



GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

¿Cuáles son las técnicas, beneficios y desafíos asociados con la Agricultura Regenerativa, y cómo pueden influir en la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático?

Autor: Marta Villasante Angulo

Director: Amparo Merino de Diego

Madrid | Diciembre 2024

RESUMEN:

Este trabajo explora la Agricultura Regenerativa (AR) como una solución innovadora para abordar los desafíos globales de la seguridad alimentaria y el cambio climático en el sector agrícola. A través de un análisis teórico y de casos de estudio, se identifican las técnicas más relevantes aplicadas en la AR, como el uso de cultivos de cobertura, el pastoreo rotacional y la agroforestería, y se examinan sus impactos positivos en la resiliencia climática, la mejora de la biodiversidad y el aumento de la productividad agrícola. El estudio también aborda los desafíos asociados a la implementación de la AR, incluyendo las barreras económicas, educativas y políticas, así como la necesidad de marcos regulatorios más claros y sistemas de monitoreo estandarizados.

En el contexto español, se analizan casos específicos de éxito que demuestran cómo las prácticas regenerativas han contribuido a la restauración de suelos, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la producción de alimentos de alta calidad nutricional. Además, se presentan recomendaciones y líneas futuras para fomentar la adopción de la AR a gran escala, incluyendo el fortalecimiento de políticas públicas, la creación de certificaciones específicas para productos regenerativos y la promoción de alianzas multisectoriales. Este trabajo concluye que, si bien la AR tiene un enorme potencial para transformar los sistemas agrícolas hacia modelos más sostenibles, su impacto depende de la superación de barreras estructurales y de un esfuerzo coordinado entre agricultores, instituciones y consumidores.

Palabras clave:

Agricultura regenerativa, seguridad alimentaria, cambio climático, sostenibilidad, técnicas agrícolas, biodiversidad, mitigación de emisiones, resiliencia climática, políticas públicas, casos de estudio, manejo sostenible del suelo, sistemas agrícolas innovadores, agroecología, certificación regenerativa, transición agrícola

ABSTRACT:

This work explores Regenerative Agriculture (RA) as an innovative solution to address global challenges related to food security and climate change in the agricultural sector. Through a theoretical framework and case study analysis, the most relevant techniques applied in RA, such as cover crops, rotational grazing, and agroforestry, are identified, highlighting their positive impacts on climate resilience, biodiversity enhancement, and increased agricultural productivity. The study also addresses challenges associated with RA implementation, including economic, educational, and policy barriers, as well as the need for clearer regulatory frameworks and standardized monitoring systems.

In the Spanish context, specific successful case studies are analyzed, demonstrating how regenerative practices have contributed to soil restoration, greenhouse gas emission reduction, and the production of high-quality nutritional foods. Moreover, recommendations and future strategies are proposed to foster large-scale adoption of RA, including strengthening public policies, creating specific certifications for regenerative products, and promoting multi-sectoral alliances. The study concludes that, while RA holds great potential to transform agricultural systems into more sustainable models, its impact depends on overcoming structural barriers and fostering coordinated efforts among farmers, institutions, and consumers.

Keywords:

Regenerative agriculture, food security, climate change, sustainability, agricultural techniques, biodiversity, emission mitigation, climate resilience, public policies, case studies, sustainable soil management, innovative agricultural systems, agroecology, regenerative certification, agricultural transition

