidas en el artículo científico realizado por el personal del proyecto Life+ Agricarbon (González-Sanchez et al, 2012), **anualmente se fijarían alrededor de 1,77 millones de t de CO_2**, lo que supone, en términos de emisiones per cápita en el año 2011 para la Europa de los 27 (7,4 t CO_2/habitante) (Eurostat), compensar las emisiones correspondientes a una población cercana a los 240.000 habitantes. Ello significa que en los 5 años de duración del proyecto, se ha conseguido compensar las emisiones de aproximadamente 1.200.0000 ciudadanos europeos.

Si ponemos estas cifras en el contexto del Protocolo de Kioto, y en los compromisos que, por ejemplo, España adquirió durante el periodo 2008-2012, éstas adquieren una mayor relevancia si cabe. Durante dicho periodo, España superó las emisiones permitidas en 165,6 millones de toneladas

de CO_2, (un exceso del 26,5% frente al límite de exceso permitido del 15%), lo que supuso adquirir derechos de emisiones en el mercado internacional por una cuantía total de 812 millones de euros, para así compensar dicho exceso. De haber considerado la superficie datada por la ESYRCE bajo Siembra Directa del año 2014 como sumidero de carbono, y teniendo en cuenta los coeficientes de secuestro considerados por González-Sanchez et al, 2012, España habría reducido el exceso en dicho periodo en 9,2 millones de t de CO_2, lo que hubiera supuesto un ahorro en la compra de derechos de emisión en el mercado internacional de 45 millones de euros. Si se aplicasen los coeficientes de fijación al total de hectáreas potenciales que podrían estar bajo Siembra Directa, esta cifra podría subir hasta los 598 millones de euros.

El proyecto ha demostrado además que la combinación de Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión no ha resultado menos productiva que la convencional, ni que ha mermado al calidad del producto obtenido, mejorando incluso las producciones medias del cereal en las fincas, lográndose además sustanciales ahorros de costes (ahorros del 9,5% en trigo, del 21,6% en girasol y del 15,4% en leguminosa) y de tiempos de trabajo (entre el 58% y el 63%), lo que ha redundado en un aumento del margen de beneficios en las fincas demostrativas en las que se ha llevado a cabo.

En lo que respecta a los efectos sinérgicos que la utilización de estas prácticas tienen sobre la adaptación de los cultivos a los escenarios climáticos esperados en la región por el calentamiento global, gracias a la mejora de la capacidad de respuesta del suelo, se ha estudiado la evolución tanto del contenido de humedad en el suelo como de la compactación.

En las fincas demostrativas en las que se ha podido llevar con normalidad la rotación de cultivos prevista, el contenido de humedad en el suelo ha sido hasta un 18% superior en Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión que en el Laboreo Convencional (LC).

Por su parte, los estudios realizados sobre la compactación del suelo, y aunque en superficie, las parcelas manejadas bajo Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión ha presentado un endurecimiento mayor que las parcelas bajo Laboreo Convencional, se ha observado como la tendencia se ha invertido en profundidad, precisamente en aquellos horizontes en donde suele aparecer la tan indeseable suela de labor en Laboreo Convencional y que puede suponer un impedimento al crecimiento de las raíces y el movimiento del agua en el perfil del suelo.

Fruto del éxito del proyecto y de su relevancia como modelo para la mitigación del cambio climático en el sector agrario, en el año 2012 el Life+ Agricarbon fue reconocido en los premios Andalucía de Medio Ambiente, que se celebran anualmente y que los otorga la Junta de Andalucía, como el mejor proyecto contra el cambio climático.

Durante el periodo de ejecución del proyecto, diferentes organismos y entidades, han puesto en marcha diversas iniciativas, que suponen un apoyo y apuesta clara por las técnicas agrarias sostenibles implantadas en las fincas demostrativas. Así, dentro del Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, promovida por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), se ha incluido una medida de apoyo a la Agricultura de Conservación como herramienta para el ahorro energético en el sector agrario, con una dotación de 17,6 M €.

También a nivel nacional, la Oficina Española del Cambio Climático (OECC), órgano dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), además de incluir la práctica de Agricultura de Conservación en la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero, ha tenido en cuenta el juicio de los expertos de la AEAC.SV, basado en buena parte en los resultados y conocimientos demostrados en el Life+ Agricarbon, para refrendar la postura del Gobierno de España ante el Equipo de Naciones Unidas responsables de revisar el Inventario y

Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, a la hora de justificar la Agricultura de Conservación como medida mitigadora del cambio climático. Ello ha permitido incluir a 400.000 hectáreas de agricultores españoles como superficie mitigadora. En este sentido, los resultados alcanzados en el proyecto han sido claves para dicha justificación, como así lo ha reconocido la OECC.

A nivel regional, la mayoría de los Programas de Desarrollo Rural elaborados en las Comunidades Autónomas publicados hasta la fecha por las distintas administraciones competentes en agricultura, han tenido en cuenta a la Agricultura de Conservación como técnica a desarrollar en el marco de la Medida 10 "Agroambiente y Clima", ya sea en su aplicación en cultivos leñosos o en cultivos herbáceos, gracias a los beneficios medioambientales que suponen su puesta en práctica, y que el proyecto Life+ Agricarbon se ha encargado de demostrar.

En el caso que nos ocupa, la Siembra Directa se ha incluido de manera explícita en la submedida "Sistemas sostenibles de cultivos herbáceos de secano" en Andalucía y de manera implícita en la submedida "Mantenimiento del rastrojo" en Aragón, como uno de los compromisos a cumplir por parte de los agricultores para tener derecho a percibir la prima fijada en cada caso. A la espera de trasponer dichas submedidas en las normativas autonómicas, estas supondrán un respaldo legislativo importante para la replicabilidad y sosteniblidad futura de la Siembra Directa en dichas regiones.

Por su parte, y en lo que respecta a las acciones de formación, más de 2.500 personas han asistido a los cursos, jornadas y congresos celebrados en el marco del proyecto, número que ha de considerarse mayor si se tienen en cuenta los eventos organizados por otras entidades a los que el personal del proyecto ha asistido para presentar e informar de los resultados obtenidos en el mismo.

Los impactos en difusión generados gracias a las acciones de comunicación, las cuales han contemplado la publicación de notas de prensa y noticias en prensa generalista y especializada, artículos científicos y técnicos, así como cobertura en radio y TV de los eventos organizados, se estiman en torno al 1.000.000 sólo a nivel nacional.

Los principales entregables generados a lo largo de los 5 años de desarrollo del proyecto han sido los siguientes (Tabla 1):

Tabla 2. Principales entregables generados en el proyecto Life+ Agricarbon.

NOMBRE DEL ENTREGABLE	ACCIÓN	BENEFICIARIO RESPONSABLE
Calculador de sostenibilidad de explotaciones agrícolas.	5	AEAC.SV
Mapas de propiedades del suelo, producción, aplicación variable de insumos y compactación.	8	UCO
Dossier informativo del proyecto.	9	AEAC.SV
Libro: Agricultura de Conservación. Aspectos agronómicos y medioambientales.	9	AEAC.SV
Revistas AC con sección programa Life+ (números del 14 al 28).	9	AEAC.SV
DVD: Proyecto Life+ Agricarbon.	9	AEAC.SV
Ficha técnica 1: La agricultura y el cambio climático.	9	AEAC.SV
Ficha técnica 2: Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático. La agricultura de conservación.	9	AEAC.SV
Ficha técnica 3: Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático. La agricultura de precisión.	9	AEAC.SV

NOMBRE DEL ENTREGABLE	ACCIÓN	BENEFICIARIO RESPONSABLE
Ficha técnica 4: Maquinaria específica para Agricultura de Conservación. Sembradoras directas.	9	AEAC.SV
Ficha técnica 5: Implantación de cultivos bajo Agricultura de Conservación y precisión. Experiencias en el marco del proyecto Life+ Agricarbon.	9	AEAC.SV
Layman's Report.	9	AEAC.SV
Proceedings of the European Congress on Conservation Agriculture: Towards agro-environmental climate and energetic sustainability.	13	AEAC.SV
Ficha técnica: Making sustainable agriculture real in CAP 2020. The role of conservation agriculture.	13	ECAF
Book of Abstracts. European Conference Green Carbon: Making sustainable agriculture real.	13	ECAF
After-Life Communication Plan.	14	AEAC.SV

El contenido de los diferentes capítulos que conforman el presente informe y que siguen al resumen ejecutivo, se expone de manera resumida a continuación:

Introducción

En este apartado se describe de manera resumida el problema medioambiental abordado por el Proyecto, la solución técnica adoptada y la hipótesis que ha sido demostrada a través de su aplicación, así como los resultados y beneficios medioambientales esperados tanto a la finalización del proyecto, como a largo plazo.

Parte administrativa

Este apartado describe el sistema de gestión del proyecto y la evaluación del mismo. Para ello, se expone el método de trabajo seguido, la composición del consorcio, las funciones y tareas realizadas desde el coordinador beneficiario para la correcta gestión y seguimiento del proyecto, comunicación con el equipo de seguimiento externo, así como los cambios que han tenido lugar merced a la prórroga de tiempo concedida por la Comisión.

Parte técnica

En este apartado se presenta en primer lugar, las acciones técnicas y de difusión llevadas a cabo en el marco del proyecto, describiendo para cada una de ellas, las tareas realizadas, el grado de cumplimiento, problemas acontecidos en cada caso, así como las posibilidades de continuación de las mismas una vez finalizado el proyecto. A continuación, se realiza una evaluación de la implantación del proyecto, para finalizar con un análisis de los beneficios que se conseguirán a largo plazo, la sostenibilidad futura y el potencial de replicación.

3. Introduction

La agricultura se considera uno de los sectores que puede verse más afectado por el cambio climático como consecuencia de la estrecha relación existente entre las actividades agrarias y el clima. Los cambios previstos podrían afectar a los rendimientos agrícolas, así como a la elección de los cultivos y lugares dedicados a las producciones. La vulnerabilidad del sector agrario al cambio climático varía entre regiones, ya que depende de su exposición a las presiones climáticas adversas y su capacidad para encontrar soluciones adaptativas. En este sentido, la COM (2007) 2 final de la Comisión Europea, de 10 de enero de 2007, identifica a las regiones de la Europa meridional como las más sensibles al cambio climático, previéndose una disminución de la productividad de los cultivos.

La Agencia Europea de Medio Ambiente, en su informe nº 9 publicado en mayo del año 2014, adelantó que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) procedentes del sector agrario supusieron en el año 2012 el 11% del total de emisiones en la Europa de los 28 Estados Miembros, constituyendo así la segunda actividad emisora en el conjunto de la UE por detrás del sector energético (EEA, 2014). Asimismo, en España, y según el MAGRAMA, la agricultura supuso en el año 2013, el 12% del total de emisiones de GEI para el total nacional, colocándola como la segunda actividad emisora del país (MAGRAMA, 2015).

Ante este escenario, el proyecto Life+ Agricarbon trata de demostrar el potencial mitigador y adaptador de sistemas agrícolas implantados bajo AC, en concreto en SD con apoyo de las técnicas de AP en las regiones mediterráneas, gracias a los efectos beneficiosos que ambas prácticas tienen sobre el medio ambiente, como la potenciación del efecto sumidero del carbono atmosférico en el suelo, la notable reducción de las concentraciones de GEI en la atmósfera, el ahorro energético, la reducción drástica de la erosión, y en definitiva, la preservación de los recursos naturales aire, suelo y agua.

El conocimiento generado a través de las experiencias piloto puestas en marcha en el marco del proyecto, servirá de base para el desarrollo de medidas concretas susceptibles de ser incluidas en políticas de mitigación y adaptación al cambio climático que puedan ser contempladas desde el sector agrario, como de hecho ya está sucediendo al incluirlas en Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de GEI, o en algunos Planes de Desarrollo Rural a nivel regional en España. Sin duda alguna, las técnicas empleadas en el Life+ Agricarbon, puestas como ejemplo de economía verde en el Programa GreenUp de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), constituyen una herramienta sobre las que elaborar diversas políticas de carácter medioambiental, que contribuyan a cumplir los objetivos y prioridades marcadas dentro de la Estrategia Europa 2020 (donde se persigue reducir las emisiones de GEI de la UE en un 20% y un aumento del 20% de la eficiencia energética) o en la Hoja de Ruta 2050 hacia una economía baja en carbono (que sugiere una reducción para las emisiones agrícolas de un 36-37% para 2030 y de un 42-49% para 2050.

4. Administrative part

4.1 Description of the management system

Las fases en las que se ha llevado a cabo el proyecto, junto con las acciones realizadas en cada una de ellas y su secuenciación temporal se expone en la Figura 1.

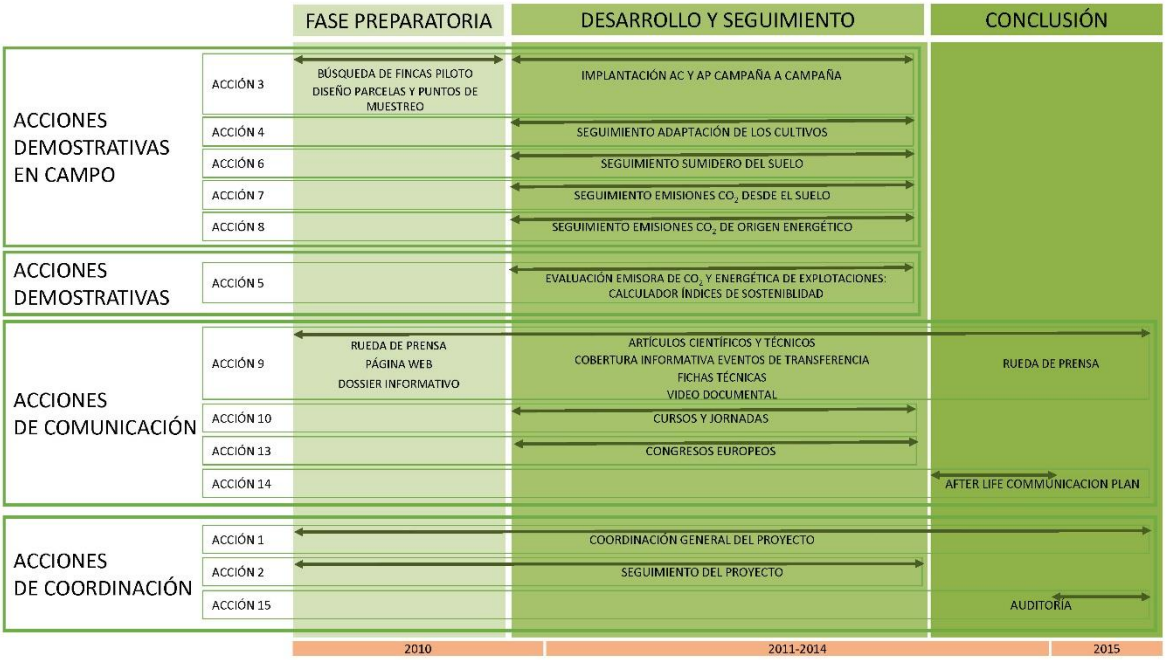


Figura 1. Fases de ejecución del proyecto Life+ Agricarbon.

El proyecto ha sido coordinado por la AEAC.SV, y han participado el IFAPA, la UCO y la ECAF como socios beneficiarios.

La AEAC.SV, como socio coordinador, ha aglutinado las labores de coordinación y seguimiento técnico, administrativo y financiero del proyecto. Para ello el proyecto ha contemplado dos órganos dentro del organigrama:

- Un órgano rector, denominado Comité de Dirección, responsable de la toma de decisiones a nivel estratégico del proyecto. Dicho Comité, establecido al comienzo del proyecto, ha estado formado por el coordinador del proyecto, el responsable financiero y un representante de cada socio. Este órgano se ha reunido de manera regular y periódica a lo largo del periodo de tiempo en el que se ha llevado a cabo el proyecto. En el marco de sus competencias, se han tomado diversas decisiones relevantes como la relativa a la necesidad de extender el periodo de ejecución del proyecto 12 meses.
- Un órgano ejecutivo, el equipo de coordinación, conformado por el director técnico del proyecto, y dos técnicos perteneciente al socio coordinador, uno para la coordinación de los aspectos meramente técnicos, y otro para la coordinación administrativa y financiera. Este equipo ha estado en contacto permanente con el resto de los socios para realizar de manera continua el seguimiento técnico, administrativo y financiero del proyecto. Así pues, en el apartado técnico, se han requerido a cada uno de los socios, informes técnicos de seguimiento interno que han servido para evaluar el estado de avance de las acciones y para

realizar los informes remitidos a la Comisión, además de los datos necesarios para realizar el informe de viabilidad técnica del proyecto, el informe de evaluación inicial, el cual ha servido de punto de partida para el proyecto y los informes de la Huella de Carbono comprometidos en la acción nº 2. En el apartado administrativo y financiero, se han ido registrando las copias de facturas, nóminas y timesheets del personal dedicado al proyecto en las tablas financieras del Life+ facilitadas por cada uno de los socios beneficiarios. Además, todos estos datos se han ido consignando en unas tablas de diagnóstico que han permitido verificar de manera continuada el estado de gasto del proyecto e informar del mismo a los socios beneficiarios y tomar decisiones rápidas sobre las posibles desviaciones en las que se estuvieran incurriendo.

La estructura de gestión del proyecto que se detalló en el anterior informe sigue actualmente vigente conforme al organigrama que se muestra en la Figura 2.

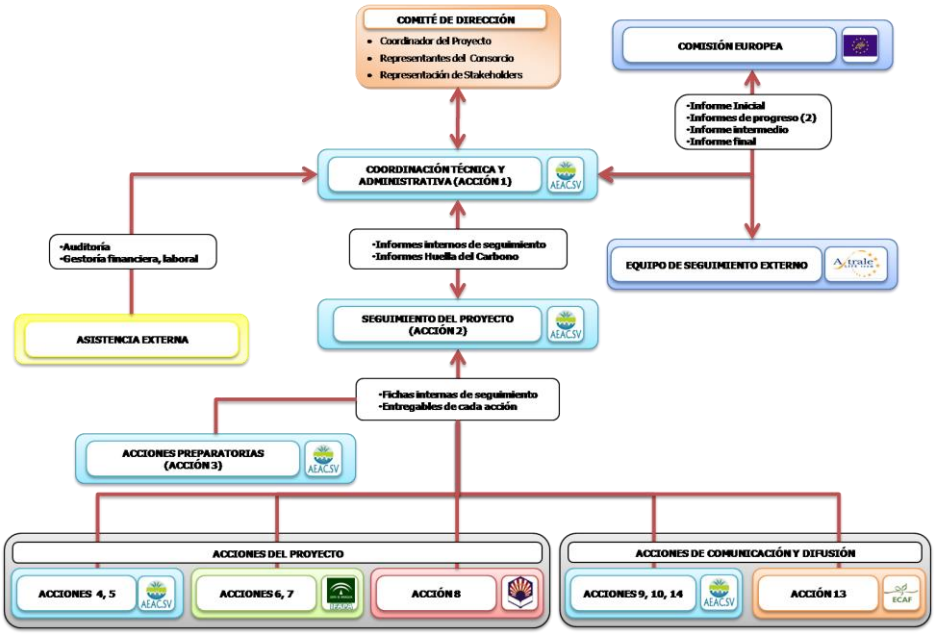


Figura 2. Organigrama de gestión técnica, administrativa y financiera del proyecto Life+ Agricarbon.

El proyecto ha tenido una duración final de 5 años, 12 meses más de lo inicialmente previsto, tras ser presentada una solicitud de prórroga que finalmente fue aceptada por la Comisión. La extensión del plazo de ejecución del proyecto ha contribuido por un lado, a dar mayor consistencia a los resultados obtenidos durante las campañas agrícolas analizadas, las cuales fueron muy dispares desde el punto de vista meteorológico, y por otro, a incrementar el número de impactos de difusión del proyecto. Las modificaciones sufridas fruto de dicha extensión han consistido básicamente en una ampliación del periodo de muestreo y tratamiento de los datos recopilados en las acciones de seguimiento, ajuste de los plazos de puesta en marcha del calculador de índices de sostenibilidad de las explotaciones, la realización durante la prórroga de nuevas acciones de comunicación (publicación de nuevos artículos, asistencia a nuevos foros para presentar el proyecto) y un aumento del número de eventos de transferencia y de formación y la celebración del congreso europeo en la primavera del año 2014.

4.2 Evaluation of the management system

El proceso de gestión del proyecto se ha mostrado eficaz tras la finalización del mismo. La centralización de todas las tareas técnicas por un lado y financieras y administrativas por otro, a través de sendos responsables, uno técnico y otro administrativo, y la cercanía geográfica de los socios, han facilitado que los canales de comunicación entre el beneficiario coordinador y los beneficiarios asociados hayan sido ágiles y efectivos.

Así pues, en el apartado técnico, además de las reuniones del Comité de Dirección para tratar cuestiones estratégicas del proyecto, el coordinador y el responsable técnico han venido manteniendo con mayor asiduidad, reuniones de carácter bilateral con los distintos beneficiarios asociados, para comprobar el estado de avance de las acciones e ir detectando las dificultades surgidas durante su desarrollo. En este sentido, la elaboración de los informes internos de seguimiento, y que han servido de base para la realización de los informes iniciales, intermedio y de progreso remitidos a la Comisión, han posibilitado tener una visión de cada una de las acciones con un gran detalle, conociendo en cada momento las tareas realizadas, los resultados alcanzados y el camino por recorrer hasta la finalización del proyecto.

En el apartado financiero y administrativo, cada uno de los socios implicados ha llevado a cabo, ya sea a través de personal dedicado parcialmente al proyecto o a través de sus servicios administrativos, la recopilación de toda la documentación necesaria para el correcto seguimiento y gestión del proyecto. De manera mensual, copia de dicha documentación ha sido entregada al equipo de coordinación del socio coordinador, centralizando la información, favoreciendo así su revisión y análisis.

Esta doble gestión ha permitido que los compromisos adquiridos por cada uno de los socios implicados, no hayan tenido una desviación significativa respecto a lo recogido en los acuerdos.

La comunicación con la Comisión y con el Equipo de Seguimiento Externo ha sido constante y fluida a lo largo del desarrollo del proyecto. Los canales utilizados han sido a través de correo postal y mayoritariamente, por correo electrónico para consultas habituales. Dicha labor ha sido realizada por el equipo de coordinación, el cual, y a través de las reuniones realizadas por el Comité de Dirección, o con cada uno de los socios, y a través del análisis del estado de desarrollo del proyecto, ha ido recogiendo dudas, apreciaciones e inquietudes para trasladarlas de manera eficaz tanto a la Comisión o al Equipo de Seguimiento Externo. Valga como ejemplo de la fluidez de esta comunicación, la concesión de la prórroga de plazo, o la gestión de viajes de personal del proyecto a eventos de relevancia internacional en países extracomunitarios además de la inclusión en la acción nº 13, de un congreso internacional al comienzo del proyecto que supuso una importante puesta en escena del mismo en Madrid (España).

5. Technical part

5.1.Technical progress, per task

Acción 3: Implantación de las técnicas agrarias sostenibles

En el marco de esta acción se han llevado a cabo todas las tareas necesarias para implantar las técnicas agrarias objeto de estudio en las fincas demostrativas. La ejecución de dichas tareas han sido responsabilidad de la AEAC.SV, si bien se ha contado con el apoyo el personal de la UCO responsable de la acción nº 8, en lo que ha instalación de equipos y realización de operaciones con AP se refiere. Las tareas llevadas a cabo se han centrado en la coordinación y supervisión de las operaciones en las fincas demostrativas situadas en el término municipal de Las Cabezas de San Juan (Sevilla) y Carmona (Sevilla), y en la realización de operaciones en la finca demostrativa situada en el término municipal de Córdoba.

La primera actividad realizada, fue la búsqueda y selección de las fincas demostrativas que conformaría la red a escala piloto. Los criterios de elección para cada una de ellas fueron su localización geográfica, el número de años en siembra directa y el marcado perfil técnico, empresarial e innovador de los gerentes y/o propietarios de las explotaciones. Resultado de dicha labor, tres fincas demostrativas fueron seleccionadas en las siguientes localizaciones (Figuras 3 y 4):

- 1: Finca “Rabanales”, situada en el término municipal de Córdoba: 37º 55’ 50,4’’ N 4º 43’ 07,7’’ O.
- 2: Fincas “Las Postas”, “Cariquemado” y “La Teja”, situadas en el término municipal de Carmona (Sevilla): 37º 25’ 31,0 N 5º 38’ 01,2’’ O.
- 3: Finca “La Pluma”, situada en el término municipal de Las Cabezas de San Juan (Sevilla): 36º 56’ 37,8’’ N 5º 55’ 13,6’’ O.

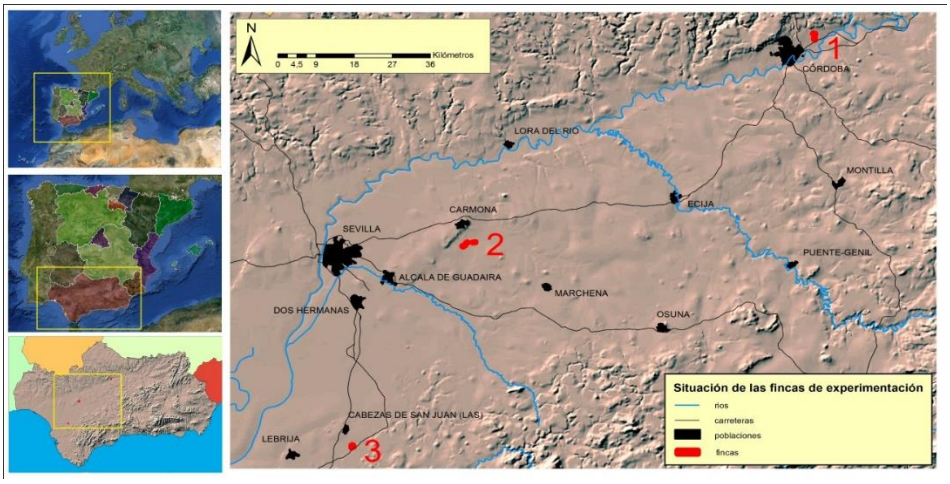


Figura 3. Ubicación de las fincas demostrativas.

Figura 4. Disposición de las fincas demostrativas.

Una vez seleccionadas las fincas colaboradoras se firmó un acuerdo con los propietarios de las mismas, mediante el cual se comprometieron, durante tres campañas agrícolas, a llevar a cabo las operaciones conducentes a la implantación y desarrollo de las técnicas agrarias sostenible objeto de estudio en el proyecto.

Tras la selección de las fincas, se procedió a realizar el diseño experimental, bajo el cual se llevaron a cabo las acciones de seguimiento del secuestro de carbono en el suelo y de la reducción de emisiones de CO_2 producidas por las técnicas agrarias implantadas. En cada finca se establecieron 6 parcelas demostrativas de 5 ha; 3 bajo AC+AP, y 3 manejadas con Laboreo Convencional (LC), lo que hizo un total de 30 ha por finca y 90 ha en conjunto del proyecto. En ambos sistemas de manejo, se siguieron, salvo excepciones que se comentarán más adelante, la rotación típica de la campiña andaluza, trigo-girasol-leguminosa (Tabla 2), manejando las parcelas bajo LC, según las pautas indicadas por los propietarios.

Tabla 3. Diseño experimental de las parcelas del proyecto (LC: Laboreo Convencional, SD+AP: Siembra Directa + Agricultura de Precisión).

Finca demostrativa		Manejo de suelo	Área (ha)	Campaña 2009/2010	Campaña 2010/2011	Campaña 2011/2012	Campaña 2012/2013
Finca "Rabanales" (Córdoba)	Parcela 1	LC	4	Girasol *Helianthus annuus*	Haba *Vicia faba*	Trigo duro *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*
		SD+AP	4				
	Parcela 2	LC	5	Trigo duro *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*	Haba *Vicia faba*	Trigo duro *Triticum durum*
		SD+AP	5				
	Parcela 3	LC	5	Garbanzo *Cicer arietinum*	Trigo blando *Triticum aeastivum*	Girasol *Helianthus annuus*	Haba *Vicia faba*
		SD+AP	5				
Fincas "Las Postas", "La Teja", "Cariquemado" (Carmona-Sevilla)	Parcela 1	LC	6	Haba *Vicia faba*	Girasol *Helianthus annuus*	Girasol *Helianthus annuus*	Girasol *Helianthus annuus*
		SD+AP	6				
	Parcela 2	LC	5	Girasol *Helianthus annuus*	Haba *Vicia faba*	Trigo *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*
		SD+AP	5				
	Parcela 3	LC	7	Trigo *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*	Haba *Vicia faba*	Girasol *Helianthus annuus*
		SD+AP	7				
Finca "La Pluma" (Las Cabezas de San Juan Sevilla)	Parcela 1	LC	5	Trigo duro *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*	Guisante *Pisum sativum*	Trigo duro *Triticum durum*
		SD+AP	5				
	Parcela 2	LC	5	Girasol *Helianthus annuus*	Garbanzo *Cicer arietinum*	Trigo blando *Triticum aeastivum*	Girasol *Helianthus annuus*
		SD+AP	5				
	Parcela 3	LC	5	Garbanzo *Cicer arietinum*	Trigo duro *Triticum durum*	Girasol *Helianthus annuus*	Guisante *Pisum sativum*
		SD+AP	5				

Imagen 1. Cartel identificativo y cultivo de girasol en la Finca "Rabanales" (Córdoba).

Imagen 2. Cartel identificativo y cultivo de leguminosa en la Finca situada en Carmona (Sevilla).

Imagen 3. Cartel identificativo y cultivo de trigo de la finca "La Pluma" (Las Cabezas de San Juan- Sevilla).

Para caracterizar la situación de partida, se realizó un análisis de suelos, estudiando parámetros como el pH, la cantidad de Materia Orgánica, la Capacidad de Intercambio Catiónico y la textura entre otros. Dicho análisis sirvió para poder entender mejor los cambios producidos en la dinámica del carbono y en la humedad gracias a las técnicas agrarias implantadas. Además, se identificaron en cada parcela 10 puntos de nuestros sobre los que realizar el seguimiento posterior, puntos que fueron geo-referenciados para facilitar su localización a lo largo de todas las campañas agrícolas.

Una vez establecidas las fincas y diseñado el modelo experimental con el protocolo de toma de muestras y el seguimiento de datos, se comenzó con la labor de implantación de las técnicas agrarias. Para ello, al comienzo de cada campaña, se procedía a planificar el calendario de operaciones a realizar en cada cultivo, el cual se iba adaptando según los condicionantes meteorológicos y agronómicos que iban surgiendo. Esta actividad se realizaba cada campaña de manera conjunta con los técnicos de la UCO responsables de la Acción 8, debido a la implicación que éstos han tenido en la implantación y seguimiento de las operaciones con AP.

Tanto las tareas de implantación de las prácticas agrarias a utilizar en las parcelas al comienzo del proyecto, como el diseño del modelo experimental para el seguimiento del secuestro de carbono en el suelo, de la reducción de emisiones de CO_2, o de la capacidad adaptativa de los cultivos, se realizaron conforme a los plazos previstos en el cronograma. El desarrollo de las operaciones campaña a campaña sufrieron algunas variaciones conforme lo inicialmente previsto, debido a las variables condiciones meteorológicas acontecidas en la zona. Dichas variaciones motivaron algunas modificaciones, como se comentará más adelante, para así no comprometer el cumplimiento de los objetivos de la acción.

Para verificar la correcta ejecución de la acción se han utilizado como indicadores, el calendario de tareas seguido en cada cultivo, el porcentaje de suelo cubierto por restos vegetales medido en el marco de la acción 4 y el porcentaje de solape en la ejecución de las operaciones de cultivo medida en el marco de la acción 8. El primero de ellos ha servido para comprobar que se han realizado las operaciones pertinentes en cada sistema de manejo, el segundo para verificar la correcta implantación del sistema de SD, y el tercero para constatar la correcta realización de las operaciones con los equipos de ayuda al guiado en el sistema de AP.

Los principales problemas encontrados en esta acción han sido motivados por las condiciones meteorológicas acontecidas a lo largo del periodo de estudio, siendo muy dispares entre campañas, alternando años muy húmedos con años muy secos, y alcanzando valores de precipitaciones excepcionales respecto a la media histórica de la zona. Ello dificultó la planificación de los cultivos, lo que conllevó la modificación de las rotaciones inicialmente planteadas, repitiéndose cultivos en algunos casos y cambiando el orden de implantación en otros, además de retrasar fechas de siembra de algunos cultivos. Si bien estos problemas no afectaron al desarrollo general de esta acción, gracias a las modificaciones comentadas, sí que afectaron a alguna de las tareas a llevar a cabo en las acciones de seguimiento, no pudiendo realizar algunas de las salidas a campo previstas llevar a cabo en momentos relevantes de la campaña y, por tanto, reduciendo el número de datos de análisis. Ello fue una de las razones que hicieron necesario solicitar a la Unidad Life una extensión del proyecto durante un año más. Dicha extensión fue aprobada y firmada por la Comisión Europea el 3 de octubre de 2013.

En el futuro, y en lo que respecta a la continuación de esta acción, exceptuando las parcelas situadas en la finca demostrativa ubicadas en el término municipal de Carmona (Sevilla), el resto seguirá con el sistema de manejo combinado de SD y AP. Además, una de las parcelas utilizadas en la finca “Rabanales” pasará a gestionarse en regadío y se incorporará como finca demostrativa a escala piloto del proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/ES/000541). Por otro lado, ambas explotaciones, se han integrado en la Red de Fincas del proyecto INSPIA (European Index for Sustainable Productive Agriculture), iniciativa europea en la que participan ECAF, el Institute de L’Agriculture Durable (IAD) y la European Crop Protection Association (ECPA), y cuyo objetivo es la implementación de Buenas Prácticas Agrarias a través del establecimiento y seguimiento de unos indicadores de sostenibilidad en el ámbito medioambiental, social y económico, lo que permitirá continuar con las prácticas de SD y AP.

Acción 4: Evaluación adaptativa de los sistemas de AC y AP frente al cambio climático.

La responsabilidad de las tareas llevadas a cabo para demostrar la adaptación de los cultivos implantados bajo AC y AP al cambio climático, han recaído en la AEAC.SV. Dichas tareas se han centrado en el estudio evolutivo de los siguientes parámetros (Tabla 3):

Tabla 4. Indicadores y parámetros medidos para evaluar la adaptación de los cultivos implantados al cambio climático.

INDICADORES DE ADAPTACIÓN	PARÁMETROS MEDIDOS
MEJORA DE LA RESILIENCIA DEL SUELO	**Humedad edáfica**, para verificar la mayor disponibilidad de agua en los cultivos bajo AC y AP, sobre todo en condiciones de sequía.
	Compactación del suelo, como índice de la mejora de las condiciones del suelo en los sistemas de AC y AP para el desarrollo de los cultivos.
MANTENIMIENTO DE LA VIABILIDAD AGRONÓMICA DEL CULTIVO	**Producción**, para constatar que el cambio a un sistema de manejo que combine AC y AP no implica una pérdida de productividad.
	Calidad de grano, para verificar que el cambio a un sistema de manejo que combine AC y AP no implica una merma en la calidad del producto obtenido.

La medición de la humedad edáfica se ha realizado utilizando una sonda Diviner 2000, propiedad del IFAPA y cedida a la AEAC.SV. Para alojar a la sonda en campo, por cada unidad experimental, se instalaron 10 tubos de 1 metro de longitud en el suelo distribuidos dentro de cada una de las parcelas según una malla de puntos. En total se instalaron 60 tubos por finca demostrativa, es decir, un total de 180 tubos que han supuesto aproximadamente 180 medidas de humedad en cada muestreo. En las cuatro campañas agrícolas en las que se ha realizado el seguimiento de este parámetro, se han llevado a cabo 18 muestreos por cada finca demostrativa, excepto en la finca "Rabanales" que se hicieron 19. Ello supone haber realizado un total de 3.440 mediciones de humedad a lo largo de todo el proyecto (Imagen 4).

Imagen 4. Punto de muestro de humedad edáfica y medición con Sonda Diviner 2000.

Para estimar la compactación se ha medido el índice de cono, que es uno de los métodos más utilizados y que mide la resistencia que el suelo opone a la penetración de una varilla con una punta normalizada. Para ello se ha utilizado un penetrómetro manual de punta de cono definido por las

normas ASAE Estándar S313.3 y ASAE EP542. En total se han realizado 1.380 mediciones de compactación (Imagen 5).

Imagen 5. Penetrómetro y medición de la compactación del suelo.

Respecto a la evaluación de la producción y de la calidad de cada cultivo en cada uno de los sistemas de manejo, algunas se efectuaron a partir de los datos suministrados por la cosechadora con monitor de rendimiento utilizado en el marco de la Acción nº 8. En las parcelas donde no fue posible disponer de mapas generados por la cosechadora, se han realizado muestreos puntuales en los mismos puntos en los que se mide compactación y humedad, recogiendo muestras de 1 m^2 por punto en cereal y leguminosa, y recolectando, 10 metros de dos líneas contiguas en girasol. En total, se han recopilado en todo el periodo de ejecución del proyecto, 720 muestras de grano.

Por último, para evaluar la calidad de producto cosechado, de las muestras de producción recogidas, se extraía una cantidad para analizar en laboratorio los principales parámetros de calidad en grano y paja (nº de espigas o nº de vainas/m^2, % proteína o grasa, peso de 100 granos, índice de caída, vitrosidad, etc.).

Como medida adicional, de cara a relacionar los valores de producción y de humedad con la efectividad en la implantación de SD, se ha estudiado el porcentaje de cobertura vegetal de suelo, para lo que se ha utilizado un método de valoración subjetiva pro sectores a través de fotografías tomadas en marcos de 1 m^2 situado en los puntos de muestreo de humedad y compactación (Imagen 6). Este parámetro también ha servido para verificar la efectividad de la implantación de la técnica de SD en las parcelas de las fincas demostrativas. En total, se han muestreado 1.480 puntos con dos fotos por muestra.

Imagen 6. Marco reticulado para medición del porcentaje de cobertura del suelo.

Las tareas realizadas en esta acción se han desarrollado en general conforme al calendario previsto, si bien, en algunas ocasiones se ha tenido que retrasar algunas fechas de muestreos por la imposibilidad de entrar en las parcelas debido a condiciones meteorológicas adversas.

Tras cuatro campañas agrícolas, el contenido medio de humedad en el perfil edáfico medido (0-90 cm) a lo largo del proyecto ha sido superior en SD+AP en las fincas "Rabanales" y "La Pluma" en un 2,1% y 18% respectivamente, y un 13,5% mayor para el LC en las fincas situadas en Carmona (Sevilla). Esta última ha tenido un resultado diferente debido a la imposibilidad de seguir con la rotación propuesta y la falta de cobertura efectiva del suelo. Ello no hace sino constatar la importancia del mantenimiento del suelo cubierto para reducir la evaporación directa y que, por tanto, los beneficios derivados de la implantación de la AC en este sentido sean palpables.

Un dato revelador, es que los contenidos de humedad han sido superiores incluso en la campaña 2011/2012, la más seca de las cuatro en las que se han desarrollado las acciones demostrativas, lo que viene a significar, que el cultivo implantado bajo AC y AP tiene más agua disponible que los implantados bajo LC y, por tanto, se adaptarían mejor a episodios de sequía como los que vaticina los modelos predictivos de cambio climático en las regiones mediterráneas.

Una cuestión a tener en cuenta es que, fijándonos en valores puntuales y no en medias, nos encontramos que en SD + AP, hay ocasiones en los que los valores de humedad edáfica son inferiores al LC. Este hecho se debe, más que al sistema de manejo, al mejor establecimiento del cultivo, lo que conlleva una mayor capacidad de extracción del agua. Es por ello que, de cara al futuro, una manera de realizar un análisis más completo de este parámetro, sería hacer un balance de agua, midiendo a la vez que la humedad del suelo y lluvia, las extracciones producidas por la evapotranspiración.

Respecto a la compactación del suelo, en superficie la SD ha mostrado un mayor índice de cono que en LC (en torno a 0,33 MPa superior), disminuyendo esa diferencia con la profundidad e invirtiéndose esta tendencia. No se han apreciado diferencias de producción debido a la compactación. Es de esperar que el efecto del sistema de manejo sobre la compactación en todo el perfil sea visible a largo plazo. Lo más interesante es que los primeros efectos positivos se han comenzado a producir a mayores profundidades que es donde se produce la tan perjudicial suela de labor en LC.

En términos de cosecha, la media global (en kg/ha) de las producciones de las cuatro campañas ha sido un 5% mayor para el sistema combinado de SD+AP, con diferente incidencia según el cultivo.

Así, y en el único cultivo en el que la producción ha sido mayor en LC que en SD+AP, ha sido en el girasol, siendo sólo un 0,5% superior, lo que no es estadísticamente significativo. En cambio, en los otros dos cultivos sí que la producción en SD+AP fue superior al LC, siendo de un 7,3% mayor en el caso del trigo y de un 7,9% en el caso de las leguminosas. Dentro de estas últimas el cultivo de las habas ha sido favorable a la SD y los garbanzos y guisantes al laboreo. La campaña 2011/2012 en la que las precipitaciones fueron inferiores a la media la respuesta de los cultivos de manera general fue positiva. Estos datos nos indican que, de forma general, la adopción de estas técnicas de cultivo es compatible con el mantenimiento e incluso mejora de las producciones derivadas de un mejor control y optimización de los parámetros utilizados en el manejo de los cultivos.

Respecto a la calidad del producto y a tenor de los resultados obtenidos, hay que destacar que el cambio de sistema no supone una merma de este parámetro al ser las diferencias no significativas desde el punto de vista estadístico, y que en el cómputo global, la menor producción se compensa con una mayor calidad y viceversa. Entrando en detalle para cada cultivo, en el trigo, en las parcelas donde más se ha producido, que coinciden con aquellas en las que se ha llevado a cabo AC+AP, los valores obtenidos en el nº de espigas, el peso específico y el peso de 100 granos han sido superiores a sus correspondientes a LC, mientras que el contenido proteico ha sido algo inferior. En girasol, la parcelas que han producido menos, que se corresponden con las manejadas bajo AC+AP, han compensado dicha merma con plantas más altas y de mayor diámetro, y con un mayor rendimiento graso, lo que supone un mayor rendimiento económico. Por último, en el cultivo de leguminosas, la mayor producción alcanzada en SD+AP supuso un mayor número de vainas por m^2 y un menor contenido proteico. Respecto a este último parámetro, destacar que el descenso porcentual se compensa sobre manera con el aumento de producción obtenido en las parcelas bajo AC+AP.

Bajo el contexto de esta acción, se han realizado tres trabajos de tipo académico, un trabajo de fin de Master titulado “The role of conservation agriculture in the southwest of Spain” realizado por una alumna de la University of Reading (Reino Unido), un trabajo profesional fin de carrera titulado “Evaluación de la influencia de la siembra directa sobre la compactación, el contenido de humedad del suelo y nivel de producción de los cultivos” y Proyecto de Fin de Grado titulado “Análisis de la intensidad de laboreo en el manejo de suelo sobre la rentabilidad de la rotación trigo-girasol en el valle del Guadalquivir”, ambos correspondiente a la Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad de Córdoba.

En la ejecución de esta acción han existido diversas dificultades que han supuesto realizar diversas medidas para ir subsanándolas conforme se han ido presentando. Una de ellas ha venido motivada por la variabilidad meteorológica entre campañas y a la excepcionalidad de los episodios de precipitaciones y sequía, cuestión que ya se ha comentado en la acción anterior. En este sentido, en algunas parcelas no se pudo acceder a realizar los muestreos pertinentes en las fechas previstas, debido a suelos encharcados, teniéndose que retrasar el momento de la toma de medidas. Por su parte, en la campaña en la que se dio escasez de precipitaciones (campaña 2011/2012), no se pudieron cosechar algunos cultivos por baja producción, como fue el caso de la leguminosa en la finca “Rabanales” y del girasol en las fincas “La Teja” y “Cariquemado”. Además, en dicha campaña, y por la falta de humedad en el suelo, y debido a su carácter arcilloso, aparecieron grietas en el mismo, especialmente en las ubicaciones de los tubos de acceso a la sonda Diviner 2000. Este hecho afectó a la medida de la humedad en dichos puntos, ya que para una correcta lectura de la sonda, se requiere un contacto continuo del tubo con el suelo. Para solventar este problema ocasional se anotaron las incidencias presentadas y se analizaron los datos en gabinete para comprobar si estos puntos mostraban valores anormales, en cuyo caso se descartaban.

En esa misma campaña, se tuvieron problemas además por ataques de pájaros en el cultivo de girasol en la finca “Rabanales”. Para paliar los daños se colocaron cañones de gas para que tuviera un efecto disuasorio sobre las aves.

Otra dificultad con la que se encontró el equipo encargado del desarrollo de la acción, estuvo motivada por las condiciones del suelo para alojar los tubos para la medición de humedad edáfica. Concretamente, dicho problema se encontró fundamentalmente en la finca “Rabanales”, en la que en varios puntos no se pudo profundizar a 1 m, por lo que hubo que recortar la longitud de los tubos a disponer y referenciar las medidas de humedad a las profanidades reales alcanzadas.

El paso de la maquinaria ha dañado en ocasiones algunos de los tubos dispuestos en las parcelas para la realización de los muestreos de humedad. En cada caso, este problema se ha solventado sustituyendo el material por uno nuevo.

Gracias a las medidas tomadas en cada momento para cada uno de los inconvenientes enumerados anteriormente, ni el desarrollo normal tanto de la acción presente como de otras acciones que tuvieran relación, se ha visto comprometido a lo largo de la ejecución del proyecto.

Con respecto a la perspectiva de continuación de esta acción en el futuro, si bien no se va a realizar un seguimiento al mismo nivel, la inclusión de dos de las tres fincas demostrativas en la red europea del proyecto INSPIA, va a favorecer el seguimiento de la producción y de la humedad a través de los indicadores de sostenibilidad utilizados en dicho proyecto. Además, la inclusión de una de las parcelas de la finca “Rabanales” en el proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/E/000541), sí que permitirá seguir realizando el seguimiento de una manera similar a la realizada en el Life+ Agricarbon, lo que permitirá estudiar la evolución de estos parámetros en regadío.

Acción 5: Evaluación emisora de CO_2 y energética de explotaciones agrícolas.

La aplicación realizada en el marco de esta acción, responsabilidad de la AEAC.SV, ha consistido en la realización de un calculador virtual que, además de evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero de las explotaciones agrarias en base al tipo de manejo de los cultivos, tal y como se contemplaba inicialmente, evalúa desde el punto de vista medio ambiental el uso de la energía, el uso y la calidad del agua y el uso y conservación del suelo.

Para dar además una mayor recorrido a la herramienta y contemplar el concepto de sostenibilidad en toda su amplitud, se amplió el análisis a los ámbitos económico y social, estudiando parámetros como los costes fijos y variables, ingresos de la explotación, seguridad y salud, condiciones laborales de los empleados e impactos externos beneficiosos para el bienestar social como generación de empleos indirectos, valorización del paisaje, etc.

En la primera fase de ejecución, se realizó una identificación inicial de los servicios que se planteaban suministrar la herramienta. Dicha identificación serviría para realizar un diseño estructural y lógico de la plataforma digital por parte de la empresa de programación, y de punto de partida para acometer las tareas de identificación de los parámetros de cálculo a emplear en la programación y caracterización energética y emisora de las operaciones agrícolas. Estas tareas se integraron dentro de la realización de un trabajo profesional fin de carrera de los estudios de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Córdoba. En dicho trabajo se realizó una revisión bibliográfica de los trabajos existentes relativos al ahorro y eficiencia energética, y a la reducción de las concentraciones de GEI en la atmósfera derivados de la implantación de las técnicas de AC y AP, el cual, junto con los datos recopilados en las acciones demostrativas del proyecto, permitió identificar y cuantificar las cantidades de energía asociadas a los factores que intervenía en las operaciones de cultivo y así realizar un análisis energético de los sistemas de manejo empleados en las fincas demostrativas del proyecto Life+ Agricarbon.

El gran volumen de información que iban generando las acciones de las que se nutría la plataforma, y la dificultad para su tratamiento a la hora de adaptarla a las estructuras lógicas de la programación, unida a la elevada casuística dadas en las explotaciones agrarias en lo que a técnicas de cultivo se refiere, motivó una ampliación del campo de búsqueda de datos e información lo que implicó un alargamiento de los plazos de tiempo en esta fase inicial. A dicho retraso también contribuyó la falta de respuesta de la empresa que inicialmente se iba a encargar de la programación de la plataforma.

Todo ello motivó que el staff técnico de la acción buscase alternativas para, por un lado, tratar de paliar el retraso acumulado en las etapas anteriores, y por otro, aprovechar la oportunidad que ofrecía la gran cantidad de información recopilada para dar más prestaciones a la herramienta de cálculo.

Así pues, y a tenor de los contactos que la AEAC.SV ha venido manteniendo con la Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible (PTAS), una entidad asociativa de ámbito nacional que aglutina a diferentes agentes del sector agrario, surgió la posibilidad de integrar la herramienta de cálculo de emisiones de CO_2 prevista, dentro de una iniciativa liderada por dicha plataforma, en la cual solicitaba la participación de los socios para el desarrollo de un calculador de índices de sostenibilidad en agricultura, lo que sin duda supondría aumentar las prestaciones de la aplicación inicialmente prevista y contribuiría a dar una mayor visibilidad al proyecto, al ampliar el potencial número de usuarios, merced a la participación de un mayor número de entidades. La programación de dicho calculador sería realizada por una empresa la cual había desarrollado herramientas similares en Estados Unidos, lo que garantizaba un producto final de garantía. Finalmente, y tras comunicar a la Unidad Life esta opción a través de los informes preceptivos, se decidió dar el paso

y formar parte del equipo técnico que desarrollaría el calculador de sostenibilidad, haciéndolo parte del proyecto Life+ Agricarbon.

A partir de ese momento, el técnico de la AEAC.SV responsable de la acción, entró a formar parte del equipo técnico encargado de las tareas de estudio de las diversas métricas utilizadas para el cálculo de cada uno de los indicadores de sostenibilidad, valiéndose para ello de la documentación técnica generada en las fases previas. Este periodo de estudio es el que ha abarcado un mayor espacio de tiempo, llevándose a cabo para ello tanto reuniones en la sede de la PTAS en Madrid con todo el equipo técnico, como reuniones bilaterales a través de teleconferencias con el técnico interlocutor con la empresa de programación, para tratar aspectos más específicos relativos a la relación de los indicadores de sostenibilidad con las técnicas de AC y AP.

Una vez ajustadas cada una de las métricas de cálculo correspondientes a cada uno de los indicadores de sostenibilidad utilizados, proceso que finalizó a finales del primer trimestre del año 2014, los esfuerzos se orientaron a realizar una versión en español, a mejorar el diseño de la interfaz y a realizar pruebas de la herramienta por parte de los técnicos involucrados en el diseño y una selección de agricultores, los cuales introdujeron datos reales de sus explotaciones en el programa para comprobar la coherencia de los resultados obtenidos. Una vez concluidas estas tareas, se lanzó la aplicación la cual se encuentra accesible tanto desde la página web del proyecto, como desde la página web de la AEAC.SV a través de un banner de acceso (Imágenes 7 y 8).

Imagen 7. Banner de acceso en la página web del proyecto (www.agricarbon.eu).

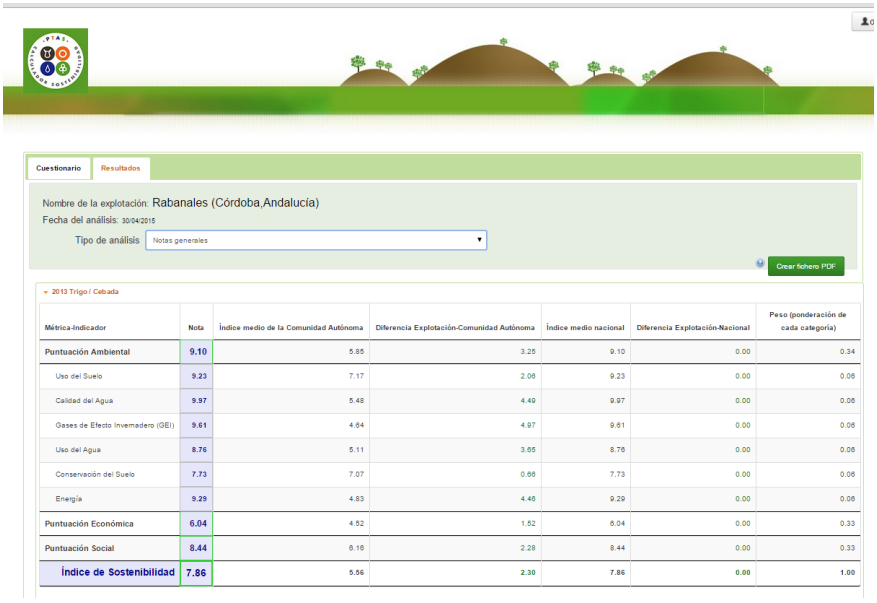
Imagen 8. Portal de acceso al calculador de indicadores de sostenibilidad.

Como se ha comentado anteriormente, la herramienta desarrollada bajo este nuevo enfoque, contempla el cálculo de índices de sostenibilidad en el ámbito medioambiental, económico y social en explotaciones con cultivos de trigo, cebada, girasol, remolacha, maíz, tomate industrial y, algodón. Cada índice incluye a su vez, varios indicadores que contemplan diversos parámetros para evaluar el grado de sostenibilidad de cada ámbito, cuya puntación se realiza en base a las prácticas empleadas en el manejo de los cultivos. La Tabla 4 muestra para cada índice de sostenibilidad, los indicadores que se calculan para su valoración:

Tabla 5. Indicadores de sostenibilidad e índices utilizados en el calculador de sostenibilidad de explotaciones agrícolas.

ÍNDICE	INDICADORES
MEDIOAMBIENTAL	Gases de Efecto Invernadero
	Uso de Energía
	Calidad del agua
	Uso del agua
	Conservación de suelo
	Uso del suelo
ECONÓMICO	Costes variables
	Costes fijos
	Ingresos
SOCIAL	Condiciones de empleo y formación
	Seguridad y Salud
	Horas trabajadas
	Impactos externos

Una vez introducidas las características de la explotación, del cultivo y de la parcela a analizar, la herramienta calcula los indicadores y los índices y los presenta en una tabla y en unos gráficos, en los que además se comparan los valores obtenidos con valores medios a nivel autonómico y nacional (Imagen 9).

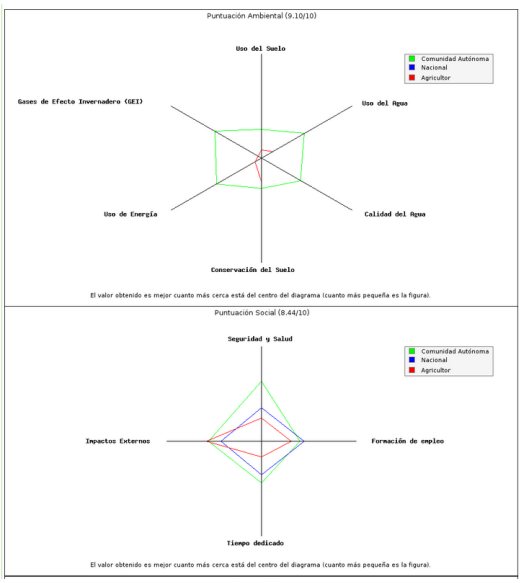


Cuestionario | Resultados

Nombre de la explotación: Rabanales (Córdoba,Andalucía)
Fecha del análisis: 30/04/2015
Tipo de análisis: Notas generales
Crear fichero PDF

2013 Trigo / Cebada

Métrica-Indicador	Nota	Índice medio de la Comunidad Autónoma	Diferencia Explotación-Comunidad Autónoma	Índice medio nacional	Diferencia Explotación-Nacional	Peso (ponderación de cada categoría)
Puntuación Ambiental	9.10	5.85	3.25	9.10	0.00	0.34
Uso del Suelo	9.23	7.17	2.06	9.23	0.00	0.06
Calidad del Agua	9.97	5.48	4.49	9.97	0.00	0.06
Gases de Efecto Invernadero (GEI)	9.61	4.64	4.97	9.61	0.00	0.06
Uso del Agua	8.76	5.11	3.65	8.76	0.00	0.06
Conservación del Suelo	7.73	7.07	0.66	7.73	0.00	0.06
Energía	9.29	4.83	4.46	9.29	0.00	0.06
Puntuación Económica	6.04	4.52	1.52	6.04	0.00	0.33
Puntuación Social	8.44	6.16	2.28	8.44	0.00	0.33
Índice de Sostenibilidad	7.86	5.56	2.30	7.86	0.00	1.00



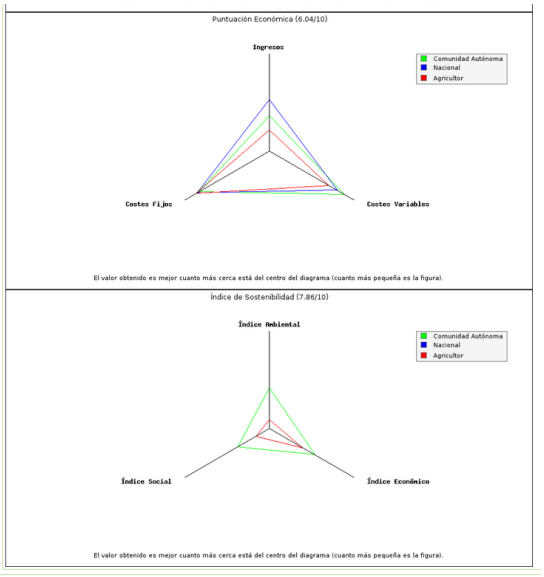


Imagen 9. Tablas y gráficos de resultados del calculador de índices de sostenibilidad.