Índice de la memoria

<i>Índice de la memoria</i>	<i>I</i>
<i>Índice de figuras</i>	<i>III</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>IV</i>
Capítulo 1. Introducción	5
1.1 Planteamiento del Problema.....	5
1.2 Objetivos de la Investigación	10
1.3 Método Cualitativo de Estudio	11
1.4 Estructura	12
Capítulo 2. Marco Teórico	14
2.1 Agricultura Convencional	14
2.1.1 Definición y Principios.....	14
2.1.2 Evolución e Historia.....	16
2.1.3 Desafíos en Seguridad Alimentaria y Cambio Climático	18
2.1.4 Normativas y Regulaciones en Agricultura Sostenible	20
2.1.5 Técnicas Alternativas	30
2.2 Estudio del Sector Agroecológico.....	34
2.2.1 A Nivel Mundial	34
2.2.2 A Nivel Nacional	37
2.3 Agricultura Regenerativa	41
2.3.1 Definición y Principios.....	41
2.3.2 Beneficios y Diferencias con la Agricultura Convencional.....	44
2.3.3 Desafíos y otras Consideraciones	45
Capítulo 3. Metodología: Análisis de Casos	47
3.1 Metodología de Análisis de Casos de Estudio	48
3.1.1 Selección de los Casos	49
3.1.2 Análisis de los Datos	49
3.1.3 Propósito de la Metodología y la Tabla.....	51

Capítulo 4. Resultados del Análisis de Casos	53
4.1 Caso de Estudio 1: Granja la Selvatana	53
4.2 Caso de Estudio 2: Finca la Donaira	54
4.3 Caso de Estudio 3: Proyecto de AR de Unilever y Argaz.....	55
4.4 Caso de Estudio 4: Finca la Junquera	56
4.5 Caso de Estudio 5: Proyecto Regenera.cat.....	56
4.6 Caso de Estudio 6: Nuevos Mundos	57
4.7 Caso de Estudio 7: Porcus Natura.....	58
4.8 Caso de Estudio 8: Finca Can Piol.....	59
4.9 Caso de Estudio 9: Bodega Azpillaga Urarte.....	59
Capítulo 5. Conclusiones y Áreas para Investigaciones Futuras.....	61
5.1 Discusión del Contexto de la Agricultura Regenerativa en base a los Resultados Obtenidos	61
5.1.1 ¿Qué incluye actualmente el contexto de la AR en España?	61
5.1.2 ¿Qué falta en el contexto de la AR en España?	62
5.1.3 Retos y Obstáculos para Avanzar y Propuestas de Mejora	64
5.2 Respuesta a la Pregunta de Investigación	66
5.2.1 Impactos en el Cambio Climático	69
5.2.2 Impactos en Seguridad Alimentaria	70
5.3 Recomendaciones y Líneas Futuras	72
Capítulo 6. Declaración de Uso de IA	75
Capítulo 7. Bibliografía.....	77

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de los principios de la agricultura. Fuente: (Agro Krebs, s. f.).....	7
Figura 2. Evolución del sistema agrario a lo largo de la historia. Fuente: (Agricultura convencional o industrial o intensiva - Sostenibilidad ..., s. f.).....	17
Figura 3. Comparativa de alternativas agrícolas en relación con su impacto ambiental. Fuente: (Estrada, 2021).....	33
Figura 4. Datos del Sector Agroecológico en 2022. Parte 1. Fuente: (Actual, 2024)	35
Figura 5. Datos del Sector Agroecológico en 2022. Parte 2. Fuente: (Actual, 2024)	36
Figura 6. Evolución de la SAU destinada a agroecología en España (1991–2023). Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.)	38
Figura 7. Evolución del número de actividades ecológicas (2010–2023). Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.).....	38
Figura 8. Número de actividades ecológicas por CCAA en 2023. Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.).....	39
Figura 9. Porcentaje de superficie de agricultura ecológica por tipo de cultivo en 2023. Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.)	40
Figura 10. Principios de la Agricultura Regenerativa. Fuente: (Agricultura Regenerativa, 2024).....	42
Figura 11. Imagen ilustrativa de las primeras filas y columnas de la tabla elaborada para el análisis de casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.....	52

Índice de tablas

Tabla 1. Indicadores clave y países/territorios que encabezan prácticas agroecológicas (Ae, 2024).....	37
Tabla 2. Resumen de casos seleccionados para el análisis.....	52