Para la utilización de la herramienta y compresión de la misma por parte del usuario, se ha elaborado un manual el cual puede ser descargado desde la página web del proyecto, además de existir un video explicativo realizado por la PTAS que se puede visionar desde el portal del calculador.

Aunque la herramienta se encuentra ya operativa para su uso, y por ello la acción puede considerarse como ejecutada, se está estudiando realizar una presentación institucional en los próximos meses a diversos agentes del sector agrario, además de ampliar el rango de cultivos sobre los que actuar, para lo que se precisarían nuevas fuentes de financiación.

Acción 6: Verificación del efecto sumidero de la AC.

El IFAPA ha sido el organismo responsable de la ejecución de esta acción, mediante la cual, se ha realizado un seguimiento del contenido de la Materia Orgánica (MO) y del carbono orgánico en el suelo (COS) en las parcelas de las fincas demostrativas, para así valorar la tasa de secuestro de carbono y verificar por tanto, el efecto sumidero de CO_2 atmosférico que se promueve en el suelo gracias a la implantación de la AC como sistema de manejo en el cultivo.

Para evaluar la evolución temporal de estos dos parámetros, se han tomado muestras de suelo en cada una de las parcelas y posteriormente se han analizado en laboratorio. Para ello, al inicio del proyecto, se localizaron en cada una de las parcelas 20 puntos de muestreo (10 en AC y 10 en AP). En cada uno de esos puntos, se han ido recogido muestras de suelo tomadas a distinta profundidad (0-5, 5-10 y 10-20 cm) en cada una de las fincas demostrativas y para cada uno de los cultivos de la rotación (trigo-girasol-leguminosa), tanto en las parcelas manejadas con AC y AP, como en las parcelas manejadas con LC, permitiendo así realizar una comparativa entre ambos sistemas de manejo. Una vez que se obtenía la muestra, ésta se introducía en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio, en donde se analizaban en un analizador elemental C, N y S (Imagen 10).

Imagen 10. Toma de muestras de suelo y analizador elemental C, N y S.

Los trabajos de toma de muestras en campo comenzaron en la campaña 2009/2010 y se han prolongado durante las tres siguientes 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013. En el caso de la finca situada en Córdoba, los trabajos se extendieron durante algunos meses más hasta su finalización en junio de 2014. Este período se corresponde con la ampliación solicitada del proyecto con la finalidad de evaluar con más fiabilidad el efecto sumidero del suelo en los sistemas de AC. En total, se han realizado de media 25 salidas a campo cada campaña, recopilando y analizando un total de 17.280 muestras de suelo, correspondientes a las tres profundidades mencionadas anteriormente.

Los resultados obtenidos en el proyecto (Tabla 4), muestran un aumento del contenido de COS en el suelo manejado bajo AC y AP respecto al suelo manejado bajo LC, lo que supone una mayor cantidad de secuestro del CO_2 previamente fotosintetizado por el cultivo. Ello demuestra la capacidad que tienen las prácticas de AC para aumentar el efecto sumidero de carbono del suelo, lo que se traduce en que dicho sistema tiene potencial para mitigar el cambio climático.

Tabla 6. Incremento del COS (t/ha) en las parcelas de AC+AP respecto a las parcelas en LC tras cuatro campañas agrícolas.

	FINCA DEMOSTRATIVA SITUADA EN CARMONA (SEVILLA)			FINCA "LA PLUMA" LAS CABEZAS DE SAN JUAN (SEVILLA)			FINCA "RABANALES". CÓRDOBA		
Profundidad (cm)	**PARCELA 1**	**PARCELA 2**	**PARCELA 3**	**PARCELA 1**	**PARCELA 2**	**PARCELA 3**	**PARCELA 1**	**PARCELA 2**	**PARCELA 3**
0-5	1,89	3,62	3,57	2,62	3,99	0	3,82	4,39	1,42
5-10	0	1,78	0,31	2,78	0,84	0,26	2,90	2,12	4,32
10-20	5,46	2,2	0,21	8,08	0	0	5,38	7,23	0,71
Total Perfil (0-20)	**7,35**	**7,6**	**4,10**	**13,48**	**4,83**	**0,26**	**12,10**	**13,74**	**6,45**

Según los datos presentados, las parcelas demostrativas manejadas bajo el sistema de AC y AP, han sido capaces de fijar en el suelo, tras cuatro campañas agrícolas, una media de 7,77 t/ha más de carbono orgánico que las parcelas manejadas bajo laboreo convencional (Figura 5), lo que supone un secuestro anual de 7,2 t CO_2/ha más en AC y AP que en LC. Con estas cifras, en las cuatro campañas en las que se ha desarrollado el proyecto, las parcelas bajo AC y AP, han secuestrado un total de 1.296 t CO_2 más que las parcelas bajo LC. **Esto supone que los suelos que han estado con cultivos implantados bajo AC y AP, han fijado el algunos casos hasta un 56% más de CO_2 que los suelos en los que los cultivos han estado implantados bajo LC, situándose la media del incremento en un 30%.**

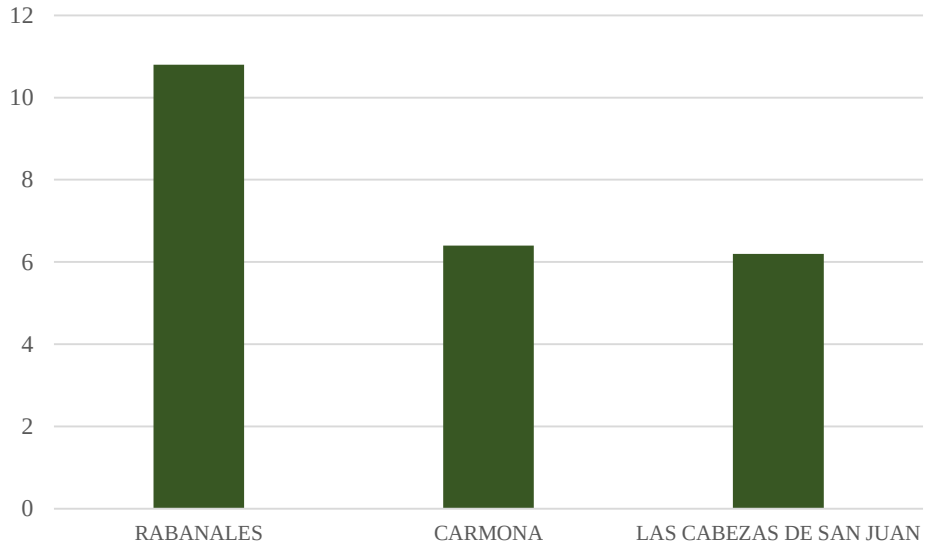


Figura 5. Incremento medio de COS de la AC+AP respecto al LC en cada una de las fincas demostrativas tras cuatro años.

Los problemas en el desarrollo de esta acción han venido ocasionados por la variabilidad en la meteorología existente en las campañas agrícolas de estudio, y que ya se ha comentado en acciones anteriores. A lo largo de las diferentes campañas, la pluviometría ha sido muy irregular, alternándose años con precipitaciones muy por encima de la media, con otros con precipitaciones muy por debajo de la media. Esta variabilidad meteorológica, que ha batido registros en los extremos de pluviometrías altas y bajas, han influido en la dinámica del contenido en COS en las parcelas, así como en las emisiones de CO_2, afectando de una manera mayor a la esperada, a la

cantidad de restos vegetales presentes en el suelo en las parcelas de AC y AP, siendo la cantidad de rastrojo presente en el suelo tras la cosecha, uno de los principales motivos por los cuales el suelo aumenta su capacidad fijadora de carbono. Ello ha hecho que la consistencia de los datos obtenidos no fuera la esperada al comienzo del proyecto, y haya sido necesario extender el muestreo durante una campaña más para no comprometer el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente.

La inclusión de la finca "Rabanales" situada en el municipio de Córdoba, en el proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/ES/000541) y el proyecto europeo INSPIA, así como la inclusión de la finca "La Pluma" situada en el municipio de Las Cabezas de San Juan (Sevilla) en la red de fincas del proyecto europeo INSPIA, en el que se está realizando un seguimiento a través de indicadores de sostenibilidad, asegura la continuidad de las tareas de esta acción. En el primer caso, se seguirá realizando un seguimiento del contenido de MO y COS, para verificar el efecto sumidero, esta vez en regadío. En el segundo caso, el seguimiento del efecto sumidero, se realizará de manera indirecta, a través de indicadores de sostenibilidad referidos a la calidad del suelo. De esta manera, en ambos casos, se seguirá conociendo la evolución del secuestro del carbono de ambas fincas.

Acción 7: Evaluación de las tasas de reducción de emisiones de CO_2 procedentes del suelo en la AC y AP.

Para evaluar y verificar las tasas de reducción de emisiones de CO_2 procedentes del suelo en AC y AP respecto al LC, se ha comparado el volumen de CO_2 emitido a la atmósfera desde los suelos con cultivos implantados bajo SD y en los que se ha utilizado equipos de AP frente a los otros suelos, en los que los cultivos se han implantado como sistema de manejo el LC. El IFAPA ha sido el organismo responsable de la ejecución de todas las tareas necesarias para el desarrollo de esta acción.

Concretamente se han realizado dos tipos de mediciones de flujo de CO_2 desde el suelo. Por un lado, y para hacer un seguimiento del comportamiento emisor del suelo en las operaciones de maquinaria, se han realizado medidas puntuales de flujo del gas en las labores preparatorias del suelo y en las operaciones de siembra. Dichas mediciones se han llevado a cabo justo antes de realizar la operación, inmediatamente después, a las 2, 4, 6, 24 horas y, en algunas ocasiones, a las 48 horas. Para realizar las mediciones, por cada finca demostrativa se eligieron al comienzo del proyecto dos parcelas, una con AC y AP y otra con LC, que han sido en las que se han realizado el seguimiento durante las cuatro campañas.

Por otro lado, y para ver la evolución de emisiones durante la campaña y comparar en situaciones normales la diferencia en las pautas de emisión del gas en ambos sistemas de manejo del suelo, se han realizado mediciones con una periodicidad mensual (siempre que la meteorología lo permitió) y en los mismos puntos donde se efectuó el muestreo de suelo. Además de estas medidas periódicas, se han realizado controles puntuales después de los episodios de precipitación más importantes, para observar el efecto del incremento de humedad del suelo en la actividad biológica y aceleración de descomposición del resto vegetal, y comprobar cómo esto influye en las emisiones de CO_2 desde el suelo.

Dentro de esta acción se han estado controlando además, los datos climáticos como: pluviometría, temperatura máxima y mínima, velocidad del viento y temperatura del suelo en el momento de realizar la medida.

Para realizar las medidas de las emisiones de CO_2 se ha utilizado un analizador absoluto y diferencial de gases por infrarrojo portátil EGM-4 unido a una cámara de respiración de suelos (Imagen 11).

Imagen 11. Analizador portátil y cámara de respiración utilizados para la medición de flujo de CO_2 desde el suelo.

Los trabajos de seguimiento y control de las emisiones comenzaron en la campaña 2009/2010 y se han prolongado durante las tres campañas siguientes (2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013). Ello ha significado la realización de 99 salidas a campo para la realización de medidas de carácter periódico y de 24 salidas a campo para la realización de medias puntuales tras las operaciones agrícolas.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el papel decisivo que desempeña la adopción de AC y AP en la disminución de emisiones de CO_2 a la atmósfera desde el suelo, siendo esta reducción uno de los motivos que favorece el aumento del secuestro de este gas en el suelo.

Así pues, los valores obtenidos en las emisiones medidas de manera periódica muestran como **los suelos con cultivos bajo AC y AP han disminuido la cantidad de CO_2** con respecto a los suelos implantados bajo LC, oscilando dichas reducciones **desde el 25% hasta el 88%** (Figura 5):

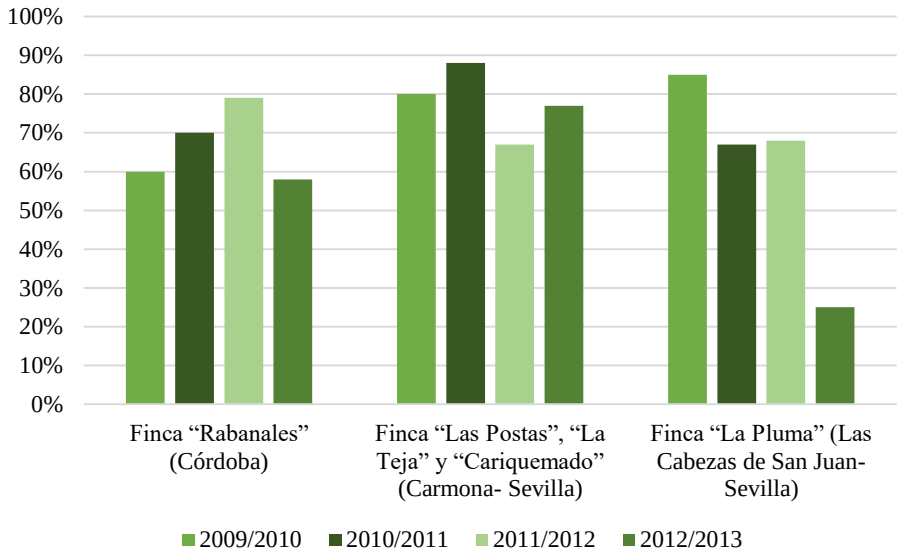


Figura 6. Reducción media de emisiones de CO_2 en las parcelas de AC y AP respecto a las parcelas de LC.

En todas las campañas, independientemente del sistema de manejo empleado, se han dado una serie de máximos y mínimos de emisión en todas las fincas demostrativas y para los dos sistemas de manejo de suelo. Los máximos se deben a las condiciones climáticas favorables que se han dado para la actividad de los microorganismos (temperaturas suaves y humedad en el suelo) o a la descomposición de los restos de cosecha los cuales favorecen el flujo de CO_2. En cambio, los valores mínimos, se han dado para aquellos momentos en los que se ha ralentizado la actividad microbiana del suelo debido a condiciones desfavorables (bajas temperaturas y suelos encharcados o muy secos), o a la absorción por el cultivo de parte del gas emitido desde el suelo.

Respecto a los valores obtenidos en las mediciones puntuales para cada operación, el comportamiento de la dinámica emisora ha sido similar en todos los casos, observándose una máxima diferencia entre sistemas de manejo en el intervalo comprendido entre la realización de la operación y las 4 horas posteriores a dicho momento, equilibrándose a las 24 horas, alcanzando un valor muy parecido al de antes de realizar la operación. Como ejemplo, la Figura 6 muestra la evolución de emisiones en la finca Rabanales para cada campaña monitoreada. En cualquier caso, si sumamos las diferencias de emisiones dadas entre ambos sistemas de manejo en el momento de la realización de las operaciones seguidas en las parcelas de muestreo (5 ha), los suelos con cultivos bajo AC y AP han emitido **688 kg CO_2, 312,5 kg CO_2 y 757 kg CO_2** menos que los suelos con

cultivos bajo LC en Carmona, Las Cabezas y Córdoba respectivamente. En términos porcentuales, dichas cantidades suponen que, gracias a la supresión de las labores, **el suelo que ha estado con cultivos implantados bajo AC y AP, ha emitido un 55%, un 36% y un 42% de CO_2 menos** que los suelos con cultivos manejados bajo LC en Carmona, Las Cabezas y Córdoba respectivamente.

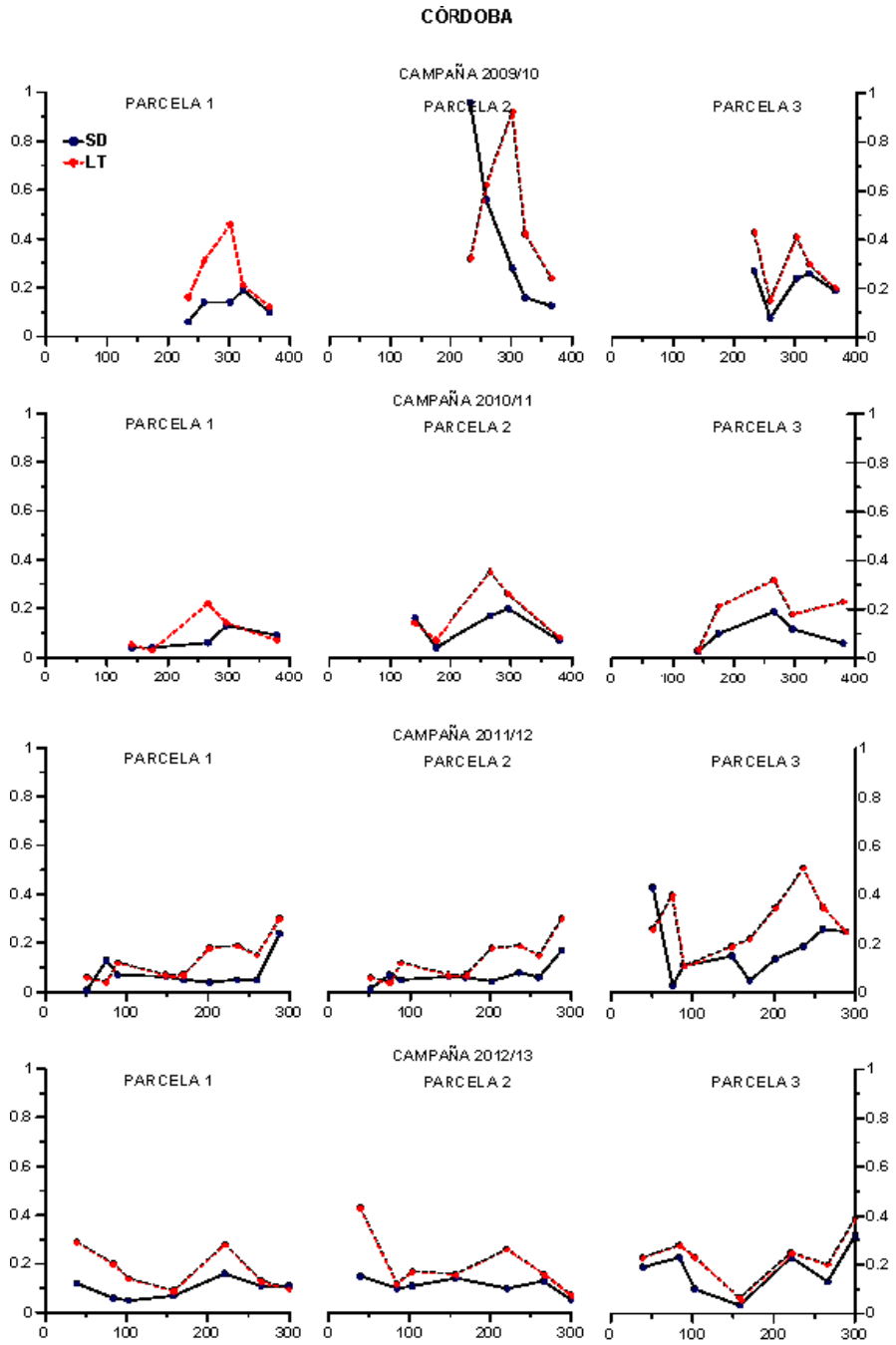


Figura 7. Evolución temporal de las emisiones de CO_2 entre los dos sistemas de manejo para cada uno de las parcelas y campañas agrícolas en la finca Rabanales. Cada punto representa la media de 10 lecturas.

Como ya se ha comentado en acciones anteriores, a lo largo de las diferentes campañas de duración de los ensayos la pluviometría ha sido muy irregular. Ello ha dificultado la realización de las mediciones por problemas de accesibilidad a las parcelas debidos al encharcamiento del suelo. Este problema ha repercutido en que no en todas las campañas agrícolas se hayan realizado el mismo número de mediciones, aunque sí las suficientes para llegar a resultados concluyentes si tenemos en cuenta el global del proyecto.

La inclusión de la finca "Rabanales" situada en el municipio de Córdoba en el proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/ES/000541), asegura la continuidad de las tareas de esta acción, al continuar con el seguimiento de la parcela, en este caso con el cultivo implantado en regadío. Esto permitirá seguir estudiando la evolución de emisiones del suelo y observar cómo afecta el cambio de secano y regadío.

Acción 8: Evaluación de las tasas de reducción de emisiones de CO_2 asociados al ahorro energético en la AC y AP.

Esta acción, llevada a cabo por la UCO, ha aglutinado todas las tareas necesarias para demostrar que, gracias a la implantación y puesta en práctica de manera conjunta las prácticas de AC y AP, se reduce el consumo energético y consecuentemente, las emisiones de CO_2 derivadas de éste. Las tareas realizadas en este sentido han sido las siguientes:

- Seguimiento y análisis energético de las operaciones agrícolas.
- Instalación de equipos de AP en tractores y desarrollo de sistemas de aplicación variable de abono y herbicida.
- Elaboración de mapas de variabilidad espacial del rendimiento de la cosecha y de la compactación, de cara a establecer estrategias de aplicación sitio específica de insumos en las parcelas en las que se ha implantado AC + AP en función del rendimiento local de los cultivos.
- Evaluación de las tasas de emisión de CO_2 asociadas al consumo energético producido en las parcelas de las fincas demostrativas.

Para el seguimiento de las operaciones agrícolas realizadas en las parcelas de las fincas demostrativas, se instrumentalizaron al comienzo del proyecto tres tractores, uno por cada finca, con diferente tecnología para medir diversos parámetros que han servido para la caracterización energética de cada operación (Tabla 6).

Tabla 7. Equipamiento instalado en los tractores e indicadores medidos en cada operación.

EQUIPAMIENTO INSTALADO	PARÁMETROS REGISTRADOS
GPS modelo GM-48 UB Sanav	Tiempo de duración de la operación Superficie trabajada Trayectoria del tractor Velocidad media del tractor Capacidad de trabajo real Capacidad de trabajo teórica Rendimiento Solapes
Caudalímetro de aforo modelo AIC-4008 Veritas	Consumo de combustible
Potenciómetro modelo JX-PA-30-N14-21S Unimeasure	Posición del enganche tripuntal trasero del tractor

La adquisición de los datos de todos los parámetros registrados, se ha realizado a través de un sistema Data Taker (DT 85) programable y con capacidad para interpretar y almacenar 48 entradas distintas de datos tanto analógicos, como digitales. La información almacenada sobre las operaciones se transmite vía modem, con tecnología 3G, a un ordenador dotado del soporte lógico necesario (Figura 7). Además, como complemento de toda la información adquirida, se ha monitorizado la producción de los cultivos dotando a la cosechadora con el monitor de rendimiento Ceres 8.000i de RDS.

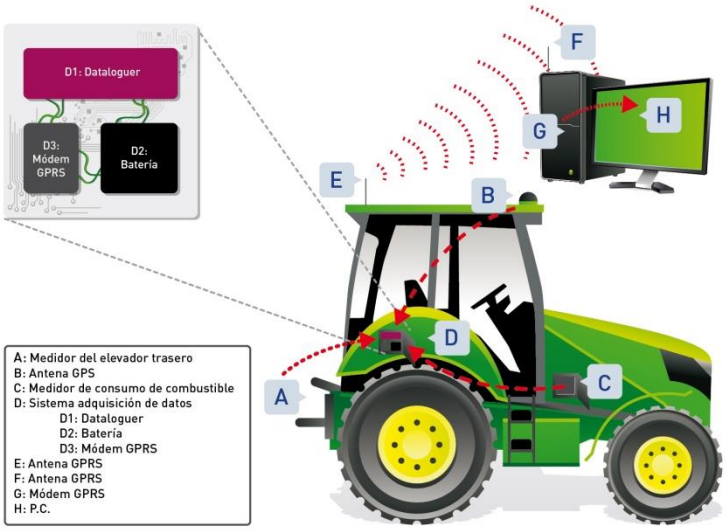


Figura 8. Esquema de sensores de medida y gestión de los datos de cada operación monitorizada.

En el marco de esta acción, también se han llevado a cabo las tareas relativas a la instalación, desarrollo y mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las operaciones agrícolas con AP. Así, en cada uno de los tractores, se instaló una barra de ayuda al guiado AgGPS EZ-Guide 500 de Trimble, utilizada en aquellos tratamientos en los que se ha practicado AP, para así trazar trayectorias sin solapes ni huecos.

Para la aplicación sitio específica de fertilizante en las parcelas de AC+AP, se ha desarrollado un sistema de abonado variable adaptado a una abonadora Solá, D-903.También se han llevado a cabo trabajos de distribución variable de herbicida, de manera inicial con vuelos con drones, y posteriormente mediante sensores que en tiempo real detectan donde hay hierba y sólo aplican en estas zonas.

El establecimiento de estrategias de aplicación sitio específica de insumos, como parte fundamental de la práctica basada en la aplicación de AP, se ha realizado en base al estudio de diversos mapas de variabilidad elaborados para tal fin (producción/rendimientos, distribución variable de insumos, propiedades físico-químicas del suelo). Para la realización de dichos mapas se empleó el programa Farm Works versión 2010,1.433 en el caso del rendimiento del cultivo, y el programa Sstoolbox apoyado muestreos puntuales para las características físico-químicas de suelo. De forma complementaria, se fueron anotando y registrando las incidencias originadas durante la labor y otros aspectos como la dosis en operaciones de distribución de insumos (semillas y agroquímicos). Mediante el soporte lógico desarrollado al efecto, “Reporter Life”, se ha estudiado cada operación por separado, determinando finalmente la energía asociada a la propia labor y al consumo de insumos agrarios en los dos sistemas analizados, SD+AP y LC.

Con los datos obtenidos por el Data Taker, se ha llevado a cabo el análisis energético de las operaciones de cultivo a través del método propuesto por la International Federation of Institutes for Advanced Studies (IFIAS, 2011), que asocia cantidades de energía no renovable a cada uno de los factores de un proceso. Una vez realizado el balance energético, y con los valores de los coeficientes de conversión dados por Lal (2004), que asume que el consumo de 1MJ en cualquier proceso energético supone la emisión de 20 g de carbono equivalente, ha sido posible determinar la diferencia en emisiones de CO_2 de un sistema de manejo respecto al otro, debido a las diferentes operaciones realizadas, partiendo de sus consumos de combustible y de energía.

Los resultados obtenidos tras cuatro campañas agrícolas, analizando todos los datos relativos a la realización de las operaciones agrícolas, arrojan un balance positivo en lo que a consumo energético y emisiones de CO_2 se refiere de las prácticas de AC y AP respecto al LC. Así, **en las parcelas en las que se han implantado AC y AP, la energía consumida en las operaciones del cultivo de trigo se ha reducido de media un 12%. La disminución para el girasol fue del 26,3% y del 18,4% para la leguminosa** (Tabla 7). Una cuestión interesante son los valores de Eficiencia Energética (EE) y Productividad Energética (PE) obtenidos, los cuales nos vienen a indicar que en todos los cultivos, en AC+AP, se obtiene más energía por unidad energética consumida (EE) y por se obtienen más kg de producto por unidad energética consumida (PE).

Tabla 8. Energía consumida, producida, eficiencia y productividad energética medias para los distintos cultivos y sistemas de manejo de suelo. Campañas 2009 a 2013.

Cultivo	Sistema Manejo	Energía consumida (GJ/ha)						Energía Producida (GJ/ha)	EE	PE (kg/GJ)
		Energía Directa	Energía Indirecta				Total			
			Maquinaria	Semilla	Fertilizante	Fitosanitarios				
Trigo	AC+AP	0,94	0,29	2,96	12,67	0,68	17,54	30,47	1,74	140
	LC	1,92	0,60	3,07	14,09	0,25	19,93	28,39	1,41	110
Girasol	AC+AP	0,86	0,27	0,14	0,61	0,88	2,75	15,04	5,47	390
	LC	1,85	0,57	0,14	0,66	0,51	3,73	15,26	4,09	290
Leguminosa	AC+AP	0,87	0,27	2,12	0,83	1,05	5,15	13,23	2,59	240
	LC	1,95	0,60	2,18	0,90	0,68	6,31	12,26	1,94	180

Todo ello ha ocasionado **que se dejaran de emitir, en dichas parcelas, 176 kg/ha de CO_2 equivalente en trigo**, siendo el 36% de dicha reducción gracias a la aplicación de AC y en un 74% de la AP. **En el girasol se redujeron las emisiones en 73 kg/ha**, siendo el 95% de dicha reducción gracias a la AC**. En la leguminosa se disminuyeron las emisiones en 86 kg/ha**, siendo el 89% de dicha reducción por la aplicación de AC.

Los problemas que han ido apareciendo para el desarrollo de esta acción han estado ligados a cuestiones de tipo técnico y agronómico. Los principales obstáculos de tipo técnico se han encontrado en la dificultad de conservar en perfecto estado alguno de los implementos utilizados en la instrumentalización de los tractores en campo y en el procesado y estudio de la gran cantidad de datos almacenados. En el primer caso, el potenciómetro, que mide la posición del elevador hidráulico del tractor, fue el que mayores problemas registró para su conservación, rompiéndose en ocasiones debido al polvo y al barro acumulado en las operaciones de cultivo. Ello se resolvió cambiando el cable acerado roto, y realizando una limpieza periódica del mismo. Respecto a los problemas motivados por el gran volumen de datos almacenados y su dificultad para tratarlos adecuadamente, se solventó desarrollando un programa informático específico "Reporter Life", desarrollado especialmente para este proyecto bajo idioma Basic y que genera de manera automática, el tiempo de trabajo, velocidad media, consumo de combustible, solapes, rendimiento y emisión de CO_2 de cada operación realizada en cada parcela y día de trabajo.

En referencia a los problemas de tipo agronómico, el mayor escollo se encontró en la gran variabilidad que se registraron en las precipitaciones a lo largo de la duración del proyecto, como ya se ha comentado en acciones anteriores. Ello ha provocado que, en alguna campaña, los cultivos no se comportasen como era de esperar, arrojando producciones por debajo de la media de la zona, o incluso no llegando a producir nada de grano. Las anómalas precipitaciones no sólo afectaron a la cuantía de las cosechas, sino que también a la variabilidad espacial de las mismas, lo que ocasionó que los mapas de cosecha obtenidos no generaran mapas de prescripción adecuados para la

realización de abonados y tratamientos fitosanitarios variables, por lo que en ese caso se optó por realizar los tratamientos con aplicación de manera convencional aunque sí utilizando los sistemas de ayuda al guiado.

La inclusión de la finca “Rabanales” situada en el municipio de Córdoba en el proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/ES/000541), asegura la continuidad de las tareas de esta acción, en este caso con el cultivo implantado en regadío. Esto permitirá seguir estudiando el comportamiento energético y emisor de CO_2 del sistema de manejo de emisiones del suelo y observar cómo afecta el cambio de secano y regadío.

5.2Dissemination actions

5.2.1 Objectives

El objetivo principal del plan de comunicación y difusión del proyecto es difundir, de manera integral, el conocimiento generado durante el desarrollo de cada una de las acciones contempladas en el mismo. De esta forma, se asegura una comprensión global de los beneficios de la AC y de la AP en lo que respecta a la reducción de las concentraciones de GEI en la atmósfera, favoreciendo así su implantación y desarrollo en las explotaciones agrarias.

Los objetivos específicos que se han determinado para la consecución del objetivo principal del plan han sido los siguientes:

- Dar a conocer el proyecto a los potenciales actores involucrados y a los principales beneficiarios (en qué consiste, sus objetivos, acciones, beneficios,…).
- Informar y comunicar los resultados del mismo a organismos y entidades públicas y privadas implicadas e interesadas en el proyecto.
- Incentivar la participación del público objetivo en las actividades contempladas en el proyecto.

Dichos objetivos se desarrollan en tres niveles (científico, técnico y práctico), para así conseguir una difusión global en toda la cadena de conocimiento. Cada nivel contempla acciones específicamente diseñadas para cada tipo de público objetivo (Tabla 8):

Tabla 9. Esquema del Plan de Comunicación y Difusión del proyecto Life+ Agricarbon.

PLAN DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN		
NIVEL GLOBAL		
Acción 9: Página web, Dossier informativo, Tablones de Anuncios, DVD, Layman's report, Acciones de difusión en medios (prensa, radio y TV)		
NIVEL PRÁCTICO	NIVEL TÉCNICO	NIVEL CIENTÍFICO
Acción 9: Fichas técnicas	Acción 9: Sección Life AGRICARBON en la revista AC	Acción 9: Artículos científicos
Acción 10: Jornadas de campo de transferencia de tecnología sobre técnicas de AC y AP en cultivos herbáceos		Acción 13: Congreso Europeo sobre AC y AP

Los grupos de interés que han constituido la audiencia a la cual se han destinado las acciones de comunicación han sido los siguientes:

- **Grupo 1. Administración Pública,** a nivel regional, nacional y europeo, las cuales son las que tienen potestad legisladora en materia agraria y medioambiental.
- **Grupo 2. Sector profesional:** Agricultores, técnicos agrarios, cooperativas, organizaciones profesionales agrarias, empresas relacionadas con el sector agrario y cualquier tipo de entidad asociativa ligada a la agricultura.
- **Grupo 3. Comunidad científica y técnica relacionada con el sector agrario:** Universidades, centros de investigación, centros y plataformas tecnológicas ligadas al sector agrario.

- **Grupo 4. Entidades relacionadas con el medio ambiente y la protección de la naturaleza,** por su rol en la difusión y soporte de iniciativas que contribuyan al desarrollo sostenible y a la preservación de los recursos naturales.
- **Grupo 5. Sociedad:** Este grupo lo conforma la ciudadanía en general, el cual constituye un público objetivo por cuanto está integrado por los consumidores finales de los productos agrarios. El interés de incluir a este grupo en la estrategia de comunicación viene motivado por la necesidad de revalorizar ante la sociedad, la labor de los agricultores que implantan buenas prácticas agrarias en sus explotaciones, mejorando su reputación ante los grupos objetivos alejados del mundo rural.

Como mensajes clave para las acciones de difusión y comunicación externa se han desarrollado los siguientes (Tabla 9).

Tabla 10. Mensajes difundidos en el marco del proyecto Life+ Agricarbon.

Aspectos a comunicar	Mensaje	Público objetivo
Proyecto europeo que contribuye a cumplir los compromisos de la UE en materia de cambio climático, agricultura, medioambiente y energía.	"Gracias a sus beneficios demostrados, la AC y AP constituyen un conjunto de buenas prácticas agrarias cuya inclusión en medidas legislativas redundará de manera positiva en la sostenibilidad del sector agrario y en el cumplimiento de la normativa europea, nacional y autonómica."	Administraciones Públicas
Valores de la AC y AP que promueven el cambio: Mitigación y adaptación al cambio climático.	"La implantación y desarrollo de AC y AP en las explotaciones agrarias, reducen las emisiones de CO_2 y aumentan la capacidad sumidero del suelo."	Administraciones Públicas Sector profesional Comunidad científica y técnica Entidades medioambientalistas Sociedad
Valores de la AC y AP que promueven el cambio: otros beneficios medioambientales.	"La implantación y desarrollo de AC y AP en las explotaciones agrarias, constituyen una solución frente a los problemas medioambientales ocasionados por la agricultura convencional (erosión, escorrentía, contaminación de aguas, pérdida de biodiversidad)."	Administraciones Públicas Sector profesional Comunidad científica y técnica Entidades medioambientalistas Sociedad
Valores de la AC y AP que promueven el cambio: Beneficios económicos y sociales de la AC y AP.	"La utilización de prácticas como al AC y AP en las explotaciones agrarias, constituyen una alternativa viable desde el punto de vista económico y social, aumentando el margen de beneficio y reduciendo los tiempos de trabajo."	Administraciones Públicas Sector profesional Comunidad científica y técnica

Aspectos a comunicar	Mensaje	Público objetivo
Hábitos de la AC y AP que promueven el cambio: Metodología para la puesta en práctica de la AC y AP.	"La implantación de la AC y AP es una alternativa viable en cultivos herbáceos de secano, por cuanto las producciones y la calidad del producto obtenido se mantiene respecto a las prácticas basadas en el laboreo."	Sector profesional
Enfoque demostrativo del proyecto.	"La capacidad mitigadora del cambio climático de la Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión queda demostrada a través de su puesta en práctica a escala piloto."	Comunidad científica y técnica

5.2.2 Dissemination: overview per activity

Acción 9: Plan de Comunicación y Difusión.

Esta acción, responsabilidad de la AEAC.SV, aglutina todas las actuaciones a realizar relativas a la difusión y comunicación del proyecto, tanto a nivel global, como a nivel práctico, técnico y científico, no directamente ligadas a las actuaciones de tipo formativo.

Durante los cinco años de desarrollo del proyecto, las actuaciones realizadas han sido las siguientes:

- Rueda de Prensa: La rueda de prensa constituyó el primer acto de comunicación realizado en el proyecto Life+ Agricarbon. Tuvo lugar en el Salón Mudéjar del Rectorado de la Universidad de Córdoba, en 2009 con la presencia del Presidente de la AEAC.SV, el Presidente del IFAPA, el Rector de la UCO y el Delegado de Agricultura de la Junta de Andalucía.
- Manual de identidad: Al comienzo del proyecto, se elaboró un manual de identidad del proyecto el cual incluía todos aquellos aspectos relacionados con la comunicación visual del mismo. En dicho manual se definió el logotipo, fuente de la letra, y sus posibles variaciones y adaptaciones a sobres, tarjetas y plantillas a utilizar para la comunicación externa e interna (informes, cartas y emails). Dicho manual ha servido de base para la posterior realización de toda la comunicación visual del proyecto.
- Dossier informativo: Con motivo de la puesta en marcha del proyecto, y para ponerlo en conocimiento de los agentes interesados, se elaboró un dossier conteniendo información más relevante, en español e inglés, con una tirada de 5.000 ejemplares. Dicho material se ha ido distribuyendo tanto a través de correo postal, como en los diferentes actos y eventos a los que han acudido el personal implicado al proyecto.
- Web: En julio del año 2010 se puso en marcha la página web del proyecto bajo el dominio http://www.agricarbon.eu. La página incorpora todos los apartados recomendados por la Comisión, estando los siguientes contenidos disponibles tanto en español e como en inglés:
    - El proyecto: Visión general del proyecto, presentando los objetivos perseguidos, acciones desarrolladas y resultados esperados.
    - Socios: Presentación de cada uno de los socios implicados en el proyecto y enlace a sus respectivas páginas web.
    - Programa Life: Información resumida sobre el programa Life+ de la Unión Europea y los ámbitos temáticos que abarca, así como enlace al portal del programa.

- El cambio climático: Información sobre el origen del cambio climático, las consecuencias generales sobre los ecosistemas agrarios, compromisos de reducción fijados en el Protocolo de Kioto, participación de la agricultura en las emisiones de GEI y contribución de las técnicas agrarias implantadas en el marco del proyecto a la mitigación del cambio climático.
- Técnicas agrícolas: Descripción de las prácticas agrícolas empleadas para mitigar el cambio climático en las fincas piloto establecidas en el marco del proyecto.
- Fichas técnicas: Apartado en el que se pueden descargar cada una de las fichas técnicas editadas y publicadas a lo largo del proyecto.
- Fincas Piloto: Información sobre cada una de las fincas demostrativas del proyecto en las cuales se han implantado las prácticas de AC y AP.
- Actividades: Calendario en el que se han ido señalando las actividades de difusión realizadas en el marco del proyecto.
- Publicaciones: Relación de publicaciones generadas a lo largo de proyecto disponibles para su descarga.
- Enlaces de interés: Enlaces a diversas páginas webs relacionadas con la temática del proyecto.

Dicha página se ha ido actualizando de manera periódica, incorporando de manera mensual, la nueva información generada en el resto de las acciones, documentación descargable y noticias de interés en el marco del proyecto. Tal y como estaba previsto, la web ha sido y es soporte del calculador de índices de sostenibilidad de explotaciones agrarias, desarrollado en el marco de la acción nº 5. En tabla 10 se presentan los datos de visitas a partir del mes de noviembre de 2012, fecha a partir de la cual se realizaron las gestiones para registrar el tráfico en la página web del proyecto.

Tabla 11. Tráfico generado por la página web del proyecto Life+ Agricarbon.

PARÁMETRO	NÚMERO
Nº de sesiones:	6.125
Nº Usuarios:	5.197
Nº de páginas vistas:	18.655
Porcentaje de rebote:	63,05%
Porcentaje de visitas nuevas:	84,85%

- Cartelería de apoyo para eventos de difusión: Para dar visibilidad al proyecto en los eventos de difusión celebrados, ya sean en cursos y jornadas, o en los congresos, además de la cartelería específica propia del evento, se han realizado dos enaras y un cartel de mesa con la imagen del proyecto.
- Tablones de anuncio: En total se han realizado 6 carteles informativos colocados a lo largo del primer semestre del año 2011, tres de tamaño grande de dimensiones 1,5x1 m, ubicados en los principales accesos y tres de tamaño pequeño, de dimensiones de 0,7 x 0,5 m, dispuestos a pie de las parcelas más alejadas. De esta manera, en todas las parcelas de la explotación, ha estado ubicado un cartel indicativo del proyecto.

Imagen 12. Tablones de anuncio dispuestos en cada una de las fincas demostrativas

- Fichas técnicas: Tal y como estaba previsto, se han publicado 5 fichas técnicas, enfocadas a informar a los agricultores sobre todo lo relacionado con el cambio climático y formarles sobre las prácticas agrícolas implantadas en el marco del proyecto para mitigarlo (Tabla 11).

Tabla 12. Fichas técnicas publicadas en el proyecto Life+ Agricarbon.

FICHAS TÉCNICAS	Nº DE EJEMPLARES IMPRESOS
La Agricultura y el Cambio Climático	3.000
Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático: la Agricultura de Conservación	3.000
Técnicas agrarias sostenibles mitigadoras del cambio climático: la Agricultura de Precisión	2.500
Maquinaria específica para Agricultura de Conservación. Sembradoras Directas	500
Implantación de cultivos bajo Agricultura de Conservación y Precisión. Experiencias en el marco del Proyecto LIFE+ Agricarbon	500

La tirada de las fichas nº 4 y nº 5 se redujo, al restar menos eventos que celebrar en el marco del proyecto y, por tanto, menores necesidades en el nº de ejemplares a distribuir. En cualquier caso, todas las fichas técnicas publicadas están disponibles en la página web del proyecto para su descarga.

- Revista AC: Durante los cinco años de duración del proyecto, se han editado y publicado 15 números de la revista AC en las que se ha incluido una sección especial del Proyecto Life+ Agricarbon, y mediante la cual se ha ido informando a los lectores de los avances del proyecto así como de los resultados alcanzados en el mismo. En total y contando los 15 números, se han publicado 19.305 revistas que se han distribuido mediante envíos postales a socios y a través de los eventos de formación realizados en el marco del proyecto.

- DVD sobre beneficios de técnicas agrarias sostenibles: Durante el último trimestre del año 2013 se elaboró un documental de 22 minutos de duración sobre el proyecto Life+ Agricarbon, mostrando las prácticas sostenibles utilizadas para mitigar el cambio climático y los resultados alcanzados en las fincas demostrativas en las que se implantaron. Dicho documental puede visionarse a través del canal de video del portal Life (http://lifevideos.eu/videos/?id=LIFE08_ENV_ES_000129_01_EN_CLIMA.mp4&theme=CLIMA) y del canal YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=D0buolKo-ak) al cual se pude llegar a través de un enlace disponible en la página web del proyecto.

- Producción científico-técnica: A lo largo del desarrollo del proyecto, multitud de artículos tanto de tipo científico como de tipo técnico han sido publicados en revistas especializadas del sector y en revistas de impacto. Además, el personal del proyecto, ha sido requerido en numerosas ocasiones en diversos eventos y foros técnicos para presentar los resultados alcanzados o hablar de las técnicas agrarias empleadas para mitigar el cambio climático. Valga como ejemplo la asistencia del personal del Life+ Agricarbon a foros como el congreso mundial de AC celebrado en Brisbane (Australia) o la 15th International Conference. RAMIRAN celebrada en Versalles (Francia). En la tabla 12, se muestra el número de artículos y contribuciones a eventos técnicos y científicos realizadas a lo largo de la vida del proyecto, así como el número de eventos de tipo técnico en el que han intervenido personal implicado en el Life+ Agricarbon. Destacar en este sentido, la mención que recibió la presentación del proyecto en el VI Congreso de Agroingeniería y de Ciencias Hortícolas, como mejor trabajo presentado en la sesión de Producción sostenible y agricultura ecológica.

Tabla 13. Producción científica y técnica del proyecto Life+ Agricarbon.

TIPO DE ITEM	Nº DE ITEMS
Artículos científicos en revistas de impacto	5
Artículos técnicos en revistas del sector	15
Contribuciones en eventos de tipo científico (comunicaciones orales y posters)	29 en 18 eventos diferentes
Asistencia a eventos técnicos para exponer resultados del proyecto/ presentar técnicas agrarias utilizadas en el proyecto	24 eventos

- Publicaciones de libros: Durante el primer año de ejecución del proyecto, y gracias a la colaboración de varios autores expertos en la materia, se elaboró un libro sobre los aspectos agronómicos y medioambientales de la AC titulado "Agricultura de Conservación. Aspectos Agronómicos y medioambientales". Dicha monografía ha supuesto una actualización de los conocimientos en torno a esta práctica agrícola utilizada en la finca demostrativa a escala piloto, además de servir de bibliografía de referencia a nivel nacional para todos aquellos interesados en conocerla. La realización de este libro vino motivada por la oportunidad que la puesta en marcha del proyecto Life+ Agricarbon suponía para su difusión y la transferencia de conocimientos en el ámbito técnico, cuestión que se ha visto posteriormente reflejada en los eventos de carácter nacional celebrados. Un ejemplar impreso se adjunta en el presente informe.

- Comunicación con los medios: Durante el desarrollo del proyecto, se han ido manteniendo diversos contactos con los medios de comunicación tanto escritos como audiovisuales para favorecer las labores de difusión, intensificándose en la celebración de grandes eventos tales como los dos congresos celebrados a nivel internacional, o la jornada internacional celebrada en el último trimestre del año 2014. Resultado de esta labor, el proyecto ha estado presente en multitud de noticias aparecidas en la prensa escrita, tanto generalista como especializada, y en coberturas informativas realizadas en prensa, TV y radio, las cuales se han ido recogiendo en los sucesivos dossieres de prensa que se han ido adjuntando en los informes remitidos a la Comisión. Por mencionar algunas de las acciones de comunicación más relevantes, destacar los reportajes realizados por el programa Agrosfera, único programa a nivel nacional dedicado al mundo agrario, del segundo canal de la TV pública estatal. Uno de los reportajes cubrió información de la Jornada de campo realizada en el año 2010 en Segovia, celebrada en el marco del Congreso Europeo de Agricultura de Conservación celebrado en Madrid. El otro reportaje, cubrió la información de la Jornada Internacional de Agricultura de Conservación celebrada en septiembre del año 2014 en Brihuega (Guadalajara). La audiencia de este programa televisivo se sitúa en torno a las 160.000 personas. En la tabla 13 se muestra la producción del proyecto en términos de cobertura de medios.

Tabla 14. Producción mediática del proyecto Life+ Agricarbon.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	TOTAL
Nº de noticias en medios escritos (generalista y especializada)	2	18	-	1	-	6	**27**
Nº de noticias en internet	23	38	5	17	14	27	**124**
Radio	-	1	-	-	3	-	**4**
TV	-	1	-	-	1	5	**7**
Ruedas de prensa	1	1	-	-	-	-	**2**
TOTAL	**26**	**58**	**5**	**18**	**18**	**38**	**163**

- Reuniones con diferentes agentes del sector agrario: Multitud de reuniones y encuentros se han llevado a cabo durante el periodo de ejecución del proyecto, con distintos agentes del sector agrario. Dichos encuentros se han aprovechado para presentar el Life+ Agricarbon, exponer los resultados alcanzados en el mismo, realizar visitas a las fincas demostrativas, compartir los conocimientos técnicos adquiridos a lo largo del desarrollo del proyecto en foros de carácter técnico, y participar como expertos en grupos de trabajo y comparecencias en comisiones de carácter legislativo. Destacamos en el marco de estos encuentros, los siguientes por su relevancia:

  - Participación del personal de ECAF en la confección del documento 2009/2157(INI), en el cual fue presentado el 27 de enero de 2010, en sesión del Comité de Agricultura y Desarrollo Rural del Parlamento Europeo, sobre la "Agricultura en la UE y el cambio climático", y en el que se identifica a la AC como solución al cambio climático desde la perspectiva agraria en la UE.
  - Colaboración con la United Nations Environment Programme (UNEP) elaborando el estudio de caso "Success Stories on Green Economy from UNECE Region Information Paper for -Environment for Europe- Process Astana Conference" Spain – EU LIFE+ Agricarbon Project.
  - Comparecencia el 29 de noviembre de 2010 en el Palacio del Congreso de los Diputados, ante la Comisión Mixta No Permanente Congreso-Senado para el Estudio del Cambio Climático para informar sobre el papel de la agricultura en el cambio climático, haciendo referencia a los avances que se están consiguiendo en el proyecto.
  - Participación en la redacción del informe "Estrategias de Sostenibilidad en el Sector Agrario Andaluz", realizado para la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, como instrumento para la puesta en marcha, dentro del ámbito agrario, de la Ley de Economía Sostenible por parte del Gobierno español.
  - Participación de la AEAC.SV en la propuesta de medidas a incluir en la elaboración en el Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020, como entidad integrante del partenariado dentro del proceso de Gobernanza, liderado por la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía. Fruto de ello, se ha incluido una medida denominada "Agroambiente y Clima", en la que se contempla la promoción en el territorio andaluz de la AC como una herramienta para mejorar los recursos naturales suelo, agua y aire.
  - Intervención de la AEAC.SV como organismo consultor de la OECC respecto al papel de la AC en la mitigación del cambio climático. En concreto, el papel de la AEAC.SV ha servido para justificar la postura del Gobierno de España ante el Equipo de Naciones Unidas responsable de revisar el Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, y como asesores a la hora de elaborar la medida de AC dentro de la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, incluida dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero. Sin duda alguna, los resultados alcanzados en el marco del proyecto Life+ Agricarbon han servido de aval en este sentido.

Como resumen de todos los encuentros mantenidos con los agentes del sector agrario, se muestra en la tabla 14 el número de reuniones mantenidas con los distintos tipos de agentes y el ámbito de las mismas:

Tabla 15. Reuniones y encuentros mantenidos con agentes interesados.

	Internacional	Nacional	Regional	TOTAL
Administraciones Públicas	10	12	15	**37**
Asociaciones Agrarias	0	4	2	**6**
Empresas	9	12	13	**34**
Agricultores	1	4	26	**31**
Técnicos e investigadores	7	12	3	**22**
TOTAL	**27**	**44**	**59**	**130**

- Informe Layman: Se ha editado un reportaje tanto en formato digital como en formato papel, de 12 páginas en cuatricromía, en dos idiomas, inglés y español. Se han impreso 1.500 copias las cuales han sido distribuidas entre las principales administraciones y organismos relacionados con el sector agrario, estando además disponible a través de la web del proyecto, la versión en formato digital.

Acción 10: Actuaciones de transferencia tecnológica en cultivos herbáceos.

Bajo esta acción, responsabilidad de la AEAC.SV, se han llevado a cabo todas las actuaciones de carácter formativo del proyecto. Inicialmente se contemplaba la realización de seis jornadas de campo y cuatro cursos formativos, orientadas fundamentalmente a agricultores y técnicos, con una asistencia esperada de 150 personas por jornada y 50 personas por curso. Finalmente, y con la extensión del plazo concedido por la Comisión, se han realizado un total de siete jornadas de campo y seis cursos formativos, con una asistencia global de 2.475 personas, superando ampliamente las cifras inicialmente previstas.

Las Jornadas han supuesto, sin duda alguna, una oportunidad para mostrar in situ la metodología de las prácticas agrarias puestas en juego en el proyecto y sus beneficios medioambientales, al haberse celebrado en las fincas demostrativas y en explotaciones en las que los cultivos llevaban varios años implantados bajo SD. Además, y para ampliar su alcance, la celebración de las mismas no se han circunscrito sólo a la zona de actuación del proyecto, localizada en el Valle del Guadalquivir, sino que se realizaron dos jornadas de mayores dimensiones en Castilla y León y Castilla-La Mancha, regiones españolas con una importante actividad agraria (4,3% y 6,8% del PIB respectivamente) (INE, 2014) y relevantes en lo que a implantación de la técnica de SD a nivel nacional se refiere (29,97% y 10,32% de la superficie nacional bajo SD respectivamente) (MAGRAMA, 2014).

La primera gran Jornada, tuvo lugar en la finca “Cevunos”, situada en el término municipal de Escobar de Polendos (Segovia) el 7 de octubre de 2010, y se celebró en el marco del Congreso Europeo de Agricultura de Conservación que tuvo lugar en Madrid. El evento, organizado de manera conjunta por la AEAC.SC, ECAF, IDAE y el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), contó con una asistencia de 342 personas y se articuló en torno a dos partes claramente diferenciadas. La primera tuvo un marcado carácter técnico y didáctico. Los asistentes, divididos en varios grupos, pasaron por cada una de las tres estaciones temáticas preparadas, en las cuales se desarrollaron diversas ponencias prácticas sobre aspectos relativos a AC. Así, se trataron aspectos relacionados con el ahorro de energía, al ahorro de combustible, la fertilización y el aprovechamiento del agua. De igual forma, se aprovecharon cada una de estas sesiones para dar consejos prácticos a los agricultores y aportar soluciones a posibles problemas que se puedan presentar en la adopción de cada una de las técnicas de AC. La segunda parte consistió en una explicación de soluciones herbicidas y en una demostración de equipos de siembra y demás implementos adaptados a este tipo de técnicas. Esta parte corrió a cargo de las empresas participantes presentes en la Jornada, acercando a los asistentes las últimas innovaciones

tecnológicas existentes en el mercado relacionadas con la AC y AP. La jornada tuvo una importante cobertura informativa a través del principal programa de ámbito agrario de la TV pública estatal (Agrosfera).

La segunda gran Jornada, que sirvió de conclusión al proyecto, tuvo lugar en la finca "Valdemoros", situada en el término municipal de Brihuega (Guadalajara) el 2 de octubre de 2014. De carácter internacional, tuvo una asistencia de 1.300 personas procedentes de todos los puntos de España. Al igual que la anterior, se desarrolló en dos partes, una técnica con una ponencia inaugural y ponencias prácticas en estaciones temáticas, y una segunda parte en la que las empresas presentes mostraron a los asistentes los equipos funcionando en campo. La Jornada fue organizada de manera conjunta por la AEAC.SV, el IDAE (Ministerio de Industria, Energía y Turismo) y la Agrupación de Siembra Directa de Guadalajara, y contó con la colaboración de la ECAF. Tras la inauguración, la cual contó con autoridades a nivel nacional regional, provincial y local, además de con la representación del equipo de seguimiento externo del Programa Life+, se dio paso a la ponencia inaugural, titulada "La PAC 2014-2020. Oportunidades para el desarrollo de la Agricultura de Conservación en el futuro marco legislativo europeo". A continuación se dividió a la audiencia en 6 grupos para repartirlos por las 6 estaciones temáticas programadas. En este caso, los temas tratados fueron aspectos relacionados con el ahorro energético y de costes en AC, las buenas prácticas agrícolas a realizar para la conservación de suelo y el agua, se expusieron experiencias existentes en SD en otras zonas de la Península Ibérica, se dieron pautas para realizar un uso sostenible de fitosanitarios de acuerdo con la Directiva 128/2009/CE para un Uso Sostenible de Plaguicidas y se describió como se realiza una inspección técnica de equipos de aplicación, y, finalmente, se expusieron algunas de las líneas innovadoras que, desde el sector privado, se están llevando a cabo y que contribuyen a hacer de la agricultura una actividad sostenible. El evento tuvo una gran repercusión mediática tanto a nivel nacional como regional, como así lo demuestra los reportajes de TV en los principales programas de ámbito agrario en la cadena pública estatal (Agrosfera) y en la cadena pública autonómica (El Campo), además de haber sido noticia en informativos en la cadena local.

El resto de jornadas celebradas, un total de cinco, fueron de ámbito regional y tuvieron lugar en las fincas demostrativas en las que se han venido llevando a cabo las acciones de implantación y seguimiento. De todas ellas, dos jornadas se celebraron en la Finca "Rabanales", dos en la finca situadas en Carmona (Sevilla) y una en la Finca de "La Pluma", en las Cabezas de San Juan (Sevilla). La estructura ha sido similar en todas ellas, celebrándose por lo general una primera parte en un salón de actos, en el que han intervenido varios ponentes, sirviendo sus exposiciones para contextualizar el marco de la jornada, tanto desde el punto de vista legislativo, como medioambiental y económico, para luego asistir a las fincas, en las que se mostraban in situ los cultivos implantados y los equipos y maquinaria utilizados en el proyecto.