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema agrario es uno de sectores más antiguos y necesarios para la supervivencia de los seres humanos. Históricamente ha permitido el desarrollo de civilizaciones y el fortalecimiento de culturas, pero en las últimas décadas los modelos agrícolas convencionales han sido muy criticados debido al impacto tan negativo que suponen en la salud humana y en el medioambiente. Este impacto es cuantificable, en primer lugar, se conoce que la agricultura es responsable del 25% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero debido a la producción de metano, dióxido de carbono y óxido nitroso en la preparación de la ganadería y del suelo ((FAO, 2016) (Intergovernmental Panel On Climate Change, 2022)C). Segundo, la expansión de suelos agrícolas es una de las causas principales de deforestación, suponiendo en torno al 80% de la deforestación mundial, lo que provoca la reducción de la biodiversidad y reduce la capacidad de los ecosistemas ((*Rethinking Food Systems*, 2021) (*Agroindustria y deforestación • Ecologistas en Acción*, s. f.)). Tercero, la sobreexplotación de los suelos con prácticas de cultivo intensivas y con el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas hacen que disminuya su fertilidad y se reduzca su capacidad para sostener la producción a largo plazo. Esto provoca la degradación y contaminación tanto del suelo como del agua y del aire, que afecta tanto a la salud de los ecosistemas como a la salud de los seres humanos (United Nations Environment Programme, 2021). Por último, para poder realizar las técnicas agrícolas se necesitan grandes cantidades de agua dulce, lo que se traduce en un 70% del uso a nivel mundial, provocando el agotamiento de las fuentes y favoreciendo a su escasez (Mekonnen & Hoekstra, 2011).

Además de los múltiples impactos medioambientales mencionados, las prácticas agrícolas convencionales presentan problemas de seguridad alimentaria a largo plazo. Por un lado, tienen dependencia de insumos externos como pesticidas y fertilizantes que están ligados a combustibles fósiles y no son sostenible a largo plazo (FAO, 2016). Por otro lado, la elevada

degradación del suelo estima que se puedan reducir en los próximos años los rendimientos agrícolas globales, afectando a las comunidades que dependan de estas prácticas para su subsistencia. También, el cambio climático que estamos viviendo, que afecta a las temperaturas y a las lluvias, y provoca fenómenos extremos como inundaciones y sequías, reduce la productividad agrícola en un mundo en el que la demanda alimentaria está en aumento debido al crecimiento poblacional ((United Nations Environment Programme, 2021) (Intergovernmental Panel On Climate Change, 2022)).

Asimismo, se prevé que estas necesidades mundiales vayan a seguir aumentando a causa del incremento de la población, lo que hace que la apuesta por nuevos métodos sea atractiva e inevitable (Newton et al., 2020). Es decir, el desafío clave es continuar produciendo la suficiente comida segura y nutritiva para una población creciente, sin superar la capacidad de carga del planeta (Schreefel et al., 2020).

Por lo tanto, resulta evidente que existe un problema social complejo de grandes dimensiones y que es necesaria la transición hacia sistemas agrícolas sostenibles que mitiguen los impactos y aseguren el futuro de las generaciones con una alimentación suficiente y de calidad nutricional.

Para abordar este problema, se han propuesto enfoques distintos. En los últimos años la creciente preocupación por el cambio climático ha fomentado que surjan técnicas innovadoras en el campo y que algunas empresas estén apostando por introducirlas en sus cadenas de producción. Algunos valoran la intensificación sostenible para aumentar la producción sin dañar al medioambiente, mientras que otros consideran adecuado ajustar los patrones de consumo. También existen enfoques que estudian un equilibrio entre la producción y el consumo con la ecología a través de un sistema alimentario circular (Newton et al., 2020). Sin embargo, la mayoría de las soluciones requieren de políticas de apoyo, incentivos y concienciación para poder ser aplicadas ampliamente en el mundo y así llegar a provocar un cambio significativo. Por ello resulta necesario explorar y desarrollar los distintos modelos agrícolas alternativos que tienen como finalidad la transición de las

técnicas agrarias hacia prácticas sostenibles que promuevan la regeneración de los ecosistemas.