En el proyecto se han realizado además un total de 6 cursos formativos, celebrados cinco de ellos en el Campus Universitario de Rabanales, aprovechando las instalaciones de la UCO, socio del proyecto, y otro curso en la localidad de Lebrija (Sevilla), zona de gran tradición agrícola, cercana al emplazamiento de la finca demostrativa "La Pluma". Los cursos han tenido una componente más técnica y teórica que las jornadas, celebrándose sesiones en salones de actos con ponencia abordando aspectos tales como la nueva PAC, fundamentos de la AC y la AP y mecanismos de mitigación del cambio climático de las prácticas agrícolas empleadas en el proyecto.

En la tabla 16 se relaciona los entregables que se han generado en cada uno de los eventos anteriormente mencionados.

Tabla 16. Entregables generados en cada acción formativa.

EVENTO	ENTREGABLES
Jornada de Campo del Congreso Europeo de Agricultura de Conservación. Finca Cevunos. Escobar de Polendos (Segovia). 07/10/2010.	Tríptico segundo anuncio (congreso+jornada)
	Guía de Campo
	Cartelería para adecuación de espacios (congreso+jornada)
Curso "Agricultura de Conservación en cultivos herbáceos: Control de la erosión y Cambio Climático". Aulario Averroes. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 18-22/10/2010.	Tríptico
	Cartel
Curso "Aritmética del carbono en la agricultura sostenible. Tecnologías asociadas de conservación y precisión". Aulario Averroes. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 07-10/11/2011	Tríptico
	Cartel
Jornada de Campo sobre "Agricultura Sostenible. Tecnologías asociadas de conservación y precisión". Finca Rabanales. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 10/11/2011	Tríptico
	Cartel
Jornada de campo "Agricultura sostenible: Experiencias prácticas en el Valle del Guadalquivir". Salón de actos edificio Hytasa y Finca Demostrativa en Carmona (Sevilla). 15/12/2011	Tríptico
	Cartel
	Guía
Seminario Técnico "Agricultura sostenible en el siglo XXI. Life+ Agricarbon". Aulario Averroes. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 31/01/2012	Cartel
Jornada Técnica "Cultivos Herbáceos de Secano. Proyecto Life+ Agricarbon". Casa de la Cultura. Lebrija (Sevilla). 18/10/2012	Tríptico
	Cartel
	Guía
Jornada de Campo "Agricultura sostenible en el marco del proyecto LIFE+ Agricarbon". Finca Rabanales. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 22/11/2012	Tríptico
	Cartel
	Guía

EVENTO	ENTREGABLES
Jornada de campo "Agricultura sostenible: Experiencias prácticas en el Valle del Guadalquivir". Salón de actos edificio Hytasa y Finca Demostrativa en Carmona (Sevilla). 18/01/2013	Tríptico
	Cartel
	Guía
Jornada de campo "Agricultura sostenible: Experiencias prácticas en el Bajo Guadalquivir". Sala de Reuniones CADE y finca "La Pluma". Las Cabezas de San Juan (Sevilla). 07/11/2013	Tríptico
	Cartel
	Guía
Seminario técnico "Técnicas agrarias sostenibles en el marco del proyecto LIFE+ Agricarbon". Campus Universitario de Rabanales. Córdoba. 29/11/2013	Tríptico
	Cartel
	Guía
Jornada Internacional de Agricultura de Conservación. Finca "Valdelobos". Brihuega (Guadalajara). 02/10/2014	Tríptico
	Cartel
	Actas
	2 Carteles de Lona
	6 carteles estaciones temáticas
	Página web
	Credenciales+lanyards
	Bolsas para material
Jornada Técnica "Técnicas agrarias sostenibles en el marco del proyecto Life+ Agricarbon". 27/11/2014. Finca Rabanales. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba.	Tríptico
	Cartel

Acción 13: Congreso Europeo sobre Agricultura de Conservación y Precisión: Paradigma de la agricultura sostenible como respuesta al Cambio Climático.

En la propuesta inicial esta acción, responsabilidad de ECAF, contemplaba la realización de un gran evento de difusión científico-técnica en el marco del proyecto global, que finalmente derivó en dos congresos, uno en el año 2010 y otro en el año 2014.

La implicación de dos de las entidades pertenecientes al consorcio del proyecto (AEAC.SV y ECAF) en la organización del Congreso Europeo sobre Agricultura de Conservación, que bajo el lema "Avanzando hacia la sostenibilidad agroambiental, climática y energética" se celebró en Madrid del 4 al 6 de octubre de 2010, motivó, por parte del socio coordinador, la solicitud incluir la actividad en el proyecto debido a la fuerte relación de los temas propuestos en el programa con la temática del Life+ Agricarbon. Finalmente, la Unidad Life, a través de comunicación enviada por email al director técnico del proyecto el 21/04/2010, convino incluir el Congreso como un evento de difusión, entendiendo que este hecho no motivaba una modificación sustancial del proyecto, no suponiendo una variación del 10% o de 30.000 € del presupuesto de la acción, ya que parte de los gastos en los que se iban a incurrir, iban a ser financiados por ingresos obtenidos por patrocinios e inscripciones.

Así pues, y en este contexto, se celebró este evento, inaugurado por la entonces Ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España, Dª Elena Espinosa Mangana. El congreso contó con ponentes de relevancia mundial en los ámbitos político y científico, asistieron unos 200 investigadores de diversas partes del mundo como España, Italia, Alemania, USA, Cuba, Méjico, Portugal, Túnez, Hungría, Azerbaiyán, Francia, Siria, Etiopia, Irán, Suiza, Finlandia, Argentina, Rusia y Australia. Todo ello contribuyó a la presentación a nivel internacional del proyecto y a evaluar, a través de las contribuciones presentadas, el estado del arte de las prácticas que iban a ser utilizadas en las acciones demostrativas. En total, entre ponencias, comunicaciones orales y posters, se recibieron 95 trabajos, todos ellos relacionadas con agricultura y cambio climático. Toda esta información contribuyó a enriquecer el soporte de conocimiento sobre el que se han basado las acciones de implantación y de seguimiento del proyecto.

Los entregables que generó este evento, remitidos a la Comisión en los envíos de los informes anteriores, fueron los siguientes:

- Programa del Congreso en español y en inglés.
- Segundo anuncio.
- Libro de Actas.
- Página web.
- Cartelería:
    - 2 enaras.
    - Cartel de lona de entrada.
    - Cartel photocall.
    - 2 carteles de mesa.
- Credenciales.
- Bloc de notas y bolígrafos.
- Cartera porta documentos.

El segundo evento congresual se consumó con la realización en Bruselas, del 1 al 3 de abril de 2014, de la "Green Carbon Conference: Making Sustainable Agriculture Real", en la que tal y como se esperaba, se presentaron los resultados obtenidos a través de las acciones demostrativas del proyecto desde sus inicios, referentes al cambio climático, además de ofrecer numerosas intervenciones de expertos de diferentes ámbitos relacionados con la temática de la Conferencia y de este proyecto. El evento, organizado conjuntamente con el Instituto de Agricultura Sostenible de Francia (IAD en sus siglas en francés) contó con una asistencia de 107 profesionales de distintos campos dentro del ámbito agrario, desde agricultores hasta trabajadores de la Administración Pública, pasando por técnicos e investigadores de empresas y organismos de investigación y universidades. Un total de 28 países diferentes estuvieron representados en el evento, entre los que estaban algunos de Europa como Italia, Francia, Portugal, España, Finlandia, Suiza, Reino Unido, Irlanda, Alemania y Bélgica entre otros, y algunos de otras partes del mundo como Estados Unidos, Australia, Canadá, Brasil y China entre otros. El congreso sirvió para presentar los resultados obtenidos en el proyecto a lo largo de los cuatro años y posicionar las técnicas de AC y AP como herramientas viables para mitigar el cambio climático desde el sector agrario. Además, y dentro de las conclusiones, se marcaron las líneas de trabajo a seguir en un futuro, para dar continuidad a la labor de promoción de la AC de cara a su consideración como medida para alcanzar la sostenibilidad en el sector agrario. Entre ponencias, comunicaciones orales y posters, fueron presentados 58 trabajos a lo largo de los tres días de duración del evento. Los entregables que generó este evento, remitidos a la Comisión en los envíos de los informes anteriores, fueron los siguientes:

- Programa del Congreso en inglés.
- Libro de Resúmenes de los trabajos presentados.
- Página web.
- Cartelería:
    - 5 enaras.
    - Cartel de mesa.
    - Cartel de atril.
- Credenciales.
- Bloc de notas y bolígrafos.
- Cartera porta documentos.

Respecto a la web del Congreso, en la tabla 16 se muestran los datos correspondientes al tráfico generado:

Tabla 17. Tráfico generado en la página web del congreso.

PARÁMETRO	NÚMERO
Nº Usuarios:	5.111
Nº de sesiones:	7.613
Nº de páginas vistas:	19.768
Porcentaje de rebote:	58,65%
Porcentaje de visitas nuevas:	67,14%

Por último, y en el marco de esta acción, y a la vista de la reciente PAC que entró en vigor el pasado 1 de enero de 2015, ECAF quiso aportar su pequeño grano de arena, en cuanto a la posición de Europa con respecto al horizonte 2020, gracias a su publicación "Making Sustainable Agriculture Real in CAP 2020: The role of Conservation Agriculture".

Acción 14: After Life Communication Plan.

En el marco de eta acción, responsabilidad de la AEAC.SV, se ha elaborado la estrategia de comunicación que se llevará a cabo una vez finalizado el proyecto. Dicha estrategia se ha plasmado en el documento After Life Communication Life. El documento contiene todos los apartados que se requieren como necesarios en el documento publicado por la Comisión que marca las directrices para su elaboración.

Además, en el marco de esta acción, se ha elaborado un Informe de Sostenibilidad, en el que se ha realizado un análisis y una evaluación de la aceptación de las técnicas en la zona de aplicación del proyecto. Además, en dicho informe, se proponen sugerencias de cara a futuras iniciativas de la Comisión Europea para la adopción de estas técnicas aprovechando las oportunidades que ofrece la legislación en materia agraria, energética y medioambiental.

5.3Evaluation of Project Implementation

Para contribuir a la mitigación del cambio climático desde el sector agrario y favorecer la adaptación de los cultivos de secano a sus efectos, el proyecto Life+ Agricarbon ha utilizado una metodología basada en la aplicación conjunta de técnicas agrarias sostenibles como la AC y la AP, en tres fincas demostrativas situadas en el Valle del Guadalquivir (Andalucía-España).

La AC, basada en la reducción drástica de las labores sobre el suelo y el mantenimiento de una cobertura vegetal sobre el mismo, contribuye a la mitigación del cambio climático debido a que constituye una medida de doble acción frente al aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Por un lado, los cambios introducidos por la AC en la dinámica del C en el suelo, traen como consecuencia directa un incremento del carbono del suelo, lo que convierte

a estas técnicas en una actividad sumidero de carbono. Por otro lado, la reducción drástica del número de labores junto con la no alteración mecánica del suelo, suponen una reducción de las emisiones de CO_2 derivada del ahorro energético y de la reducción de los procesos de mineralización de la materia orgánica. En concreto, la técnica de AC utilizada en el marco del proyecto ha sido la SD, en la que no se realiza ningún tipo de labor sobre el suelo y al menos, un 30% de su superficie queda cubierta por restos vegetales del cultivo anterior.

Por su parte, la AP, en la que se realiza un uso más eficiente de insumos gracias al uso de las nuevas tecnologías basadas en los sistemas de posicionamiento global y la aplicación sitio-específica, provoca una reducción del consumo energético en las operaciones agrícolas que, a la postre, se traduce en una reducción de las emisiones de CO_2.

La implantación y desarrollo de la metodología utilizada se ha realizado sobre la base de un diseño experimental que permitiera el estudio de todos y cada uno de los parámetros contemplados en el proyecto, de forma simultánea en todos los cultivos implicados en la rotación típica de la zona (trigo-girasol-leguminosa), en los dos sistemas de manejo comparados (convencional basado en laboreo (LC) vs AC y AP).

Para asegurar que la implantación fuera exitosa, las fincas demostrativas que albergaran este diseño debían ser gestionadas por agricultores concienciados y con un alto grado de implicación en el proyecto, es por ello que los criterios de elección seguidos fueron además de su localización geográfica, el número de años en SD y el marcado perfil técnico, empresarial e innovador de los gerentes y/o propietarios de las explotaciones.

Resultado de ello fue el establecimiento de tres fincas demostrativas, divididas cada una de ellas en 6 parcelas de 5 ha; 3 bajo AC+AP, y 3 manejados con LC, lo que hace un total de 30 ha por finca y 90 ha en el proyecto conjunto. En la figura 6 se muestra el diseño utilizado en cada finca demostrativa.

	CEREAL	LEGUMINOSA	GIRASOL
AC +AP	5 Ha	5 Ha	5 Ha
LC	5 Ha	5 Ha	5 Ha

Figura 6. Diseño de parcelas en las fincas demostrativas.

La implantación de los sistemas de manejo en el diseño anteriormente comentado, se llevó a cabo a través de los agricultores y/o técnicos responsables en cada finca, excepto en la de Rabanales, la cual fue gestionada de manera conjunta por la AEAC.SV y la UCO. En este sentido, el método seguido para ello fue similar en cada explotación, estableciendo reuniones al inicio de cada campaña para proceder a su planificación, y personándose los técnicos del proyecto en las parcelas en el momento de realizar cada una de las operaciones de cultivo más sensibles como la siembra o la cosecha, entre otras.

A la luz de los resultados obtenidos tras cuatro campañas agrícolas, se puede afirmar que la implantación de esta metodología en la gestión agronómica de cultivos de secano, ha contribuido a reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera y han aumentado la capacidad sumidero del carbono atmosférico en el suelo. Prueba de ello, es que en el conjunto de las tres fincas demostrativas, se han dejado de emitir en torno a **20 toneladas de CO_2** gracias a la reducción del consumo energético. Por su parte, el suelo ha dejado de emitir en estos sistemas unas hasta un **55% menos de CO_2 en los días que se ha realizado algún tipo de operación agrícola** además de **fijar de media un 30% más de carbono respecto a las parcelas manejadas de manera convencional, llegando dicho incremento en algunos casos al 56%.**

Las prácticas agrícolas utilizadas en la metodología empleada por el LIFE+ Agricarbon han sido contempladas en diversos proyectos demostrativos de ámbito europeo y en diversos estudios y grupos de trabajo, como medidas para mitigar y adaptarse al cambio climático, lo que viene a reforzar su viabilidad en la implantación a nivel de explotación. Un ejemplo de ello es el proyecto AgriClimateChange (LIFE09 ENV/ES/00441), el cual incluye la SD como una de las medidas dentro de los planes de acción a llevar a cabo para reducir las emisiones de GEI a nivel de explotación. En el grupo de trabajo del Congreso Nacional de Medio Ambiente 2014 (CONAMA 2014), celebrado en el mes de noviembre del año 2014, tanto en el subgrupo de Medidas de Mitigación y Adaptación, como en el subgrupo de Sinergias entre medidas de mitigación y adaptación, se identifican la AC y AP como herramientas para mitigar y adaptarse al cambio climático desde el sector agrario. Por su parte, la OECC, organismo adscrito al MAGRAMA del Gobierno de España, contempla a la AC en la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero.

Uno de las debilidades del método empleado, es que buena parte del éxito de su implantación, depende de una actitud proactiva por parte del agricultor a la hora de ponerla en práctica, al suponer, tanto en el caso de la AC como en el de la AP, técnicas innovadoras que modifican de alguna manera los hábitos y prácticas culturales arraigadas durante varias generaciones.

Por un lado, la implantación de la AC, provoca una ruptura con la asociación secular indisoluble del agricultor y labrador, al suponer la supresión de labores sobre el suelo. Por lo general, un agricultor convencional cree que labrar el suelo suministra beneficios a la explotación y, por tanto, incrementaría dicho laboreo si fuera económicamente posible. Por otro lado, la AP, supone la utilización de modernas tecnologías, en ocasiones difíciles de entender sobre todo para aquella parte de la población agrícola de avanzada edad. La conclusión de todo ello es que no todos los técnicos y agricultores están capacitados para asumir el reto que supone la implantación de estas técnicas agraria innovadoras, por lo que se hace necesario, si se pretende fomentar su uso para mitigar y adaptarse al cambio climático, apoyarlas desde una perspectiva legislativa, bien a través de incentivos o bien a través de programas de formación y asesoramiento. En este sentido, el Pilar I de la nueva PAC 2014-2020, a través de las llamadas prácticas equivalentes dentro del *greening*, o el Pilar II, a través de las ayudas agroambientales establecidas en los Programas de Desarrollo Rural que se definan en cada Estado Miembro, puede suponer una oportunidad para dar cobertura normativa a estas prácticas, al contribuir de manera positiva con los retos planteados en la nueva reforma (seguridad alimentaria, medioambiente y clima, equilibrio territorial).

Los resultados obtenidos en cuanto al coste de implantación de las prácticas y su eficiencia han ido en la línea de lo ya contrastado en diversos estudios realizados a nivel nacional. La aplicación conjunta de AC y AP supone una reducción de los costes de producción (costes fijos y costes variables) motivados por la reducción de las labores, la optimización en el uso de insumos y de los

tiempos de trabajo que, unido a un mantenimiento de los rendimientos agronómicos, trae como consecuencia que se obtenga un mayor margen de beneficios, lo que hace a estas técnicas ser realmente interesantes desde el punto de vista de la relación coste-eficiencia.

En el marco del proyecto, la rentabilidad a favor de la AC y AP ha sido considerable, dado que, manteniéndose las producciones, se ha producido un ahorro de costes respecto a los sistemas de manejo convencional. Se estima por cada campaña, un ahorro de **59,6€/ha en el trigo, 72,7 €/ha en el caso del girasol y 62,0 €/ha en leguminosas. En porcentajes, los ahorros de costes fueron del 9,5% en trigo, 21,6% en girasol y 15,4% en leguminosas.**

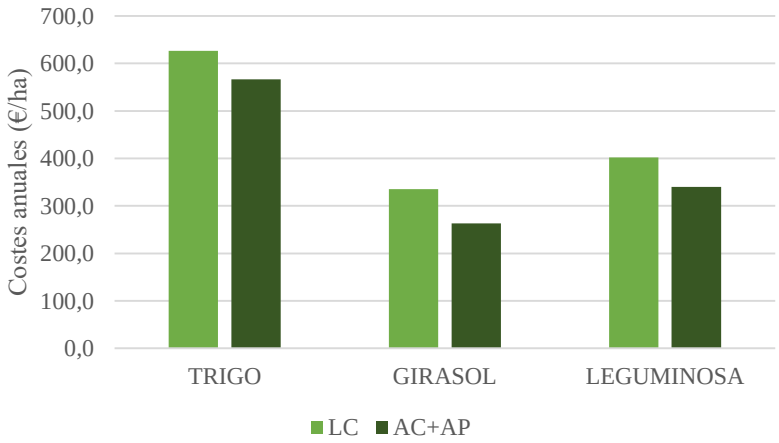


Figura 7. Reducción de costes (€/ha) obtenidos en las parcelas bajo AC+AP de las fincas demostrativas. Fuente: Universidad de Córdoba.

Si además de esto, tenemos en cuenta que el rendimiento horario (horas/ha) se ha reducido de media un 60% en los sistemas de AC y AP respecto a los sistemas de laboreo convencional, el beneficio obtenido por hectárea aumenta aún más. Otros estudios que pueden servirnos de referencia y que apuntalan las cifras obtenidas en el Life+ Agricarbon, son los realizados por Arnal (2014) y presentados en la Jornada Internacional que se celebró en el marco del proyecto Life+ Agricarbon, en donde en un estudio de costes de tres sistemas de manejo de suelo, en el que se comparaban LC con laboreo reducido y SD, se obtenían para éste último, incrementos de beneficios del 104% respecto al laboreo convencional, teniendo en cuenta el coste total, mano de obra incluida e ingresos.

No debemos finalizar este análisis de la relación del coste-eficiencia sin mencionar que la implantación de estas prácticas por parte de un agricultor que de manera previa haya llevado a cabo un sistema de manejo convencional basado en el laboreo, requiere una inversión inicial en el caso de que opte por adquirir el equipamiento necesario. El mayor coste de inversión lo constituye la sembradora directa, cuyo gasto puede oscilar entre los 18.000 € y los 50.000 € dependiendo de las características del tren de siembra y de la anchura de trabajo. La recuperación de dicha inversión dependerá del número de horas de trabajo al año, por lo que puede ser recomendable para pequeños productores, contratar los servicios de una empresa externa para la realización de la operación de siembra. Por su parte, los equipos de AP son cada vez más asequibles al bolsillo del agricultor, toda vez que conforme la tecnología va avanzando, los costes de producción de los equipos van disminuyendo a medida que la demanda aumenta. Una alternativa para aquellos agricultores que no deseen realizar un importante desembolso inicial, es subcontratar las operaciones, existiendo ya en el mercado empresas de prestación de servicios que pueden dar respuesta a este tipo de demanda. En cualquier caso, lo que queda claro a la vista de los análisis de coste-beneficio expuesto

anteriormente, es que el mayor coste de inversión queda compensado por el aumento del margen de beneficios obtenidos al cambiar de sistema de manejo, lo que supone que, desde el punto de vista económico, dichas prácticas no sólo sean sólo interesantes desde el punto de vista medioambiental.

Como se desprende de lo expuesto, los objetivos planteados para el proyecto en general y para cada una de las acciones en particular, se han cumplido satisfactoriamente a tenor de los resultados obtenidos tras cinco años de ejecución. A continuación se muestra en la tabla 17 la evaluación del cumplimiento de los objetivos para cada acción demostrativa desarrollada.

Tabla 18. Grado de cumplimiento de objetivos del proyecto.

Task	Foreseen in the revised proposal	Achieved	Evaluation
Implantación de las técnicas agrarias sostenibles.	Realizar una correcta implantación y asegurar un adecuado desarrollo de las técnicas agrarias sostenibles en las explotaciones piloto.	Tres explotaciones con una extensión de 45 ha con cultivos establecidos bajo prácticas de AC y AP durante cuatro campañas.	El cumplimiento de los objetivos de esta acción era clave, al ser la base sobre la cual se han realizado las acciones de seguimiento y se han demostrado los beneficios de la AC y AP respecto la mitigación y adaptación al cambio climático El éxito de esta acción se ha fundamentado en la capacidad de reacción ante las inclemencias meteorológicas., la cual ha permitido mantener los sistemas de manejo estudiados durante el periodo de desarrollo del proyecto. La SD ha estado mejor implantada cuando se ha llevado a cabo una rotación de cultivos que posibilitase una adecuada cobertura del suelo por restos vegetales. En este sentido, cuando se ha tenido que repetir el cultivo por las inclemencias meteorológicas, el porcentaje de suelo cubierto, aunque aceptable para el sistema de manejo, ha sido inferior.
Evaluación adaptativa de los sistemas de AC y AP frente al Cambio Climático.	Poner de manifiesto la capacidad de adaptación de los cultivos herbáceos manejados bajo técnicas de AC y AP ante los posibles escenarios climáticos que se den como consecuencia de una subida de las temperaturas de 2ºC (mejora de la humedad edáfica del suelo con cultivos bajo AC y AP, mejora de la producción de cultivos bajo AC y AP en condiciones de sequía, mantenimiento de los rendimientos productivos y mejora de la calidad de grano).	Suelos con mayor contenido de agua en las parcelas donde han estado implantados los cultivos bajo AC y AP (entre 2,1% y 18% superior). Suelos de parcelas bajo AC y AP menos compactados en profundidad. Mantenimiento de la producción en aquellos cultivos implantados bajo AC y AP respecto a los implantados bajo LC.	Respecto al contenido de humedad, los suelos en los cuales han estado implantados cultivos bajo AC y AP han mostrado en la mayoría de los casos registros algo superiores respecto a los suelos con cultivos bajo LC. Sólo el caso de las parcelas ubicadas en la finca demostrativa situada en Carona (Sevilla) ha mostrado un comportamiento dispar, al no haberse alcanzado siempre una cobertura de suelo suficiente en el sistema de AC+AP. Lo realmente interesante, es que dichos contenidos han sido superiores incluso en la campaña 2011/2012, la más seca de las cuatro en las que se han desarrollado las acciones demostrativas, lo que viene a significar, que el cultivo implantado bajo AC y AP tiene más agua disponible que los implantados bajo LC y, por tanto, se adaptarían mejor a episodios de sequía como los que vaticina los modelos predictivos de cambio climático en las regiones mediterráneas. Los suelos bajo AC+AP han tenido un grado de compactación superior en superficie, invirtiéndose esta tendencia conforme se profundizaba en el perfil. Esto hace que la suela de labor, fenómeno tan perjudicial para el desarrollo del cultivo, no aparezca en AC+AP. Respecto a la producción, los cultivos bajo AC y AP han obtenido, en general, un rendimiento similar que aquellos implantados bajo LC, y en algunos casos algo superiores. Similar comportamiento se da con los parámetros de calidad. Ello significa que el cambio de manejo a los sistemas de manejo mitigadores del cambio climático, no suponen una merma en su productividad, por lo que dichos sistemas de manejo son también sostenibles desde el punto de vista económico.

Task	Foreseen in the revised proposal	Achieved	Evaluation
Evaluación emisora de CO_2 y energética de explotaciones agrícolas.	Implantación de una plataforma digital para el cálculo de emisiones y energética de sistemas de manejo.	Plataforma de cálculo de índices de sostenibilidad de explotaciones agrícolas accesible desde la web del proyecto y desde la web del socio protector.	Este objetivo se ha cumplido por encima de las expectativas iniciales, habida cuenta de que al final se ha realizado una aplicación en la que, además de hacer un análisis desde el punto de vista energético y de emisiones de GEI, se introducen otros indicadores medioambientales como el uso y conservación de suelo, uso y calidad de agua, y un indicador social y un indicador económico.
Verificación del efecto sumidero de la Agricultura de Conservación.	Verificar a escala piloto, el aumento de la tasa de secuestro del carbono en el suelo con cultivos implantados bajo AC y AP.	Aumento del contenido de carbono orgánico en el suelo con cultivos bajo AC y AP respecto a los cultivos bajo LC (Incremento de **10,7 t/ha** en la finca ubicada en Córdoba, de **6,35 t/ha** en la finca ubicada en Carmona (Sevilla), y de **6,19 t/ha** en la finca de Las Cabezas de San Juan (Sevilla)). La media del incremento de secuestro de CO_2 alcanzada por año y hectárea ha sido, para la AC+AP de **7,2 t**.	Los valores hallados vienen a confirmar el aumento del efecto sumidero del suelo que se produce en cultivos bajo AC y AP. El valor más alto obtenido en la finca ubicada en Córdoba (Rabanales) viene explicado por el hecho de que, a diferencia de las anteriores, la técnica de SD fue implantada por primera vez al comienzo del proyecto. Según la bibliografía científica existente, los mayores valores en la tasa de secuestro de carbono en suelos con cultivos bajo AC, se dan en los primeros años de su implantación, como efectivamente ha ocurrido en este caso.
Evaluación de las tasas de reducción de emisiones de CO_2 procedentes del suelo en la Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión.	Demostrar la efectividad que las técnicas de AC y AP tienen en la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera, por la no alteración mecánica del suelo con labores.	Reducción de las emisiones de CO_2 desde el suelo en cultivos implantados bajo AC y AP (En las parcelas muestreadas, de media el porcentaje de reducción de emisiones respecto al LC ha ido desde el **25% hasta el 88%**).	Los resultados obtenidos vienen a confirmar la reducción en la tasas de emisiones en los suelos con cultivos bajo AC y AP. Los valores se presentan en un rango de valores habida cuenta de la variabilidad meteorológica entre campañas, y por la dependencia de las emisiones de otros factores no controlables. Aún así, el patrón que queda claro, es que las emisiones han sido siempre superiores en los suelos manejados bajo LC. Por otro lado, la medición de emisiones en el momento de la realización de ciertas operaciones, ha permitido observar el comportamiento emisor del suelo ante cada tipo de apero y la profundidad de la labor.

Task	Foreseen in the revised proposal	Achieved	Evaluation
Evaluación de las tasas de reducción de emisiones de CO_2 asociados al ahorro energético en la Agricultura de Conservación y Agricultura de Precisión.	Verificar la reducción de las emisiones superfluas de CO_2 a la atmósfera fruto de la implantación de técnicas de AC y de AP, frente a la agricultura convencional, por la disminución en el consumo de combustible, energía e insumos que originan (reducción de emisiones derivado de un ahorro de combustible del 50%, mayor eficiencia en el uso de insumos).	Reducción media del consumo de gasoil del 51,6% (25,7 l/ha) en el trigo, del 52,9% (24,9 l/ha) en el de girasol y del 55,7% (28,5 l/ha) en la leguminosa. Reducción del consumo energético global del orden de un 12% en el trigo, 26,3% en el girasol y 18,4% en la leguminosa. Disminuciones de emisiones de CO_2, respecto al laboreo convencional de **176 kg/ha para trigo, 73 kg/ha para girasol y 86 kg/ha para la leguminosa.**	Los objetivos que planteaba esta acción se han cumplido satisfactoriamente. En las cuatro campañas agrícolas que ha cubierto el proyecto, y debido a la reducción del consumo energético, en las tres fincas demostrativas se han dejado de emitir del orden de 20 t de CO_2. Teniendo en cuenta los resultados, sólo en Andalucía, región en la que se ha desarrollado el proyecto, se podrían reducir anualmente 140 t de CO_2 equivalente al aplicar los sistemas de SD combinados con la ayuda al guiado.

T: +34 957 212 663 * 957 422 099 · F: +34 957 422 168 · M: + 34 607 698 939 | www.agricarbon.eu

La mayor parte de los resultados obtenidos han podido ser constatados a lo largo de la vida del proyecto, si bien algunos han necesitado más tiempo que otros para poder verificar su valor y confirmar su tendencia positiva en los casos en los que se ha implantado AC y AP, al ser parámetros en los cuales intervienen multitud de factores que varían de una campaña agrícola a otra. Este ha sido el caso de las tasas de secuestro de carbono y emisiones de CO_2 desde el suelo.

En el caso del secuestro de carbono atmosférico, los datos recopilados durante la primera campaña apenas mostraron diferencias significativas entre los dos sistemas de manejo comparados en dos de las tres fincas demostrativas empleadas en el proyecto. Como se ha comentado anteriormente, en la finca "Rabanales" fue donde ese incremento fue patente desde el principio debido a que las parcelas no habían sido manejadas con anterioridad bajo la técnica de SD, y por tanto, su margen de mejora ha sido desde primera hora superior a las parcelas de las otras dos fincas demostrativas. A partir de la segunda campaña, fue cuando el incremento de secuestro de carbono fue haciéndose más evidente gracias a la utilización de la AC y la AP, toda vez que el carbono contenido de los restos del cultivo anterior y procedente del CO_2 atmosférico capturado por la planta a través de la fotosíntesis, ya se estaba incorporando al suelo y la dinámica del carbono había comenzado a cambiar.

Respecto a las emisiones de CO_2 procedentes del suelo, como consecuencia de su perturbación por la acción de los aperos, y aunque el comportamiento se ha mantenido similar en todas las campañas, la variabilidad en las condiciones meteorológicas de un año a otro, hace aconsejable que, para evaluar la efectividad del tratamiento, y a pesar de que desde la primera campaña los suelos con cultivos bajo AC y AP han emitido menos, se contemplen todos los valores en su conjunto para dar unas cifras medias.

Pero si hay un proceso cuyo efecto necesitará más tiempo para ser visible en toda su extensión, será el de la mejora de la capacidad de adaptación de los cultivos bajo AC y AP al cambio climático, a través de la mejora de las condiciones del suelo para el desarrollo de los cultivos (estado hídrico del perfil del suelo y compactación). En relación a la mejora del estado hídrico, durante el periodo de ejecución del proyecto, sólo una campaña agrícola ha estado marcada por un periodo de sequía, momento en el que mejor se ha podido constatar la efectividad de la AC en este sentido. Además, y aunque se han observado aumentos en el contenido de humedad del suelo respecto a los sistemas de LC, la dinámica todavía no ha dado resultados con diferencias estadísticamente significativas en el periodo analizado, por lo que tendrán que transcurrir algunas campañas más para que dichos incrementos queden definitivamente consolidados y su efecto se refleje en mejores producciones en situaciones de sequía. Respecto a la reducción de la compactación del suelo, si bien se han visto los efectos a profundidad, la variabilidad de presencia de restos vegetales en superficie entre campañas, ha dificultado que dichos efectos tengan diferencias estadísticamente significativas. Conforme se mantenga en el tiempo la reducción del paso de maquinaria y la no utilización de aperos de labranza, las diferencias de compactación en profundidad se irán haciendo cada vez más patentes, llegando a desaparecer la suela de labor.

Sin duda alguna, la extensión del periodo de ejecución del proyecto durante un año más, fue esencial para afianzar los resultados que se estaban obteniendo y cumplir así con los objetivos marcados. La concurrencia durante el desarrollo del proyecto de los años más húmedos y más secos en los últimos 70 años de la zona de actuación, batiendo récords en los extremos lluviosos y secos en apenas dos años, debilitaron la consistencia de los resultados obtenidos en el marco del proyecto, consecuencia de no haber podido implantar en algunas parcelas el cultivo que correspondía según la rotación planificada, del mal desarrollo de algunos de los cultivos, y de la imposibilidad realizar algunos de los muestreos preceptivos al no poder acceder a las parcelas debido a las malas condiciones del suelo. Como consecuencia de estos acontecimientos, se llevaron a cabo medidas

para paliar sus efectos, realizándose modificaciones en las rotaciones inicialmente planteadas, implantado en uno de los casos el mismo cultivo que el de la campaña precedente, y en otro no siguiendo el orden previsto de la rotación, lo que posibilitó obtener datos en todas las campañas. Aun habiendo tomado estas decisiones, tanto la modificación de las rotaciones en los cultivos inicialmente planificadas, como el bajo desarrollo de alguno de ellos supuso una merma en la cantidad de restos vegetales presentes en las parcelas de SD afectadas, reduciéndose así la capacidad fijadora esperada del suelo, es por ello por lo que, al comprometerse algunos de los objetivos principales del proyecto, se solicitó una extensión para poder seguir muestreando el suelo una campaña más. Dicha ampliación sirvió además para desarrollar en toda su magnitud la plataforma virtual de cálculo de emisiones y energética de explotaciones agrícolas, la cual amplió su ámbito de aplicación a otros indicadores de sostenibilidad medioambiental, como uso y conservación de suelo y uso y conservación de agua, y a indicadores de sostenibilidad social y económica. Otra de las acciones que no hubieran cumplido sus fines de no ser por la extensión dada, era la relativa a la celebración de un congreso europeo. Dicho evento, programado para presentar las conclusiones del proyecto, necesitaba contar con resultados más consistentes fruto de la recogida de datos durante una campaña agrícola más.

Con respecto a la efectividad de las acciones de difusión, destacar que han cumplido e incluso superado las expectativas inicialmente previstas a tenor de los impactos generados y retornos que, como consecuencia de dichos impactos se han materializado en premios, tareas de asesoría a Administraciones Públicas y menciones del proyecto en informes internacionales.

Así pues, fruto de la aparición del proyecto en artículos publicados en prensa generalista y especializada, y según una empresa de comunicación que ha trabajado para la divulgación del proyecto y la cobertura informativa de alguno de los eventos celebrados, a nivel nacional se estiman unos 635.000 impactos generados.

Por otro lado, la cobertura informativa por parte de TV y radio de los diferentes eventos celebrados, en especial los dos congresos, las jornadas regionales y la jornada internacional, tuvieron una gran repercusión, siendo objeto de reportajes y entrevistas en los principales programas de ámbito agrario en cadenas locales, regionales y nacionales. Como ejemplos más representativos de ello, fueron los amplios reportajes realizados en el programa de la televisión pública nacional "Agrosfera", en torno a la jornada de campo celebrada en el marco del Congreso Europeo de Agricultura de Conservación celebrado en el año 2010 o la Jornada Internacional de Agricultura de Conservación celebrada en el año 2014. Según los datos de estudios de audiencias realizados en España, dicho programa tiene una audiencia de 156.000 personas, lo que supondría que, entre los dos eventos, un total estimado de 312.000 impactos.

Otra vía de impacto del proyecto han sido las acciones formativas, las cuales, además de presentar los resultados del proyecto al público objetivo y transferir el conocimiento generado, han servido para concienciar a la audiencia de la necesidad de llevar a cabo sistemas de manejo agrario sostenibles. La asistencia total de personas a todos los eventos celebrados, entre congresos, cursos y jornadas, ascienden a un total de 2.550 personas.

Prueba de la eficiencia de las acciones de difusión y, como respuesta a los impactos generados, son los retornos que el proyecto ha tenido. Los más inmediatos y directos han sido las menciones al mismo ya sea en forma de premio, o en forma de referencia en informes de interés, y las intervenciones del personal del proyecto como asesores expertos en la elaboración de informes y/o justificación de medidas agrarias de mitigación del cambio climático. Destacamos las siguientes:

- Mención del proyecto en el documento "Success Stories on Green Economy from UNECE Region Information Paper for -Environment for Europe- Process Astana Conference" Spain –

EU LIFE+ Agricarbon project. Dicho documento fue presentado en presencia de los ministros de medio ambiente de Europa y otros países (http://www.unep.org/PDF/PressReleases/ece_astana_conf_2011_inf_25_e.pdf).

- Premio al mejor proyecto contra el cambio climático del año 2012 en la convocatoria anual de los Premios Andalucía de Medio Ambiente convocados y fallados por la Junta de Andalucía.
- Comparecencia del profesor de la Universidad de Córdoba y presidente de la AEAC.SV, D. Jesús A. Gil Ribes, responsable técnico de una de las acciones del proyecto, el 29 de noviembre de 2010 en el Palacio del Congreso de los Diputados, ante la Comisión Mixta No Permanente Congreso-Senado para el Estudio del Cambio Climático para informar sobre el papel de la agricultura en el cambio climático, haciendo referencia a los avances que se están consiguiendo en el proyecto.
- Participación en la redacción de un informe titulado "Estrategias de Sostenibilidad en el Sector Agrario Andaluz", realizado para la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía como consecuencia de la puesta en marcha de la Ley de Economía Sostenible por parte del Gobierno español, en el que se posicionaban las técnicas de AC y AP como posibles caminos para alcanzar la sostenibilidad en el medio rural.
- Inclusión de una medida de apoyo a la AC, dentro del Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, promovida por el IDAE (Ministerio de Industria, Energía y Turismo), destinada a favorecer la migración de la agricultura convencional a la agricultura de conservación para reducir el consumo de energía del sector, a través de incentivos económicos a proyectos de investigación, adquisición de maquinaria específica de SD, con un presupuesto global para el periodo 2011-2020 de 17,6 M€.
- Inclusión, por parte de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, dentro del proceso de elaboración de la parte de Gobernanza del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, de la medida denominada "Agroambiente y Clima", en la que se contempla la promoción en el territorio andaluz de la AC como una herramienta para mejorar los recursos naturales suelo, agua y aire.
- Inclusión, por parte de la OECC, de la AC como medida para mitigar el cambio climático en la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero.
- Labores de asesoramiento, a la OECC de cara a la justificación de la inclusión AC como medida mitigadora del cambio climático, frente al Equipo de Naciones Unidas responsables de revisar el Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera.

Otro resultado al que el desarrollo del proyecto y sus acciones de difusión han contribuido de una manera indirecta, es el aumento de la superficie de siembra directa implantada en España en los últimos años, datos recopilados por la ESYRCE con una periodicidad anual (Encuesta Nacional de Superficies y Rendimientos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Así pues, y según los informes sectoriales realizados por este organismo, la superficie bajo siembra directa ha aumentado en 6 años un 115%, pasando de una superficie de 274.528 ha a una superficie de 590.473 ha, situándolo como país europeo líder en este tipo de técnica sostenible (figura 8).

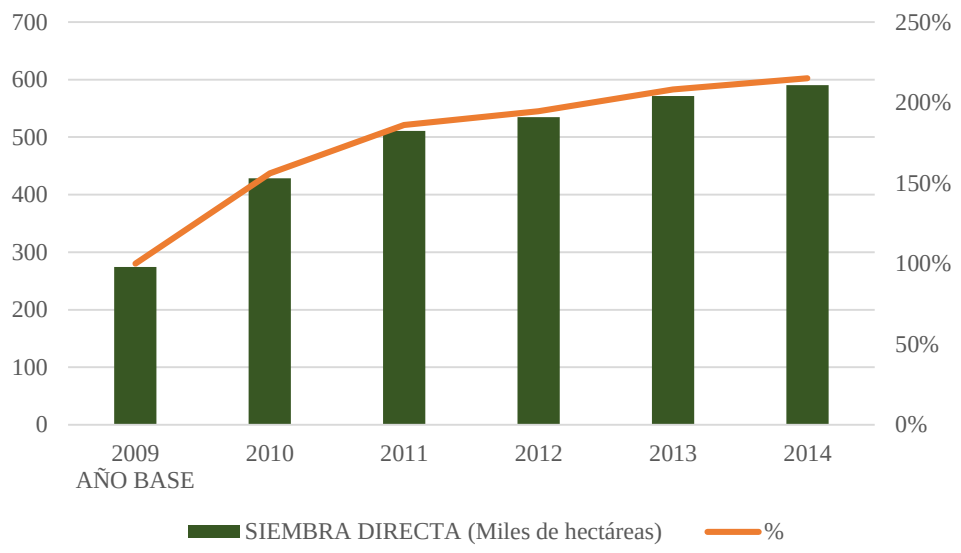


Figura 9. Evolución de la superficie de cultivos bajo SD en España. Fuente: ESYRCE (MAGRAMA) (2015).

5.4 Analysis of long-term benefits

1. Environmental benefits

   a. Direct / quantitative environmental benefits:

   Tal y como se ha descrito en apartados anteriores, la implantación y puesta en práctica de la AC y la AP como sistemas de manejo en cultivos extensivos de secano, ha supuesto un beneficio medioambiental en lo que a aumento de la fijación de carbono atmosférico por el suelo, reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera y ahorro energético se refiere.

   Así pues, los cambios introducidos por la AC en la dinámica del Carbono en el suelo traen como consecuencia directa un incremento de este elemento en el mismo como consecuencia de dos procesos. Por un lado, al dejar los restos vegetales cubriendo la superficie el suelo, se favorece que el CO_2 atmosférico fijado en sus estructuras vegetativas a través de la fotosíntesis, pase a formar parte del suelo como MO gracias a los procesos de descomposición de los microorganismos del suelo. Por otro, la eliminación de las labores sobre el suelo, hace que se mejore la estructura del mismo, aumentando la estabilidad de los agregados frente a los procesos de desagregación, permitiendo una mayor protección de la materia orgánica frente a los ataques de los microfauna edáfica, y manteniendo "atrapado" en el espacio poroso del suelo el CO_2 resultante de los procesos de mineralización de la MO, con lo que se contribuye a una reducción de las emisiones de este gas. En definitiva, la AC promueve la entrada de CO_2 en el suelo gracias a la presencia de restos vegetales y reduce las salidas de este gas como consecuencia de la reducción de las labores, lo que a la postre se traduce en un incremento del efecto sumidero.

   En el marco de actuación del proyecto, se ha constatado que los suelos con cultivos implantados bajo AC han sido capaces de fijar de media, gracias a estos dos procesos, un 30% más de CO_2 respecto a los suelos en los que el cultivo ha estado implantado

bajo laboreo convencional. Esto significa que, de media, los suelos bajo AC han fijado al año, 7,2 t CO_2 por hectárea más que los suelos bajo LC.

Respecto a las reducciones de emisiones de CO_2, la puesta en práctica de las prácticas de AC y AP en las fincas demostrativas, ha posibilitado a través del ahorro energético, que se emita de media al año, un 19% menos de CO_2 respecto a los sistemas de manejo basados en el laboreo. En concreto, el ahorro energético ha venido motivado principalmente por el ahorro en el consumo de combustible, que ha llegado a ser de media, hasta un 53% inferior en los cultivos bajo SD utilizando sistemas y equipos de AP.

Otros beneficios medioambientales producidos de manera colateral tienen que ver con la reducción de la erosión y la escorrentía, la mejora de la calidad de las aguas y el aumento de la biodiversidad, cuestiones que se verán en el apartado correspondiente a los beneficios medioambientales a largo plazo.

b. Relevance for environmentally significant issues or policy areas:

Los resultados y conclusiones alcanzadas en el marco del proyecto han servido para reforzar a nivel legislativo las técnicas de AC como prácticas mitigadoras del cambio climático. Así pues, la Oficina Española del Cambio Climático (OECC), órgano dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), además de incluir la práctica de AC en la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero, ha tenido en cuenta el juicio de los expertos de la AEAC SV, basado en buena parte en los resultados y conocimientos demostrados en el Life+ Agricarbon, para refrendar la postura del Gobierno de España ante el Equipo de Naciones Unidas responsables de revisar el Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera, a la hora de justificar la Agricultura de Conservación como medida mitigadora del cambio climático. Ello ha permitido incluir a 400.000 hectáreas de agricultores españoles como superficie mitigadora.

Además, y a tenor de los múltiples beneficios medioambientales que las prácticas implantadas en el marco del proyecto tienen, son varias las políticas en los que los resultados obtenidos pueden ser relevantes de cara a su aplicación.

La normativa más importante en el ámbito agrario es, sin duda, la PAC, que tras la última reforma aprobada en el año 2013 por el Consejo y el Parlamento Europeo, estará plenamente operativa a lo largo del año 2015. Uno de los retos que debe afrontar el sector según dicha reforma, se focaliza en el plano medioambiental y en el cambio climático, por el que se insta a seguir liberando el potencial del sector agrícola en materia de mitigación del cambio climático y de adaptación a sus consecuencias, así como aumentar su contribución positiva a través de la reducción de los GEI, las medidas relativas a la eficacia de la producción, incluida la mejora de la eficiencia energética, la producción de biomasa y de energías renovables, la captación de carbono y la retención del carbono almacenado en los suelos basadas en la innovación. En este sentido, cabe destacar como los beneficios de la implantación de la AC o de la AP enumerados anteriormente van en la línea de lo planteado en dicho reto, tal y como se acaba de describir, por lo que ya sea a través del Pilar I, por el cual se articula el sistema de ayudas directas, o a través del Pilar II, bajo el cual se definen los Programas de Desarrollo Rural de los Estados Miembros, suponen una oportunidad para dar cobertura

normativa a estas prácticas. En relación a esta última cuestión, la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, dentro del proceso de elaboración de la parte de Gobernanza del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, de la medida denominada "Agroambiente y Clima", contempla la promoción en el territorio andaluz de la AC como una herramienta para mejorar los recursos naturales suelo, agua y aire. Por su parte, en el PDR desarrollado por el Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, se incluye, aunque no de forma explícita, un compromiso que supone la práctica la Siembra Directa en aquellas explotaciones que tengan parcelas en zonas LICS y/o ZEPAS. En este caso concreto se trata de la actuación denominada "Mantenimiento del rastrojo", mediante la cual se ha de mantener en la superficie solicitada el rastrojo hasta el 31 de diciembre de cada año, sin efectuar ningún tipo de labor, dejando la paja sobre el terreno en la superficie acogida a la ayuda.

La aplicación de medidas de ahorro energético, como la SD o la AP, también favorece la aplicación de la Estrategia Europa 2020, pues supone que en las explotaciones en las que se implanten dichas prácticas, se consigan ahorros de energía de hasta un 20%, así como aumentos de eficiencia y productividad energética por encima del 20% en comparación con la agricultura convencional. El modelo se ajusta también a las líneas argumentales de fomento de la aplicación de técnicas mitigadoras del cambio climático del Programa Europeo sobre el Cambio Climático (PECC), así como a lo expuesto en las comunicaciones COM (2007) 2 final del 10 de enero de 2007, y COM (2007) 354 final, del 29 de junio de 2007, en las que se alerta de la necesidad de adoptar medidas a nivel europeo con el fin de limitar el calentamiento global a 2ºC.

Un compromiso más ambicioso lo constituye la Hoja de Ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050 (COM (2011) 112 final del 8 de marzo de 2011), mediante la cual la UE se compromete a reducir las emisiones de GEI para el año 2050, de un 80 a un 95% respecto a los niveles del año 1990. En dicho documento se expone como la mejora de las prácticas agrícolas y forestales puede aumentar la capacidad del sector de preservar el carbono y secuestrarlo en los suelos y los bosques, mencionando entre otras medidas para ello, la reducción o supresión de la labranza y la reducción de la erosión.

De manera colateral, existen otras políticas fuera del ámbito del cambio climático en las que el proyecto Life+ Agricarbon tiene una incidencia significativa, debido a los beneficios medioambientales que la implantación de la SD y de la AP tiene sobre los otros dos recursos naturales: el suelo y el agua.

Una de ellas es la Estrategia Temática para la protección del suelo (COM (2006) 231 final del 29 de septiembre de 2006 y la COM (2006) 232 final del 22 de septiembre de 2006), la cual propone medidas cuyo objeto es la protección del suelo y la preservación de su capacidad de desempeñar sus funciones ecológicas, económicas, sociales y culturales. La implantación de sistemas como la SD incrementa la resiliencia de los ecosistemas agrarios, contribuyendo a la reducción de la erosión, de la compactación, de la escorrentía y aumentando los contenidos de MO del suelo, mejorando con ello, su estructura y fertilidad. Por todo ello, esta práctica encaja perfectamente dentro de las herramientas a utilizar en el sector agrario para la consecución de los objetivos planteados en dicha Estrategia.

En cuanto a los principales objetivos de la política a nivel de la UE en relación con el uso y la escasez de agua, la implantación de las prácticas del proyecto suponen un

impulso al Sexto Programa de Acción (PEA) (Dec. nº1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002) y a la Directiva Marco del Agua (DMA, 2000/60/CE, del 23 de octubre de 2000), que tienen por objeto garantizar un uso sostenible de los recursos hídricos. Gracias a las medidas del proyecto, se consigue un mejor balance de agua y un uso más eficiente de este recurso. Además, favorece la prevención de contaminación de aguas y su eutrofización por transporte de sedimentos, pesticidas y nutrientes provenientes del ámbito agrario.

Las actuaciones contempladas en el proyecto suponen un importante valor añadido en referencia a la Directiva 2009/128/CE, del 21 de octubre de 2009, sobre un uso sostenible de los plaguicidas. Por un lado, la SD, a través de los restos vegetales que quedan sobre el suelo, retienen en gran medida los fertilizantes y pesticidas en la zona agrícola donde son aplicados, hasta que son utilizados por el cultivo o descompuestos en otros componentes inactivos. Por otro, la utilización de dispositivos de ayuda al guiado o guiado automático, y equipos con sensores para la distribución de fertilizantes y herbicidas de manera sitio específica, optimiza el uso de insumos agrarios, lo que a la postre redunda en una reducción de la contaminación.

Por su parte, la Directiva de Nitratos (91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991), que tiene por objeto proteger la calidad del agua en toda Europa, aborda la problemática derivada de la lixiviación de nitratos debido a la fertilización nitrogenada, tratando de evitar que los nitratos procedentes de fuentes agrícolas contaminen las aguas superficiales y subterráneas, fomentando en paralelo, el uso de buenas prácticas agrícolas. Al poner en práctica tareas agrícolas como las implantadas en este proyecto, se produce como consecuencia una fuerte reducción del arrastre de herbicidas en las aguas y de forma similar de los nitratos, con una reducción superior al 85%.

2. Long-term benefits and sustainability

a. Long-term / qualitative environmental benefits:

En apartados anteriores ya se han ido mencionando, ya sea de manera directa, como el caso de las reducciones de emisiones de GEI, o de manera indirecta, como el caso de la mejora de los recursos suelo y agua y el aumento de la biodiversidad, los beneficios medioambientales que ofrecen las prácticas agrícolas implantadas en el marco del proyecto, y cuyos efectos perduran más allá del periodo analizado en el Life+ Agricarbon.

A largo plazo, los fenómenos que contribuyen a la mitigación del cambio climático por parte de los sistemas de manejo de AC y AP, se mantendrán en aquellos cultivos en los que estén implantados. En este sentido, según González-Sánchez et al, 2012, los suelos bajo SD secuestrarán de media 0,85 t de carbono más por hectárea y año los primeros 10 años (3,15 t CO_2/ha y año), para reducir dicha tasa a partir de entonces a 0,16-0,40 t de carbono por hectárea y año (0,59-1,48 t CO_2/ ha y año).

Con respecto a las emisiones de CO_2 a la atmósfera, la implantación de los sistemas de manejo de AC y AP supondrá de media una reducción del 20% respecto a los sistemas de manejo convencional basados en el laboreo. Como se ha descrito anteriormente, dichas reducciones viene motivadas por la supresión del laboreo y la no alteración mecánica del suelo que supone la implantación de la SD, y por la optimización en la realización de las operaciones que supone la utilización de AP.

Los fenómenos que irán adquiriendo cada vez más importancia conforme vayan pasando los años, serán aquellos que favorecen la adaptación de los cultivos bajo AC al calentamiento global, fruto del aumento de la resiliencia del suelo y de la mejora de su calidad.

En este sentido, el aumento del carbono orgánico provisto por la AC fruto del secuestro del CO_2 supone a la postre, un aumento de la cantidad de MO en el suelo, principal indicador de su calidad. Este parámetro es clave para mejorar la estructura de un suelo, aumentar la capacidad para la retención de nutrientes de las plantas mejorando la fertilidad e incrementar la capacidad del suelo para retener agua. Por todo ello, el secuestro de carbono tiene otros beneficios medioambientales asociados además de la mitigación del cambio climático.

Por otro lado, con los sistemas de AC se reduce en gran medida la erosión del suelo, más del 90% en el caso de SD (Towery, 1998), lo que se traduce en una mejor calidad de las aguas superficiales debido a la reducción de los sedimentos, así como de la pérdida de herbicidas y nutrientes en solución y asociados al sedimento (Douglas *et al.*, 1998). Todo lo anterior representa en su conjunto una mejora muy importante de la calidad de las aguas superficiales. Así, los restos vegetales de la cosecha anterior sobre el suelo que caracteriza a la AC, retienen en gran medida los fertilizantes y pesticidas en la zona agrícola en que fueron aplicados, hasta que son utilizados por el cultivo o descompuestos en otros componentes inactivos. De ese modo, las técnicas de conservación no sólo reducen muy considerablemente la escorrentía sino que también propician una fuerte adsorción de pesticidas, amonio y fosfatos por los sedimentos. En consecuencia con lo anterior, se ha estimado que mediante la SD, el arrastre de herbicidas en las aguas se reduce sustancialmente, y de forma similar los nitratos (>85%) y fosfatos solubles (>65%). A este respecto, si se comparan diversos métodos de laboreo se puede concluir que mediante la SD se reduce en las aguas superficiales el transporte de herbicidas en un 70%, los sedimentos en un 93% y la escorrentía en un 69%, en comparación con el LC con volteo. Se concluye, pues, que las técnicas de SD mejora sustancialmente la calidad del agua.

Otro beneficio medioambiental derivado de la implantación de la AC es el alusivo a la mejora de la biodiversidad de los ecosistemas agrarios. Así, gracias a los restos vegetales que quedan de forma permanente en el suelo, se favorecen las condiciones para el desarrollo de numerosas especies como pájaros, pequeños mamíferos, reptiles, invertebrados del suelo tales como lombrices o predadores de plagas (Best, 1995; Valera-Hernández *et al.*, 1997). En el caso concreto de las lombrices, en ensayos realizados en España, en SD se han alcanzado 200 individuos por m^2 en los primeros 20 cm de suelo, frente a apenas 30 individuos en agricultura convencional (Cantero *et al.*, 2004). En SD, esta cifra equivale a unos 600 kg de biomasa por hectárea, casi un 700% más que en LC.

b. Long-term / qualitative economic benefits:

La utilización conjunta de la AC y la AP no sólo constituye una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente, sino que además presenta mayor rentabilidad económica que la convencional, debido por un lado, al ahorro energético y la reducción del tiempo de trabajo provisto por estos sistemas, el cual reduce los costes de producción, y por otro, al mantenimiento de las producciones de los cultivos, el cual asegura un nivel de ingresos similar al del LC.

En términos comparativos respecto al LC, la práctica de AC conlleva una reducción del consumo de energía superior al 10-15% e incrementa la productividad energética superior al 30% en algunos casos (Hernanz, 1997). Una de las principales causas que motivan la reducción del consumo energético, es el ahorro que se produce en el consumo de gasoil como consecuencia de la supresión de las operaciones de laboreo. Por ejemplo, en experiencias de SD llevadas a cabo en el Valle Medio del Ebro (España) desde principios de los años 80, y cuyos datos fueron presentados en la Jornada Internacional de Agricultura de Conservación que tuvo lugar en Brihuega (Guadalajara) en octubre del año 2014, en el marco del proyecto Life+ Agricarbon, se constataron reducciones del consumo de gasoil de casi el 50% en las parcelas de SD respecto al LC (Arnal, 2014). Esos valores van en la línea de otros trabajos publicados en donde se obtuvieron ahorros de combustible de la SD respecto al laboreo convencional de unos 31,5 l/ha y año (Pimentel *et al.*, 1995).