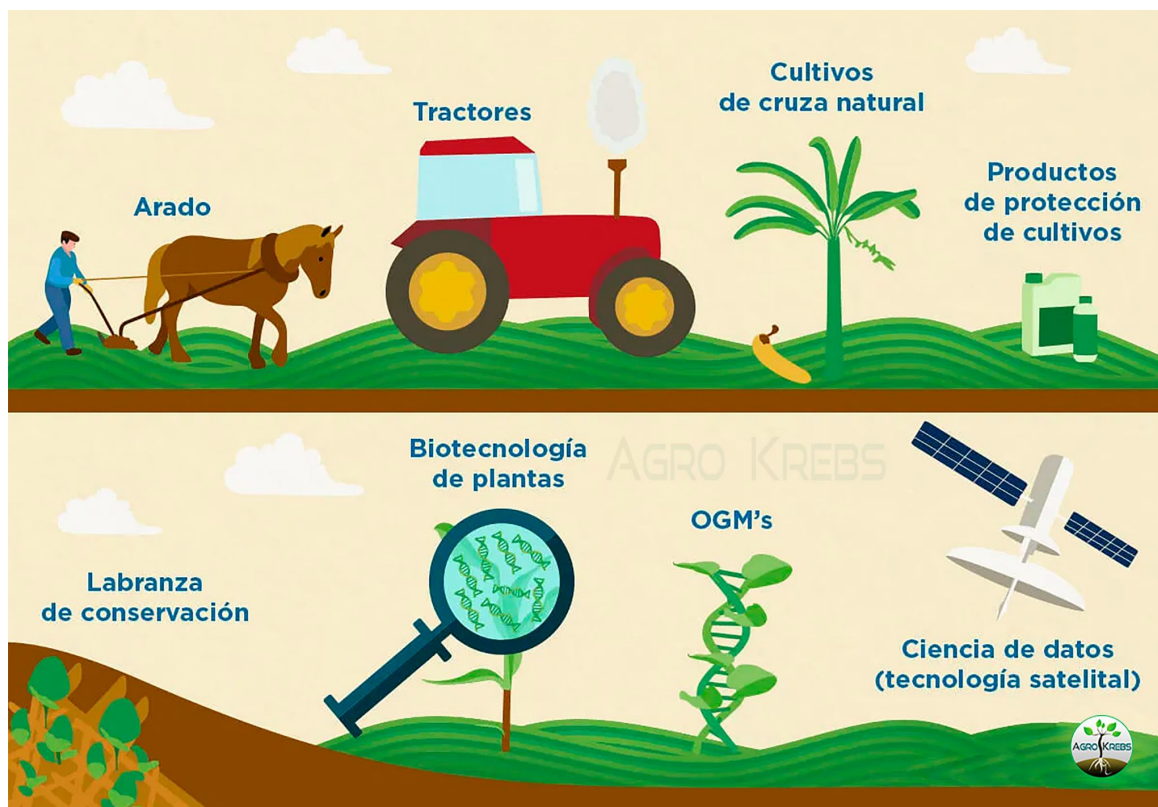


Figura 1. Evolución de los principios de la agricultura. Fuente: (Agro Krebs, s. f.)

Entre los nuevos modelos, destaca como un enfoque emergente la agricultura regenerativa (AR), que surge como una técnica alternativa y potencialmente transformadora e innovadora para transformar el paradigma del sistema agrario actual que resulta ambientalmente insostenible. Esta técnica agraria se centra en la salud del suelo, la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Sin embargo, no tiene una definición científica clara, lo que lleva a diversas interpretaciones. Esto también impide una evaluación consistente de su impacto y dificulta la creación de políticas y medidas de desempeño hacia un sistema alimentario sostenible (Schreefel et al., 2020).

La agricultura regenerativa es una técnica que promete tanto sostener como revitalizar los ecosistemas agrarios al centrarse en prácticas que aumentan la biodiversidad, restauran la salud del suelo y mejoran los ciclos de agua. De esta forma se pretende reestablecer la

seguridad alimentaria y mitigar el cambio climático. Sin embargo, el impacto concreto de esta técnica es desconocido y su integración en los sistemas agrarios actuales aún es precaria, lo que implica que se requiera una mayor comprensión de sus beneficios y de su viabilidad a gran escala para poder garantizar su adopción y escalabilidad.