Por su parte, la utilización de los equipos de AP también supone un importante ahorro energético fruto de la utilización de sistemas como ayuda al guiado o de sistemas de aplicación sitio-específica y de dosis variable, que han sido los utilizados en las fincas demostrativas del proyecto. Ello supone por un lado, ahorro de combustible al reducir el solape entre las diferentes pasadas en el momento de realizar las operaciones agrícolas, y por otro, una optimización en el uso de los insumos. En el caso del guiado, existen ejemplos en los que el ahorro de combustible puede llegar hasta el 7,1% (Navas Gracia *et al.*, 2010). En el caso de la utilización de abonadoras de dosificación variable o tratamientos sitio específicos de herbicidas, en fincas heterogéneas se podrían conseguir ahorros de hasta un 20-30% en el primer caso y de hasta un 50-60% en el segundo caso.

En las experiencias llevadas a cabo en las fincas demostrativas del proyecto Life+ Agricarbon, en las que la utilización de SD se complementa con AP, la reducción del consumo de gasoil ha sido de media del 53% respecto al sistema de manejo convencional (Figura 9), lo que supuso un ahorro medio de 26,4 l/ha en el conjunto de la rotación.

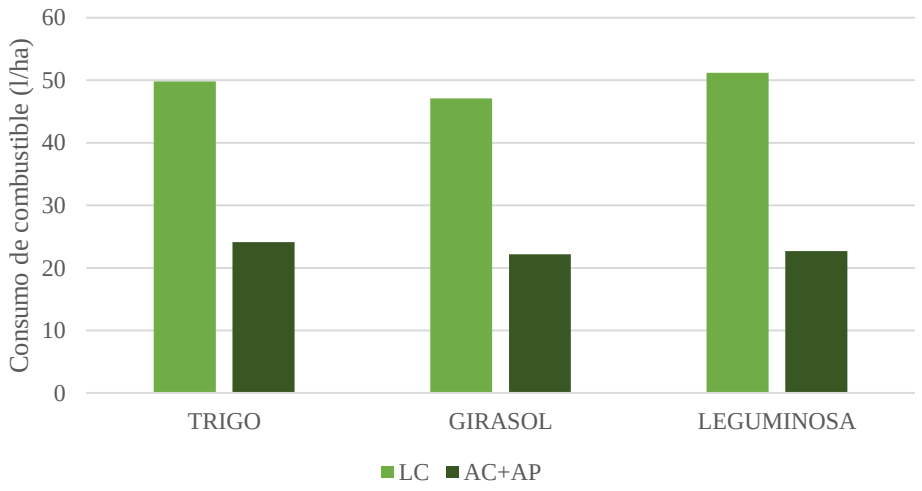


Figura 10. Consumo de combustible en cada uno de los sistemas de manejo empleado en las fincas demostrativas.
Fuente: Universidad de Córdoba.

Otro capítulo importante es el coste de la mano de obra. Tanto en la AC como en AP se produce una reducción del número de horas de trabajo, lo que constituye un descenso de los costes de producción. En las experiencias anteriormente comentadas llevadas a cabo en el Valle Medio del Ebro (España) (Arnal, 2014), la reducción de horas de la SD respecto al LC es de 4,30 horas por hectárea sembrada, es decir baja a menos de la mitad. Es importante señalar, que la reducción de los tiempos de trabajo se da en las épocas de laboreo, con lo que el agricultor puede dedicarse a otro tipo de actividades que en ese momento demanden más atención como puede ser el riego de otros cultivos, los cuidados o la recolección de productos hortícolas, etc, aumentando la rentabilidad de los mismos. Por su parte, en AP, en experiencias llevadas a cabo en una parcela de trigo de 50 ha, los ahorros de tiempo gracias a la utilización de un sistema de guiado llegaban hasta las 7 horas (Navas Gracia *et al.*, 2010).

En las experiencias llevadas a cabo en las fincas demostrativas del proyecto Life+ Agricarbon, la disminución de los tiempos de trabajo utilizando los dos sistemas (AC y AP) fue del 60% (Figura 10), ahorrándose más de 2 h/ha de media en la rotación.

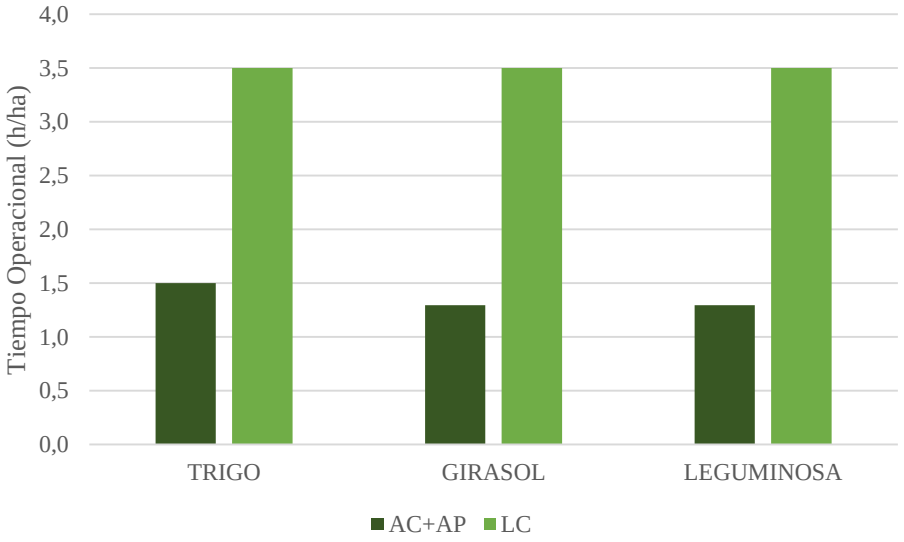


Figura 11. Rendimiento horario (h/ha) en cada uno de los sistemas de manejo empleados en las fincas demostrativas.
Fuente: Universidad de Córdoba.

En relación a los ingresos ligados a la producción, estudios desarrollados en Andalucía (España) muestran que la adopción de sistemas de AC no supone una pérdida de rendimiento con respecto al manejo basado en el laboreo (Valera *et al.*, 1995), manteniéndose la producción en los casos más desfavorables. A este respecto, una encuesta realizada en 2007 para el MAGRAMA puso de manifiesto que, incluso en los primeros años de implantación de la AC que es el periodo de mayor desconocimiento y de mayor número de dificultades técnicas, el 84% de los encuestados afirmaba que su producción se mantenía con respecto a las prácticas que realizaban anteriormente. Pero incluso en aquellos casos en los que la producción bajo SD ha sido menor, la reducción de costes es tan notable que motiva que los beneficios sean mayores. Puede que en LC se obtengan más kilos por hectárea, pero no más euros que es lo que al final interesa.

Está claro que para un agricultor que desee cambiar su sistema de manejo basado en el laboreo uno de SD o AP, debe realizar una inversión inicial en maquinaria y equipamientos, ya sea en una sembradora directa en el primer caso o en sistemas de guiado automático, actuadores para dosificación variable y sensores multiespectrales para detectar la presencia de malas hierbas y actuar sobre las boquillas entre otros para el segundo caso. Sin duda alguna, esto abre un nicho de mercado para el sector privado, especialmente en empresas ligadas a la innovación tecnológica y por tanto, con gran valor añadido. Por otro lado, al abrigo de esta nueva tecnología, y para cubrir la demanda de aquellos agricultores que deseen implantar estos sistemas de manejo, pero tengan una limitada capacidad de inversión, las empresas de prestación de servicios pueden resultar una alternativa rentable, de hecho, en la zona de actuación del proyecto, ya existen algunas empresas que ofrecen servicios en este sentido.

Por último, destacar las posibilidades que el desarrollo de estas prácticas ofrece a otros sectores empresariales dentro del sector agrario. Así pues, las empresas de servicios, dotadas de equipos y del capital humano necesario, pueden ofrecer servicios de siembra directa, recogida de información, almacenamiento, procesamiento y utilización de datos de campo, apoyando al agricultor en su proceso de toma de decisiones. Gracias a este servicio, es posible administrar más eficazmente las flotas, reducir costes y aportar un valor añadido al agricultor que lo demande.

Los fabricantes de maquinaria, como suministradores de sembradoras directas, cosechadoras con monitores de rendimiento, equipos de guiado y de aplicación de fertilizantes o de herbicidas a dosis variable, tienen así un nuevo mercado a explorar, teniendo la posibilidad de desarrollar sistemas integrales de AP para toda su gama de equipo.

El desarrollo de software para las aplicaciones de AP es otro campo de desarrollo potencial tanto para las grandes empresas de maquinaria que venden los equipamientos, como para pequeñas empresas que aporten aplicaciones más especializadas o más sencillas de usar. Estas pequeñas empresas de tecnología, pueden surgir además como intermediarios fundamentales entre muchos agricultores interesados y los fabricantes de los distintos equipos electrónicos para AP. Además de ser proveedores, éstas pueden realizar una labor fundamental auxiliando al usuario final en el montaje, configuración y uso de los sistemas campaña a campaña.

En el ámbito macroeconómico y, teniendo en cuenta las cifras de fijación de CO_2 de la práctica de Agricultura de Conservación en González-Sánchez et al, 2012, la SD representa una oportunidad de ahorro de costes en el mercado de carbono para aquellos países firmantes del Acuerdo de Kioto que superen sus emisiones respecto a sus compromisos. Por poner un ejemplo, España superó las emisiones permitidas en el periodo 2008-2012 en 165,6 millones de toneladas de CO_2, lo que supuso adquirir derechos de emisiones en el mercado internacional por una cuantía total de 812 millones de euros, para así compensar dicho exceso. De haber considerado la superficie en Siembra Directa del año 2014 como sumidero de carbono, España habría reducido el exceso en dicho periodo en 8,86 millones de t de CO_2, lo que hubiera supuesto un ahorro en la compra de derechos de emisión en el mercado internacional de 43,5 millones de euros. Si se aplicasen los coeficientes de fijación al total de hectáreas potenciales que podrían estar bajo Siembra Directa, esta cifra podría subir hasta los 598 millones de euros.

A modo de conclusión, la tabla 18 muestra los beneficios económicos asociados a la Agricultura de Conservación según la FAO (2003). La distinción entre impactos locales, nacionales y globales es importante, ya que posibilita el dar una explicación racional a los programas nacionales o globales que apoyan la adopción de la AC, según la importancia de los beneficios netos en cada uno de ellos.

Tabla 19. Principales beneficios derivados de la adopción de AC.
Fuente: FAO (2003).

BENEFICIOS	INCIDENCIA		
	LOCAL	REGIONAL	GLOBAL
Reducción de los costes de explotación: ahorro de tiempo, mano de obra y mecanización	✓		
Incremento de la fertilidad y retención de humedad del suelo, incrementando el rendimiento a largo plazo, estabilidad de los rendimientos y una mayor seguridad alimentaria	✓	✓	✓
Estabilización del suelo y protección contra la erosión, que conduce a reducir la sedimentación aguas abajo		✓	
Reducción de la contaminación tóxica de las aguas superficiales y subterráneas		✓	
Caudales más regulares en los ríos, atenuación de las inundaciones y regeneración de pozos secos		✓	
Recarga de acuíferos, como resultado de una mayor infiltración		✓	
Reducción de la contaminación del aire gracias a la maquinaria de laboreo.		✓	✓
Reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera (fijación de carbono)		✓	✓
Conservación de biodiversidad edáfica y terrestre		✓	✓

c. Long-term / qualitative social benefits:

Con algo más de 2 millones de hectáreas en España, el trigo ocupa el 32% de la superficie dedicada a cereales grano, constituyendo el segundo cultivo en importancia en este grupo tras la cebada. Por su parte, las judías, habas y guisantes, constituyen en su conjunto, el 45% de la superficie ocupada por las leguminosas grano, mientras que el girasol es el cultivo más importante de España en lo que a cultivos industriales se refiere, ocupando el 92% de su superficie (MAGRAMA, 2015).

En Europa, en el año 2011, la superficie ocupada por trigo y girasol fue del 14,5% y del 4% respectivamente de la superficie agraria útil (Eurostat, 2011). Respecto a la superficie ocupada en Europa por las leguminosas que han sido utilizadas en el marco del proyecto, no existen datos a día de hoy.

Estas cifras dan una idea de la importante dimensión social que tienen el conjunto de cultivos empleados en el marco del proyecto Life+ Agricarbon, por lo que cualquier

acción que tenga como foco actuar sobre ellos tendrá una repercusión sobre la población rural y al tejido empresarial ligado a las comarcas agrarias cuyos cultivos mayoritarios sean los utilizados en el proyecto.

Una parte de los beneficios sociales vienen derivados de la mejora de la rentabilidad de las explotaciones agrarias fruto de los beneficios económicos y de los impactos en otros ámbitos de negocios dentro del sector agrario ya comentados en el apartado anterior.

Así pues, la reducción del número de horas que tanto la AC como la AP suponen en el manejo de un cultivo a lo largo de la campaña agrícola, el cual llega a ser de hasta el 60%, permite o bien dedicar ese tiempo a otras actividades productivas, o bien a la conciliación de la vida laboral y familiar.

Por otra parte, y a tenor de la superficie en la que está implantada la SD (7,8% de superficie de cultivos herbáceos extensivos en España) (MAGRAMA, 2015), y de las múltiples opciones de adopción que ofrece de la AP, desde instalar sólo un sistema de guiado, hasta realizar una planificación completa en base a mapas de prescripción y utilización de aplicaciones sitio específicas, las posibilidades de expansión de estas buenas prácticas agrarias son todavía amplias, por lo que, como se ha comentado anteriormente, existen oportunidades para el desarrollo de empresas ligadas a la AC y a la AP, cuyo enfoque sea dar servicio a agricultores y técnicos ligados a la actividad agraria, tanto a nivel local como regional. Ello supone la ocasión de enriquecer el tejido productivo agrario local y regional, así como la aparición de nuevas oportunidades de empleo cualificado, y por tanto, con alto valor añadido.

Pero los beneficios sociales de la implantación de estas prácticas no vienen sólo de la mano de las mejoras en el ámbito económico. Los beneficios que éstas suponen en los ecosistemas agrarios en los recursos naturales como el suelo, aire y agua y en la biodiversidad, también ofrecen oportunidades para el desarrollo social en su vertiente medioambientalista.

Así pues, y gracias a la reducción de la erosión y de la escorrentía que la SD produce en las explotaciones en las que se implantan, se contribuye a disminuir los efectos negativos que dichos fenómenos puedan tener fuera de la explotación. Entre ellos se pueden encontrar colmatación de embalses, contaminación de aguas superficiales, deslizamientos de laderas y anegamiento de carreteras por agua y barro entre otros. Por lo anterior, se estima que llevando a cabo las técnicas de conservación se conseguirían disminuir los costes de reparación de obras públicas en unos 32 euros por hectárea y año (ECAF, 1999).

Por último, y gracias a restos vegetales que quedan de manera permanente sobre el suelo en el sistema de manejo de SD, se favorecen las condiciones para el desarrollo de numerosas especies de aves, pequeños mamíferos, reptiles, invertebrados del suelo. Con ello se contribuye a la generación de paisajes considerados de alto valor ambiental y modelos de gestión agraria sostenible, que revalorizan el patrimonio natural de las comarcas agrícolas, ofreciendo a la población local nuevas oportunidades de negocio en el ámbito cinegético y turístico.

d. Continuation of the project actions by the beneficiary or by other stakeholders.

Son varias las acciones del proyecto que seguirán llevándose a cabo, bien sea por la puesta en marcha de nuevas iniciativas a través de proyectos o por la actividad propia de los beneficiarios. Además, y gracias a las acciones de difusión realizadas, algunos

agentes interesados que han sido objetivo de las mismas, también contribuirán a la continuación del proyecto.

Así, existen ya en marcha algunas iniciativas que darán continuación a las acciones de implantación de las técnicas agrarias sostenibles que han sido objeto de estudio del proyecto, y que en su conjunto posibilitarán su adopción, no sólo en la zona en la cual ha venido desarrollándose el Life+ Agricarbon, sino además en otras zonas y en otros tipos de cultivo.

El proyecto Life+ Climagri, en cuyo consorcio participan todos los beneficiarios que han formado parte del proyecto Life+ Agricarbon, llevará a cabo estrategias conjuntas de adaptación y mitigación en cultivos extensivos de regadío, implantando un conjunto de buenas prácticas agrarias tanto a escala piloto como a escala global. Entre las buenas prácticas a implantar se han considerado tanto la SD como la AP, a las cuales se les realizará un seguimiento de su potencial mitigador, en este caso en cultivos de regadío. Este proyecto no sólo constituye una continuación de la realización de estas acciones, sino que supone además, dar un paso adelante en el conocimiento del potencial mitigador y adaptador al cambio climático de los sistemas de manejo, al combinar dichas prácticas con otras de adaptación y estudiar las emisiones de otros de los gases de efecto invernadero, el N_2O, además del CO_2.

Otra de las iniciativas puestas en marcha que contribuyen a la continuación de alguna de con las acciones de implantación y seguimiento es el proyecto European Index for Sustainable Productive Agriculture (Inspia), de cuyo consorcio forma parte ECAF, y en el que participa la AEAC.SV. Además intervienen otras entidades europeas como el Institute de L'Agriculture Durable (IAD), y la Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable (APAD) ambas instituciones de Francia, y la European Crop Protection Association (ECPA), colaborando en España la Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA). Este proyecto trata de implementar una serie de Buenas Prácticas Agrarias a través del establecimiento y seguimiento de unos indicadores de sostenibilidad en una red de fincas en varios países europeos. Entre esta red de fincas se encuentran dos de las ya empleadas en el proyecto Life+ Agricarbon (Rabanales y La Pluma). Gracias a ello, en estas dos explotaciones seguirán llevándose a cabo prácticas de AC y el seguimiento de su potencial mitigador y adaptativo se realizará a través de los índices de sostenibilidad referidos al cambio climático, y cuyos valores serán recopilados por los técnicos de la AEAC.SV. A estas dos explotaciones, se unen otras 28 en España, 3 en Bélgica, 1 en Dinamarca y 24 en Francia.

El proyecto "SOILPROOF: Saving Soil, Improving LIFE", presentado dentro de la convocatoria Europa Horizonte 2020, en el topic SFS-2b-2015: 'Assessing soil improving cropping systems', y el cual ha pasado la primera fase de selección, puede abrir un camino para continuar avanzando en el conocimiento de las técnicas de AC en Europa, respecto a sus beneficios, su grado de implantación, proporcionando a los agricultores, herramientas de ayuda a la toma de decisiones para mejorar la gestión del suelo.

Por parte de la AEAC.SV, se mantienen diversos contactos con entidades privadas para realizar proyectos que contribuyan a aumentar la implantación de las técnicas de AC en otras regiones. En este sentido, en el marco del Good Growth Plan, una iniciativa a nivel mundial promovida por Syngenta, para afrontar el desafío para la agricultura mundial de proporcionar alimentos en cantidad y calidad a una población creciente, produciendo el mínimo impacto sobre el medio natural, se han elaborado algunos proyectos de

actuación conjunta, para llevarlos a cabo a medio plazo, bien sea con financiación privada, o bien apoyados con financiación pública a través de la concurrencia en convocatorias de ámbito europeo.

Otra de las acciones que seguirá activa, será la relativa al calculador de índices de sostenibilidad de explotaciones agrarias desarrollada en el marco de la Acción nº 5. En los meses venideros se tiene previsto realizar una presentación institucional de la herramienta, de cara a darle una mayor visibilidad en el sector agrario. En el contexto de la Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible, se tratará de dar difusión a la herramienta en las acciones de comunicación que se realicen por las entidades a ella adscritas. Además, a medio plazo, y en función de los recursos financieros de los organismos implicados, cabe la posibilidad de incluir nuevos cultivos para ampliar así su alcance.

Por su parte, los beneficiarios del proyecto Life+ Agricarbon seguirán difundiendo los resultados alcanzados en el proyecto a través de diversas acciones de comunicación que incluirán:

- Realización de cursos formativos y jornadas de campo.
- Elaboración de artículos de investigación y técnicos para su publicación en revistas especializadas del sector y en revistas científicas de impacto.
- Contribuciones en congresos y en eventos de carácter técnico, tanto en formato poster y como en formato de comunicación oral.
- Visitas y reuniones con legisladores y técnicos de Administraciones Públicas del sector agrario, tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

3. Replicability, demonstration, transferability, cooperation:

Tras cinco años de ejecución del Life+ Agricarbon y cuatro campañas agrícolas recopilando datos, y a tenor de los resultados alcanzados, el sistema de manejo basado en la combinación de AC y AP se ha mostrado como un modelo de gestión agronómica de cultivos herbáceos extensivos eficaz para mitigar el cambio climático y favorecer la adaptación de los cultivos al calentamiento global, además de ser un viable desde el punto de vista económico y social como ya se ha expuesto en apartados anteriores. La aplicación de estas prácticas es especialmente interesante en climas mediterráneos, en los que se espera que los efectos del cambio climático sean más severos y, consecuentemente, los beneficios de la AC y AP tengan un mayor impacto.

Como muestra de las posibilidades de replicación y la transferibilidad de las prácticas agrarias sostenibles utilizadas en el marco del proyecto, se puede tomar como ejemplo el cultivo de cereal, referencia de cultivo herbáceo extensivo en Europa. Según la Eurostat, la superficie cultivada de cereales en el año 2012 supuso el 51,5% de la tierra cultivable en Europa. El 35,5% de los cereales cultivados en dicho año, se ubicaron en los países del arco Mediterráneo (Portugal, España, Francia, Italia y Grecia), con condiciones climáticas muy similares a las que han regido estos años en las fincas demostrativas del proyecto. Toda esta superficie es susceptible de ser manejada tanto con AC como por AP, lo que supondría incrementar considerablemente la capacidad del sector agrario para mitigar el cambio climático.

En lo que respecta a la AC, una buena prueba de la aplicabilidad de la SD en Europa, son los datos de superficie ocupada bajo este sistema de manejo que se manejan desde la ECAF. Las cifras muestran cómo prácticamente en todos los Estados Miembros, se cuenta con cultivos implantados bajo este sistema de manejo de suelos (Tabla 19), lo que demuestra por

un lado, que la implantación de este sistema no tiene una dependencia directa de las características edáficas y/o climáticas de cada zona, siendo muy variopinta las zonas agroclimáticas en las que ésta se viene desarrollando, y por otro, que las empresas de maquinaria responsables de dar respuesta a la demanda dentro del mercado de sembradoras directas, son capaces de dar cobertura en todos los países europeos.

Tabla 20. Implantación de AC en Europa.
Fuente: Datos de AC para Europa: FAO (2012). Datos de superficie arable: FAOSTAT (2012).

País	AC en cultivos herbáceos (1.000 ha)	Superficie arable (1000 ha)*	% AC en cultivos herbáceos/ superficie arable
Dinamarca	2	2.418	0,08%
Finlandia	200	2.249	8,89%
Francia	200	18.291	1,09%
Alemania	200	11.834	1,69%
Grecia	24	2.540	0,94%
Hungría	5	4.397	0,11%
Irlanda	0,2	1.170	0,02%
Italia	380	7.118	5,34%
Portugal	32	1.090	2,94%
Rusia	4.500	119.750	3,76%
Eslovaquia	35	1.392	2,51%
España	792	12.400	6,39%
Suiza	17	404	4,21%
Reino Unido	150	6.212	2,41%
TOTAL	**6.477,2**	**191.265**	**3,42%**

Si bien el proyecto Life+ Agricarbon ha centrado su estudio en cultivos extensivos de secano, la SD también es una práctica aplicable a cultivos extensivos de regadío, como el maíz o el algodón, o cereales y girasol implantados bajo riego como lo demuestra en España la superficie en regadío bajo esta práctica. Según datos del MAGRAMA a través de la ESYRCE, en el año 2014, la superficie de SD en regadío en España fue de algo más 66.600 hectáreas, lo que supuso cerca del 7% de la superficie total de regadío. Este hecho confiere a este sistema de manejo un potencial de replicación importante en lo que a superficie de regadío se refiere, ampliando así el ámbito de aplicación a nivel europeo.

Dentro de esta superficie, donde es especialmente interesante y necesario adoptar la siembra directa, son en zonas con altas tasas de erosión, para así aprovechar los beneficios medioambientales que esta técnica tiene respecto a la protección del suelo y la reducción de la escorrentía. En cierta medida, todos los países europeos están afectados por el fenómeno la erosión (Van Lynden, 1995) con aproximadamente 115 millones de hectáreas, el 12% de la superficie total europea, afectadas por erosión hídrica, y aproximadamente 42 millones de hectáreas, el 4% del total, afectadas por la erosión eólica (Oldeman y cols., 1991). Especialmente vulnerables a la erosión son las regiones mediterráneas, en las que la erosión hídrica puede conducir a la pérdida de entre 20 a 40 t/ha de suelo en una simple tormenta, con más de 100 t/ha en casos extremos (Morgan, 1992).

La viabilidad económica de la SD ha quedado constatada en apartados anteriores, por cuanto la implantación de esta técnica supone a medio y a largo plazo una mejora de la rentabilidad

de las explotaciones agrarias, gracias al mantenimiento de las producciones y la reducción de costes. Esta afirmación viene refrendada por multitud de estudios a nivel europeo que han llegado a similares colusiones al respecto. Así, ya en ensayos realizados desde el año 1966 en Alemania, diversos autores como Bäumer, Czeratzki, Kahnt y más tarde Teebrügge y Böhrensen, concluyeron que la SD era un sistema de manejo viable desde el punto de vista económico. En Francia, los estudios realizados al respecto concluyeron que los ahorros alcanzados respecto al laboreo convencional eran de 300 €/ha (SoCo 2009). Ya en la Península Ibérica, investigaciones realizadas en Portugal, la SD supuso un ahorro de 91 €/ha (Basch et al., 1997) respecto a los sistemas de laboreo. En España, González-Sánchez et al. (2010) en una rotación de cultivos de trigo y girasol similar a la empleada en el marco del proyecto, se consiguieron 235 €/ha de beneficio en comparación con las explotaciones que utilizaban el laboreo como sistema de manejo de sus cultivos.

Como se ha ido exponiendo en los diferentes apartados, las principales limitaciones para adoptar la SD en otras regiones de Europa, vienen más motivadas por la falta de actitud y/o formación del agricultor más que por un problema de adaptabilidad de la técnica al cultivo o a las condiciones edafo-climáticas, o por la falta de oferta del mercado de maquinaria específica. Esta razón, unido al beneficio tanto medioambiental, como económico y social que se obtendría de su aplicación en otras regiones europeas, justifica de por sí, la inclusión de medidas en las políticas europeas y nacionales, de cara a fomentar su implantación a través de acciones de transferencia de conocimiento, servicios de asesoramiento y realización de experiencias de tipo demostrativo y así favorecer su replicación. En este sentido, la nueva PAC puede actuar como un instrumento legislativo de apoyo, sobre todo en el Pilar II a través de medidas agroambientales específicas o a través de sistemas de asesoramiento a las explotaciones.

Prueba de la oportunidad que la replicación de la SD tienen para mitigar el cambio climático y adaptar los cultivos a sus efectos, es el foco que algunas Administraciones Públicas han puesto sobre esta técnica, a la hora de elaborar medidas legislativas de apoyo y estrategias de actuación en el medio y largo plazo, que además sirvan para superar las limitaciones ya comentadas.

Entre las primeras, hay que destacar el impulso que, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), entidad adscrita al Ministerio de Industria, Energía y Turismo del Gobierno Español, da a la implantación de la AC, a través de una medida específica incluida dentro del Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, con una dotación de 17,6 M €.

Por su parte, la OECC, como ya se ha mencionado en varias ocasiones, ha incluido la práctica de AC en la Hoja de Ruta, concretamente la implantación de SD en cereales, como herramienta en el sector agrícola para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono que España debe desarrollar en el marco del Reglamento Europeo sobre Seguimiento y Monitorización de Gases de Efecto Invernadero. Es necesario resaltar, que actualmente, ya se está trabajando en una nueva versión con el horizonte del año 2030, en donde se incluirá como medida la implantación de SD en otros cultivos, y además se tendrá en cuenta el efecto sumidero, cuestión que no se aborda en el documento actual.

Ya en clave regional, la mayoría de los Programas de Desarrollo Rural elaborados en las Comunidades Autónomas publicados hasta la fecha por las distintas administraciones competentes en agricultura, han tenido en cuenta a la Agricultura de Conservación como técnica a desarrollar en el marco de la Medida 10 “Agroambiente y Clima”, ya sea en su

aplicación en cultivos leñosos o en cultivos herbáceos, gracias a los beneficios medioambientales que suponen su puesta en práctica, y que el proyecto Life+ Agricarbon se ha encargado de demostrar.