La agricultura regenerativa busca reducir el impacto ambiental y ofrecer beneficios adicionales como son: mejorar y restaurar la salud del suelo, aumentar la biodiversidad, capturar carbono atmosférico y aumentar la productividad agraria. Estos beneficios se pueden observar con los resultados estimados de la aplicación de la agricultura regenerativa, que puede llegar a reducir o secuestrar entre 14,5 y 22 gigatoneladas de CO₂ para 2050, y que tiene el potencial para revertir el cambio climático al llegar a secuestrar más del 100% de las emisiones anuales actuales de CO₂ con la aplicación de técnicas ampliamente disponibles y baratas (Newton et al., 2020).

El enorme interés generado por esta técnica innovadora ha llevado a su aplicación tanto en el sector público como en el privado, con el fin de minimizar los efectos del cambio climático y ser un instrumento de acción climática. Pero, más allá del interés generalizado en la agricultura regenerativa, el concepto sigue sin poseer una definición legal y reglamentaria consensuada, dando a definiciones diversas según los distintos actores del campo. Esto provoca la ausencia de claridad y credibilidad en la metodología y, genera confusión y desconcierto en la obtención de mejoras.

Por ejemplo, un estudio que realiza una revisión de definiciones y enfoques de evaluación destaca que la agricultura regenerativa se entiende generalmente como un marco de principios, prácticas o resultados destinados a mejorar la salud del suelo, la biodiversidad, la resiliencia climática y la función del ecosistema. Sin embargo, la falta de una definición estandarizada y las evaluaciones bioeconómicas limitadas obstaculizan la comprensión y aplicación más amplia de la agricultura regenerativa (Jayasinghe et al., 2023).

Por otro lado, esta ausencia de estandarización también afecta a la credibilidad del concepto entre consumidores y stakeholders, limitando su aceptación en el mercado y su integración en cadenas de valor sostenibles. Además, dificulta la evaluación comparativa entre casos de

estudio y regiones, reduciendo la capacidad de extraer lecciones replicables para su implementación a gran escala. Un consenso y estandarización sobre qué constituye la agricultura regenerativa permitiría establecer indicadores universales para medir su impacto, como la cantidad de carbono secuestrado, la mejora en la salud del suelo o el incremento de la biodiversidad. Una definición sólida facilitaría la certificación de productos regenerativos, brindando confianza a los consumidores y promoviendo un mercado robusto que incentive a los agricultores a adoptar estas prácticas. Sin una base acordada, la confusión en torno a la agricultura regenerativa podría limitar su capacidad de escalar como solución viable frente a los retos del cambio climático y la seguridad alimentaria. Por ejemplo, un informe de la British Ecological Society examina los factores y prácticas que pueden utilizarse para definir la agricultura regenerativa y los indicadores que pueden emplearse para evaluar sus impactos, considerando tanto indicadores basados en procesos como en resultados (British Ecological Society, s. f.).

Por lo tanto, en este trabajo se busca clarificar la delimitación y las técnicas específicas que forman parte de la agricultura regenerativa, para poder adquirir una comprensión profunda en la técnica e identificar el impacto específico que puede producir en la seguridad alimentaria y en la mitigación del cambio climático, facilitando así su implementación y valoración adecuada.