En el caso que nos ocupa, la Siembra Directa se ha incluido de manera explícita en la submedida "Sistemas sostenibles de cultivos herbáceos de secano" en Andalucía y de manera implícita en la submedida "Mantenimiento del rastrojo" en Aragón, como uno de los compromisos a cumplir por parte de los agricultores para tener derecho a percibir la prima fijada en cada caso. A la espera de trasponer dichas submedidas en las normativas autonómicas, estas supondrán un respaldo legislativo importante para la replicabilidad y sosteniblidad futura de la Siembra Directa en dichas regiones.

Por su parte, la AP, se trata de una práctica con una mayor componente tecnológica que la AC y por tanto, con una mayor dependencia de la capacidad de innovación del sector privado. Por todo ello, el potencial de replicación de la misma en otras zonas, dependerá en buena parte del grado de desarrollo tecnológico de las empresas de maquinaria y de su capacidad para dar cobertura a la demanda que en este sentido exista en cada país. Un indicador orientativo del grado de adopción de la AP en Europa y, por tanto, de las posibilidades de replicación, puede ser la cantidad de monitores de rendimiento comercializados proporcionados por los fabricantes de máquinas cosechadoras con sistema de mapeo. Los datos de los que se disponen hacen referencia a Gran Bretaña y Alemania, para los años 1998 y 2004 respectivamente (Tabla 20).

Tabla 21. Nº de monitores de rendimientos comercializados.
Fuente: Mantovani et al (2006).

Año	País	Nº de monitores
1994	Gran Bretaña	350
2004	Alemania	500

A pesar de que estas cifras, al mostrar cantidades referentes al uso de monitores de cosecha indican una idea positiva sobre la adopción de la AP, distan de representar la realidad sobre el uso del concepto, pues se refieren solamente a una de las herramientas disponibles para la práctica de mapeo de la productividad (mapas de rendimiento). No están incluidas, en esos números, otras ya disponibles y comercializadas, y que quizá son más populares y están más aceptadas por los agricultores, como los sistemas de ayuda al guiado y guiado automático del tractor, por lo que es asumible pensar que la implantación es aún mayor de lo que muestran dichas cifras.

Aparte de lo anteriormente mencionado, debemos tener en cuenta que la aplicabilidad de esta práctica a las explotaciones agrarias depende además de su tamaño. En principio, la AP se ajusta mejor a las explotaciones de gran tamaño, con gran capacidad inversora, con riesgos más diversificados y una mayor capacidad de asumirlos. En Europa, el tamaño medio de las explotaciones es relativamente pequeño, siendo la superficie media en la Europa de los 15 es de 23,6 hectáreas y en la Europa de los 12 es de 7,1 (Comisión Europea, 2013a), pero por el contrario, el descenso del número de personas empleadas en el sector agrario (descenso del 2,2% en la EU-27 entre 2007 y 2012) (Comisión Europea, 2013b)), y el descenso del número de explotaciones (descenso del 3,5% en al EU-27 entre 2005 y 2010 (Comisión Europea, 2013a), abre la posibilidad de que los agricultores que mantienen su actividad, tengan que manejar un mayor número de hectáreas, ya sean propias de su explotación o de otros propietarios que subcontratan sus servicios, lo que hace más viable la implantación de AP.

El tipo de cultivo es otro de los factores a considerar, ya que en cultivos de alto valor añadido como el maíz, la soja o el algodón, la implantación de la AP ha sido más rápida que en los cultivos de secano como los cereales o el girasol, al obtener beneficios, sobre todo económicos, a corto plazo. Aún así, la implantación en estos últimos se está produciendo de la mano de los monitores de cosecha, equipos relativamente sencillos de manejar.

La aplicación de la AP resulta sobre todo interesante en parcelas en las que exista una gran variabilidad espacial de los rendimientos del cultivo. Cuanto mayor sea el rango de variación entre zonas, mayor será el potencial de incremento de rendimientos o ahorro de los insumos.

Por otro lado, la incompatibilidad de los distintos sistemas utilizados en los equipos, que inicialmente limitaban la adopción de la AP, se está solventando gracias a una estandarización reglamentada internacionalmente, que se ha materializado en la creación del estándar DIN 9684/2-5 y la ISO 11783. Gracias a estos acuerdos entre fabricantes, es posible extraer el monitor de rendimiento de la cosechadora y conectarlo al tractor (de otra marca) para realizar tareas con "aperos inteligentes", o llevarlo en el bolsillo hasta la oficina para volcar los datos al ordenador, y todo ello sin problemas de incompatibilidad de formatos ni conexiones.

En última instancia, la adopción de la AP dependerá de si el agricultor ve rentabilidad en ello. Esta práctica se basa en una tecnología relativamente reciente (aunque hace más de una década que se empezó a desarrollar) y como tal requiere unas inversiones iniciales que podrán ser amortizadas en el futuro a medida que su desarrollo se perfeccione. Hoy por hoy, los costes no son elevados, habida cuenta de la tecnología de la información (hardware y software) es cada vez más barata, a la vez que su capacidad está en aumento. Todo esto favorece que el sistema vaya siendo cada vez más atractivo para los agricultores.

Dentro de las limitaciones existentes para la adopción de la AP que se citan en la bibliografía (Kitchen et al., 2002; Wiebold, 1998) se destacan: el tiempo para capacitarse en el manejo del equipo y del software; la falta de habilidades de electrónica; la falta de capacitación de productores y asesores; el vínculo que tiene que haber entre la toma de datos y las recomendaciones; la falta de asistencia técnica; la falta de asesores capacitados; los datos en diferente formato; el análisis de los datos del monitor de rendimiento; la dificultad de obtener datos de calidad; ensayos básicos para relacionar el rendimiento con las condiciones del suelo; la falta de maquinaria de AP; análisis estadístico; software disponible; y análisis de rentabilidad. A medida que han ido pasando los años, buena parte de estas limitaciones han sido ya superadas, por cuanto el acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) se ha incrementado a pasos agigantados, contribuyendo así a reducir la brecha digital existente en el sector agrario.

En cualquier caso, estas barreras para la adopción deben ser vistas como oportunidades para el desarrollo y como áreas potenciales de trabajo, tanto para los técnicos de la Administración Pública como para consultores del sector privado. En este sentido, las instituciones públicas tienen un rol importante en la generación y desarrollo de información de tipo espacial a través de herramientas SIG de acceso público, implementando formas de crear mapas de manejo de bajo costo (por ej.: usando topografía, sensores remotos, etc.), y poniendo en práctica métodos económicos de ensayos a campo (usando mapas de rendimiento, sistemas de información geográfica y programas de regresión espacial).

4. Best Practice lessons:

Planificar, desarrollar y ejecutar un proyecto demostrativo en ecosistemas agrarios en el que llevar a cabo buenas prácticas a través del compromiso de los agricultores, supone siempre un reto de cara a tener una exitosa implantación, por cuanto el número de variables que intervienen en dichos ecosistemas es alto y el grado de implicación de todos los agentes que han de intervenir ha de ser elevado. Además, otros desafíos que el proyecto Life+ Agricarbon tenía, era el de ser capaz, a través de las acciones de comunicación, difusión y formación, de trasladar los resultados obtenidos y el conocimiento generado a todas las partes interesadas, para así contribuir a mitigar el cambio climático y favorecer la adaptación al mismo desde el sector agrario.

Tras cinco años de ejecución, es posible extraer una serie de conclusiones, a modo de lecciones aprendidas, sobre el modo en el que se ha procedido en todas y cada una de las acciones, para conseguir cumplir las expectativas tanto en la parte demostrativa como en la parte de comunicación. Dichas lecciones, no sólo contemplan lo que, a nuestro entender, ha funcionado de manera correcta, sino además las posibles mejoras a tener en cuenta para acometer un proyecto de las características del Life+ Agricarbon en el futuro.

Respecto a las acciones demostrativas realizadas en campo, tanto en lo que se refiere a implantación como a seguimiento, podemos destacar las siguientes lecciones prácticas:

- El establecimiento de fincas demostrativas de grandes dimensiones en las se ha realizado un control directo sobre la implantación y desarrollo de las prácticas agrarias implantadas así como su posterior seguimiento, se ha mostrado como un modelo adecuado para demostrar el potencial mitigador y adaptativo al cambio climático de las mismas.
- La inclusión de una parcela testigo en la que se han llevado a cabo las prácticas convencionales de la zona dentro del modelo demostrativo en las fincas piloto, ha resultado un método idóneo para poder comparar las buenas prácticas en igualdad de condiciones, y así extraer conclusiones consistentes al respecto.
- La cuantía de datos manejados ha sido muy extensa, por cuanto se ha realizado seguimiento de tres fincas demostrativas, con tres cultivos implantados a la vez, cada uno de ellos en dos sistemas de manejo diferentes, uno el correspondiente a AC+AP, y otro el correspondiente al convencional basado en el laboreo. Para futuras experiencias de la misma naturaleza, la disposición de una única finca demostrativas en la que hacer un seguimiento directo a escala piloto, apoyado por una red de fincas en las que hacer seguimientos puntales, podría ser suficiente para dar un enfoque demostrativo al proyecto.
- Las condiciones meteorológicas han de ser siempre un factor a tener en cuenta a la hora de planificar cualquier actividad que conlleve tareas a realizar en campo, sobre todo si su desarrollo depende de las mismas. En este sentido, la diversidad climática aportada por una red de fincas, más el desarrollo del proyecto en varias campañas agrícolas, podrían mitigar el efecto en los datos de la variabilidad meteorológica acontecida lo largo del periodo de ejecución.
- Respecto a la implantación de la técnica de SD en las fincas demostrativas, el proyecto Life+ Agricarbon ha permitido extraer conclusiones sobre la rotación de cultivos más adecuada para conseguir una cobertura de, al menos un 30% de la superficie del suelo, y así inducir en el suelo los cambios suficientes, para que se produzca secuestro de carbono atmosférico. En este sentido, la introducción de un cereal antes del girasol y la leguminosa, quedando la rotación trigo-girasol-trigo-leguminosa, sería posiblemente, la

mejor combinación en las condiciones estudiadas, para conseguir un nivel de cobertura adecuado.

- En lo que respecta el manejo agronómico, el control de malas hierbas en el cultivo de leguminosas bajo SD, resulta ser una operación clave para el éxito de la implantación de esta práctica, por cuanto la lista de productos autorizados por la legislación vigente es limitada. En este caso es necesario conocer muy bien la flora autóctona de la parcelas, para actuar en el momento preciso para así no tener problemas de infestaciones a lo largo de la campaña.
- Los acuerdos de colaboración firmados con agricultores, incluyendo cláusulas para el establecimiento de prácticas agrarias en las fincas demostrativas, con contraprestaciones económicas, han sido una herramienta eficaz para conseguir un grado de implicación idóneo y, por tanto, asegurar una exitosa implantación.
- Los acuerdos anteriormente mencionados, son condición necesaria pero no tiene por qué ser suficiente para asegurar un grado de implicación idóneo del agricultor. Es aconsejable, y de tal manera se procedió en el Life+ Agricarbon, contar con agricultores con actitud proactiva hacia las prácticas agrarias a implantar.

Respecto a las acciones de comunicación y difusión, las lecciones que podemos extraer son las siguientes:

- La realización de tres eventos de carácter internacional a nivel europeo, como el Congreso Europeo de Agricultura de Conservación, la Green Carbon Conference y la Jornada Internacional de Agricultura de Conservación, se han mostrado como una actuación idónea para amplificar los resultados alcanzados, presentar las conclusiones y trasladar a las autoridades europeas, qué medidas pueden llevarse a cabo como herramientas a utilizar dentro de la normativa comunitaria, para mitigar y adaptarse al cambio climático desde el sector agrario.
- El contacto con los agentes de la Administración Pública (técnicos y legisladores), tanto a nivel regional, como nacional y europea, es esencial a la hora de tratar de transferir el conocimiento al ámbito político, de cara a que las prácticas agrarias utilizadas en el marco del proyecto, tengan la oportunidad de formar parte de medidas integrables dentro de la legislación competente. En este sentido, los contactos mantenidos a lo largo de todos estos años, han dado como resultado algunas actuaciones y medidas concretas, como la inclusión de la SD en las ayudas agroambientales del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, región en la que se han ubicado las fincas demostrativas, o la consideración, por parte de la OECC, organismo adscrito al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España, de la AC como práctica mitigadora del cambio climático en la Hoja de Ruta para reducir las emisiones en los sectores difusos, dentro de la Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono, o de cara a justificar la capacidad sumidero del país ante el Equipo de Naciones Unidas responsables de revisar el Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera.
- Los contactos con legisladores a todos los niveles, han de constituir uno de los ejes sobre los que vertebrar el plan de comunicación posterior a la conclusión del proyecto. Ello no sólo debe hacerse de cara a continuar con la labor de transferencia de datos sobre los que fundamentar posibles medidas integrables en la legislación, sino para dar visibilidad al programa Life+ y de justificar su utilidad para el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Unión Europea.
- En la línea de lo anteriormente expuesto, de cara a futuras iniciativas, se plantearía la utilidad de establecer un Comité Consultivo, en el que integrar a los agentes de

Administraciones Públicas, de cara a informar de las acciones a llevar a cabo en el proyecto e ir avanzando los progresos alcanzados en el mismo.

- Las jornadas de campo han constituido la mejor manera de transferir de forma práctica a los agricultores, el conocimiento generado en el proyecto. La muestra in situ a través de este tipo de eventos, de las técnicas agrarias implantadas tanto en las fincas demostrativas, como en las explotaciones situadas en otras regiones, han permitido a los agricultores ver de primera mano, el establecimiento de cultivos bajo SD y la realización de operaciones con sistemas de AP. Además, y a través de las demostraciones dinámicas de maquinaria, los asistentes han podido interactuar con las empresas que comercializan los equipos, conociendo así, la oferta existente en el mercado.

5. Innovation and demonstration value:

El proyecto Life+ Agricarbon no se entiende en un alcance que no sea el europeo, por cuanto el ámbito agrario, contexto en el que se enmarcan las acciones del mismo, constituye un sector estratégico de primer nivel en Europa. Así lo demuestra el hecho de que la agricultura sea el único sector que tiene una política europea como la PAC, destinada a su regulación, a diferencia de la mayoría de los demás sectores, los cuales son objetos de políticas nacionales. Por todo ello, cualquier iniciativa cuyo foco esté en la agricultura, necesariamente ha de tener un alcance trasnacional, buscando impactos más allá de una región, para así contribuir al cumplimiento de las políticas emanadas desde los organismos legislativos de la Unión Europea.

La acción por el clima es otra de las actuaciones que son objeto de políticas de ámbito europeo, como la Estrategia Europa 2020, el Marco Estratégico para 2030 o la Hoja de Ruta hacia una economía hipocarbónica competitiva en 2050. Por su parte, las medidas de mitigación suelen tener un grado de aplicabilidad más allá del ámbito regional, al contrario de lo que suele suceder con las medidas de adaptación, siendo por ello, extrapolables a otras zonas del continente europeo con similares condiciones climáticas. Así pues y por todo ello, tiene sentido que cualquier iniciativa que implique la puesta en práctica de medidas de mitigación, necesariamente lo haga desde una perspectiva trasnacional, para así contribuir a la aplicación de las políticas mencionadas.

En su caso, el proyecto Life+ Agricarbon, centra sus acciones en demostrar cómo la utilización conjunta de dos prácticas agrarias en un solo sistema de manejo en cultivos extensivos de secano, la AC y la AP, tienen capacidad para mitigar el cambio climático, a la vez que favorecer la adaptación de los cultivos implantados bajo dicho sistema a los efectos esperados en las regiones de clima mediterráneo. Esta utilización conjunta representa en sí misma una innovación en la filosofía del manejo de cultivos, por cuanto se ha tratado de la primera vez que un proyecto plantea su uso a una escala mayor que la experimental, a través de la implantación en explotaciones de grandes superficies. Además, su grado de aplicabilidad, se extiende por todas aquellas regiones europeas de clima Mediterráneo, cuya problemática sea la misma que la zona en la cual se han llevado a cabo las acciones demostrativas, como pueden ser las zonas cerealistas de Francia, Italia, Portugal o Grecia, sin olvidar, que los beneficios obtenidos por la aplicación de la SD o de la AP, son igualmente trasladables a otros tipos de cultivo en otras zonas agroclimáticas.

La puesta en marcha de este proyecto bajo en programa Life ha permitido además, presentar la iniciativa a agentes de la Administración Pública de ámbito comunitario y exponer los resultados y conclusiones en diversos foros nacionales e internacionales, en países en donde las medidas propuestas pueden ser también aplicadas. En este caso, si el proyecto no hubiera contado con fondos europeos, difícilmente se hubiera producido la labor de comunicación y

difusión a este nivel entre las instituciones de la Unión Europea, y es más que probable que el enfoque hubiera sido más orientado a una problemática concreta de la región.

Por último, un proyecto como el Life+ Agricarbon, el cual pretende contribuir a favorecer el cumplimiento de las políticas comunitarias en lo que al cambio climático se refiere, pocas veces tienen cabida en programas de ayudas estatales o regionales, aunque los problemas abordados por dichas iniciativas afecten a una escala mayor de la nacional, por lo que en ese sentido, el valor añadido dado por los fondos europeos ha sido determinante para poder llevarlo a cabo.

6. Long term indicators of the project success:

Para cuantificar el grado de éxito del proyecto a largo plazo, en la Tabla 21 se proponen los siguientes indicadores, los cuales se agrupan en varias categorías según la naturaleza de la medida que realizan. Dichos indicadores, se han desarrollado en base a la experiencia adquirida en el Life+ Agricarbon y serán los que se apliquen además en el nuevo proyecto Life+ Climagri (LIFE13 ENV/ES/000541) para realizar el seguimiento de sostenibilidad en la Red Europea de Fincas Demostrativas que se tienen previsto implantar en el marco de dicho proyecto, y en las que se llevarán a cabo estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

Tabla 22. Lista de indicadores propuestos para seguimiento a largo plazo.

CATEGORÍA (SUBCATEGORÍA)		INDICADOR
MEDIAMBIENTALES	Gestión del suelo y del cultivo	Índice de laboreo del suelo
		Cobertura de suelo anual
		Nivel de Materia Orgánica
		Rotaciones de cultivo
	Gestión de insumos agrarios	Eficiencia en el uso del N
		Producción obtenida por unidad de N aportado
		Balance energético
		Superficie de cultivo / Energía producida
		Consumo de combustible
	Mejora de la biodiversidad	Superficie para fomento de la biodiversidad (superficie de tierras no productivas, superficie bajo la Red Natura 2000, superficie con pastos naturales…)
		Superficie de vegetación natural/superficie total de la explotación
		Grado de conexión de la explotación con redes medioambientales
		Infraestructura verde
	Mejora de los recursos naturales (agua, suelo y aire)	Concentración de nitratos en aguas subterráneas (pozos)
		Uso de productos fitosanitarios en explotaciones cercanas a corrientes de agua
		Emisiones de GEI
		Riesgo de erosión
		Eficiencia en el uso del agua
ECONÓMICOS		EBITDA
		EBITDA/unidad de trabajo
		Costes de producción (por kg)
		Rendimiento (kg/ha)
SOCIALES		Horas de trabajo semanal
		Índice de satisfacción

6. Annex 1: List of List of the keywords and abbreviations used

- **AC:** Agricultura de Conservación.
- **AEAC.SV:** Asociación Española Agricultura de Conservación. Suelos Vivos.
- **AP:** Agricultura de Precisión.
- **APAD:** Association pour la Promotion d'une Agriculture Durable.
- **ASAE:** American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- **C:** Carbono.
- **COS:** Carbono Orgánico del Suelo.
- **CSIC:** Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- **ECAF:** European Conservation Agriculture Federation.
- **ECPA:** European Crop Protection Association.
- **EE:** Eficiencia Energética.
- **EEA:** European Environment Agency.
- **ESYRCE:** Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos.
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero.
- **IAD:** Institute de L'Agriculture Durable.
- **IDAE:** Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- **IFAPA:** Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica.
- **IFIAS:** International Federation of Institutes for Advanced Studies.
- **INSPIA:** European Index for Sustainable Productive Agriculture.
- **LC:** Laboreo Convencional.
- **MAGRAMA:** Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- **MO:** Materia Orgánica.
- **OECC:** Oficina Española del Cambio Climático.
- **PAC/CAP:** Política Agrícola Común/ Common Agricultural Policy.
- **PE:** Productividad Energética.
- **PTAS:** Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible.
- **ROAC:** Registro Oficial de Auditores de Cuentas.
- **SD:** Siembra Directa.
- **UCO:** Universidad de Córdoba.
- **UNEP:** United Nations Environment Programme.

7. Annex 2: Bibliography.

- Arnal, P. (2014). Ahorro energético, de tiempos de trabajo y costes en Agricultura de Conservación. *Agricultura de Conservación.* (27), 35-43.
- European Environment Agency (2014). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014. http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-greenhouse-gas-inventory-2014. [consulta: Febrero 2015].
- Basch, G., Carvalho, M. and Marques, F. (1997). Economical considerations on no-tillage crop production in Portugal. In: Tebrügge, F. and Böhrnsen, A. (eds) *Proceedings of the EC-Workshop IV: Experience With the Applicability of No-Tillage Crop Production in the West-European Countries*, Boigneville, Wissenschaftlicher Fachverlag Giessen, Germany, pp. 17–24.
- Bäumer, K. (1979) First experiences with direct drilling in Germany. *Netherland Journal of Agricultural Science. Papers on zero-tillage* 18(4), 283–292.
- Best, L.B. (1995). Impact of tillage practices on wild life habitat and population, p 53-55. In: *farming for a better environment, a white paper*. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USU, pp 67.
- Cantero-Martínez, C.; Ojeda, J.; Angás, P.; Santiveri, P. (2004). Efectos sobre las poblaciones de lombrices: Técnicas de laboreo en suelo en zonas de secano semiárido. *Agricultura*. (866), 724-728.
- Comisión Europea (2013a). Structure and dynamics of EU farms: changes, trends and policy relevance. EU Agricultural Economics Briefs. No 9 October 2013. http://ec.europa.eu/agriculture/rural-area-economics/briefs/pdf/09_en.pdf. [consulta: Febrero 2015].
- Comisión Europea (2013b). EU agriculture - Statistical and economic information – 2013, http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/agricultural/2013/index_en.htm. [consulta: Febrero 2015].
- Douglas, C.L.; King, K.A. y Zuzel, J.F. (1998). Nitrogen and phosphorus in surface runoff and sediment from a wheat-pea rotation in Northeastern Oregon. J. *Environ. Qual*. 27: 1170-1177.
- ECAF (1999). *Conservation Agriculture in Europe: Environmental, Economic and EU Policy Perspectives.* Córdoba (España): European Conservation Agriculture Federation.
- European Union. Communication COM (2011) 112 final, from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, of 8 March 2011. A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050 {SEC(2011) 287 final} {SEC(2011) 288 final} {SEC(2011) 289 final}.
- European Union. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union. L 309/71. November 2009.

- European Union. Green Paper COM (2007) 354 final from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, of 29 June 2007. Adapting to climate change in Europe – options for EU action {SEC(2007) 849}.
- European Union. Communication COM (2007) 2 final from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, of 1 January 2007: Limiting Global Climate Change to 2 degrees Celsius The way ahead for 2020 and beyond {SEC(2007) 7} {SEC(2007) 8}.
- European Union. Communication COM (2006) 231 final, from The Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and The Committee of the Regions, of 22 September 2006. Thematic Strategy For Soil Protection [SEC(2006)620] [SEC(2006)1165].
- European Union. Communication COM (2006) 232 final of 22 September 2006, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC.
- European Union. Decision Nº 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme. DO L 242 of 10 September 2002, p. 1/15.
- European Union. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities, L 327, 22. December 2000.
- European Union. Council Directive of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. Official Journal of the European Communities, L 375, 1. December 1991.
- EUROSTAT (2011). http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=apro_cpp_crop&lang=en [consulta: Marzo 2015].
- FAO (2015). CA Adoption Worldwide, FAO AQUASTAT database. http://www.fao.org/ag/ca/6c.html [consulta: Marzo 2015].
- FAOSTAT (2012) http://faostat3.fao.org/browse/E/EL/E [consulta: Marzo 2015].
- FAO (2003). Departamento de desarrollo sostenible. Los aspectos económicos de la agricultura de conservación. http://www.fao.org/docrep/005/y2781s/y2781s00.HTM#Contents. [consulta: Enero 2015].
- González-Sánchez, E., Pérez-García, J.J., Gómez-Ariza, M., Márquez-García, F. and Veroz-González, O. (2010). Sistemas agrarios sostenibles económicamente: el caso de la siembra directa. *Vida Rural* 312, 24–27.
- Hernanz Martos, J.L.; Sánchez-Girón Renedo, V. (1997). Utilización de la energía en diversos sistemas de laboreo. En García Torres L.; González Fernández P. (eds.) *Agricultura de Conservación: Fundamentos Agronómicos, Medioambientales y*

Económicos: 243-257. Asociación Española Agricultura de Conservación/ Suelos Vivos. Córdoba. España.

- IFIAS. International Federation of Institutes for Advanced Study. (2011). http://www.ifias.ca/. [consulta: Diciembre 2014].
- INE (2014). Instituto Nacional de Estadística. Contabilidad Regional de España. BASE 2010 (CRE-2010). http://www.ine.es/daco/daco42/cre00/b2010/dacocre_base2010.htm. [consulta: Diciembre 2014].
- Kitchen, NR, CJ Snyder, DW Franzen, WJ Wiebold. (2002). *Educational Needs of Precision Agriculture*. 2002. December 2002, Volume 3, Issue 4.
- Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Environment International* 30: 981-990.
- MAGRAMA (2015), Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/2__Sumario_inventario_GEI_Espa%C3%B1a_-_Serie_1990-2013_Def_tcm7-362874.pdf. [consulta: Marzo 2015].
- MAGRAMA (2014). Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Análisis de las Técnicas de Mantenimiento de los Suelos y de los Métodos de Siembra en España. http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/CUBIERTAS2014_tcm7-364154.pdf. [consulta: Marzo 2015].
- Mantovani, E; de Carvalho Pinto, F. de A.; Marçal de Queiroz, D. (2006). Introducción a la Agricultura de Precisión. En Bongiovanni, R.; Mantovani, E.C.; Stanley, B.; Roel, A. (pp 13-22): *AGRICULTURA DE PRECISIÓN: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable.* Montevideo (Uruguay): Procisur.
- Morgan, R.P.C. (1992). Soil Erosion in the Northern Countries of the European Community. EIW Workshop. Elaboration of a Framework of a Code of Good Agricultural Practices, Bruselas, 21-22 de mayo de 1992.
- Navas Gracia, L. M.; González Herrero, F.; Gómez Gil, J.; Ruiz Ruiz, G.; Barreiro Elorza, P.; Andújar Sánchez, D.; Diezma Iglesias, B.; Báguenas Isiega, E.; Garrido Izard, M. (2010). *Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura de Precisión.* Madrid (España): Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. (1991). World Map of the status of human-induced soil degradation, an explanatory note (second revised edition), Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen; UNEP, Nairobi.
- SoCo (2009). Final report on the project 'Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo)'; European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development Luxemburg 2009; EU23820EN, Luxemburg.
- Tebrügge, F. and Böhrnsen, A. (1997). Crop yields and economic aspects of no-tillage compared to plough tillage: Results of long-term soil tillage field experiments in Germany. In: Tebrügge, F. and Böhrnsen, A. (eds) *Proceedings of the EC-Workshop-IV – Boigneville;*

Experience with the Applicability of No-Tillage Crop Production In the West-European Countries. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, Germany, pp. 25–43.

- Towery, D. (1998). No-till´s impact on water quality, p 17-26. In *6th Argentine National Congress of Direct Drilling* (In Spanish AAPRESID) Mar de Plata, Argentine.
- Valera, A.; Costa, J.; González, P.; Fereres, E.; and J.V. Giráldez (1995). Conservation tillage in South Spain for the wheat-sunflower rotation.
- Valera-Hernández, F; Rey-Zamora, P.J.; Sánchez-Lafuente, A.M.; Alcántara Gómez, J.M. (1997). Efectos de los sistemas de laboreo sobre las aves. En García-Torres, L. y González-Fernández, P.*Agricultura de conservación: fundamentos agronómicos, medioambientales y económicos*. Asociación Española de Agricultura de Conservación/Suelos Vivos (AEAC/SV), Córdoba (España) pp. 372.
- Van Lynden, G.W.J. (1995). European soil resources. Current status of soil degradation, causes, impacts and need for action. Council of Europe Press. *Nature and Environment*, Nº 71, Estrasburgo (Francia).
- Wiebold, WJ, KA Sudduth, JG Davis, DK Shannon, NR Kitchen. (1998). Determining Barriers to Adoption and Research Needs of Precision Agriculture. Report to the North Central Soybean Research Program, Available through Missouri Precision Agriculture Center (MPAC).