Esta investigación es fundamental para comprender con mayor claridad los beneficios y las limitaciones de la agricultura regenerativa, ya que, aunque se presenta como una solución clave para mejorar la seguridad alimentaria y mitigar el cambio climático, persisten dudas sobre su delimitación y las técnicas que realmente la conforman. Aunque se ha avanzado en la investigación, es necesario profundizar en el análisis para validar sus beneficios en distintos contextos agrícolas y a gran escala. Así, en esta investigación se explorará qué innovaciones en técnicas agrícolas hay hasta la fecha y cómo los modelos de negocio pueden facilitar su adopción, contribuyendo a la implementación de modelos empresariales innovadores y sostenibles a largo plazo.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de la investigación es ahondar en la comprensión de la agricultura regenerativa y analizar distintos casos de aplicación, con el fin de contribuir al campo de estudio y poder ofrecer una perspectiva novedosa en la innovación de las técnicas agrícolas. De esta forma se pretende dar solidez y evidencia empírica a la agricultura regenerativa como un modelo agrícola sostenible y viable que da solución a los desafíos globales actuales. Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las técnicas aplicadas, razones aportadas, resultados y desafíos asociados a la implementación de la agricultura regenerativa en su contribución a la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático en el sector agrícola? Para poder dar respuesta a esta pregunta se han determinado una serie de objetivos secundarios:

- Análisis crítico de la situación actual de los sistemas agrarios en España y de los desafíos que plantean en seguridad alimentaria y en el cambio climático. Esto implica desde la definición del concepto de agricultura convencional hasta la cuantificación del impacto que presenta en los desafíos mencionados.
- Estudio de las prácticas agrícolas adoptadas por distintas empresas como alternativa a la agricultura convencional y, valoración del efecto que provocan en las cadenas de valor y estrategias de producción tradicionales. Se incluirá la revisión de las normativas y políticas, tanto nacionales como internacionales, que establezcan principios y regulaciones a los agentes involucrados en los procesos agrícolas.
- Revisión de la agricultura regenerativa como una solución potencialmente innovadora en los sistemas agrícolas y, análisis de posibles obstáculos y desafíos en su aplicación. Además, se analizarán casos de estudio de empresas que hayan adoptado esta técnica con el objetivo de concluir con lecciones valiosas para el sector agrícola.

- Comprensión del impacto de la agricultura regenerativa en el medio ambiente y en la calidad de los alimentos para poder ofrecer recomendaciones y soluciones de actuación empresarial y contribuir a la mitigación del cambio climático.

1.3 MÉTODO CUALITATIVO DE ESTUDIO

El método de estudio para abordar la pregunta de investigación y alcanzar los objetivos propuestos es cualitativo, al realizarse análisis exhaustivos sobre los temas relevantes para el fenómeno de estudio.

Primero se comenzará realizando un estudio sobre los sistemas agrarios convencionales y su situación actual, prestando especial atención en las técnicas que utilizan y en el impacto causado. Segundo, se analizarán las técnicas agrícolas innovadoras y emergentes que surgen ante la necesidad de cambio en los sistemas tradicionales, donde se profundizará en la agricultura regenerativa. Aquí se hará hincapié en todas las normativas y legislaciones que se hayan aplicado en las últimas décadas en los sistemas agrarios con el fin de mitigar los problemas causados.

Después de haber comprendido con total claridad el sistema de la agricultura regenerativa y sus implicaciones, se ahondará en casos reales de aplicación de esta técnica, valorando simultáneamente su contribución a los impactos medioambientales y a la seguridad alimentaria. Este método de trabajo se conoce como “análisis de casos de estudio” y tiene el objetivo de entrar en el detalle de los procesos que tienen lugar en el contexto específico de la agricultura regenerativa. A través de uno o múltiples casos, se examinan los enfoques, acciones, estrategias, técnicas, etc., que se implementan, así como cuáles de ellas lideran el mercado y en qué forma contribuyen a los problemas globales para poder obtener una comprensión detallada de la metodología. De esta forma se pretende dar respuesta a la pregunta de investigación previamente definida, ofreciendo conclusiones sólidas y basadas en evidencia.

Finalmente, se expondrán los resultados obtenidos del trabajo de investigación, realizando una comparativa entre los distintos casos analizados, que permitirá elaborar unas conclusiones robustas sobre las políticas y técnicas a tomar en el ámbito de la sostenibilidad agrícola y ofrecer recomendaciones prácticas de su implementación en la agricultura moderna.

1.4 ESTRUCTURA

El trabajo de investigación desarrollado se estructura en 4 bloques. El primero de ellos llamado “Introducción” permite presentar el tema al lector y ponerle en situación, de manera que este bloque contiene el planteamiento del problema de estudio, y los objetivos y la metodología de trabajo seguidos para llegar a responder a la pregunta de investigación planteada.

El segundo bloque recoge el “Marco Teórico”, donde se abordan los fundamentos conceptuales y contextuales que sustentan el trabajo. Es decir, proporciona una visión integral del modelo agrícola convencional y de las alternativas que están surgiendo debido a su relevancia en los desafíos de seguridad alimentaria, sostenibilidad y cambio climático. Asimismo, se describen las normativas relacionadas con la sostenibilidad agrícola de cara a comprender qué cambios se están aplicando en los modelos de agricultura.

Dado que la agricultura regenerativa es el foco de este trabajo, también se presenta un estudio del sector agroecológico, sector al que pertenece, examinando su implementación tanto a nivel global como nacional para entender su contribución actual y potencial en la transición hacia sistemas agrícolas más sostenibles. Como último punto de este bloque se ha explorado el concepto de Agricultura Regenerativa (AR), entendiendo sus principios y beneficios en comparación con la agricultura convencional para tener una referencia para analizar los casos de estudio en el siguiente bloque.

El tercer bloque se centra en un análisis exhaustivo de casos de estudio relacionados con la Agricultura Regenerativa (AR), así como en un estudio detallado del contexto español en

términos de sostenibilidad y transición hacia modelos agrícolas más resilientes. Este análisis incluye la selección y evaluación de diversas fincas y proyectos destacados que han implementado prácticas regenerativas, abordando aspectos como las técnicas aplicadas, los resultados obtenidos, los desafíos enfrentados y las relaciones con stakeholders clave. A partir de estos casos, se busca identificar patrones comunes y factores críticos que influyen en la efectividad y escalabilidad de la AR. Además, el contexto español se analiza desde la perspectiva de sus particularidades geográficas, climáticas y sociales, considerando tanto las barreras específicas que limitan la expansión de la AR como las políticas y regulaciones que han facilitado su adopción en algunas regiones. Este enfoque permite obtener una visión integral de las oportunidades y limitaciones que enfrenta la AR, no solo en términos de sostenibilidad ambiental, sino también en su capacidad para contribuir a la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático en España.

El cuarto bloque presenta las conclusiones generales de este trabajo, formuladas en base a la pregunta de investigación planteada. Estas conclusiones buscan sintetizar los hallazgos clave derivados del análisis de casos y del marco teórico, proporcionando respuestas fundamentadas a los principales interrogantes del estudio. Asimismo, este bloque resalta las lecciones aprendidas y propone líneas futuras de acción que podrían potenciar la adopción de la AR a gran escala. Las conclusiones subrayan la necesidad de superar barreras estructurales, como la falta de políticas específicas y el acceso limitado a financiamiento, mientras se promueve un cambio cultural y educativo que fomente la transición hacia sistemas agrícolas sostenibles y regenerativos. De esta manera, se ofrece una base sólida para futuras investigaciones y acciones en el ámbito de la AR, orientadas a maximizar su impacto positivo en la seguridad alimentaria y el cambio climático.

Capítulo 2. MARCO TEÓRICO

El presente apartado recoge un análisis de las técnicas de agricultura convencional para determinar el alcance del impacto causado tanto en la seguridad alimentaria como en el cambio climático, para posteriormente determinar los beneficios que plantean las nuevas perspectivas agrícolas. Concretamente, se hará un estudio de las prácticas de la agricultura regenerativa y de aplicaciones y casos de éxito, con el objetivo de poder determinar la contribución de la práctica a los problemas sociales y medioambientales que tanto preocupan en la actualidad.

2.1 AGRICULTURA CONVENCIONAL

2.1.1 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS

La agricultura convencional, a su vez conocida como agricultura intensiva, es un sistema de producción agrícola que reúne al conjunto de técnicas empleadas para producir alimentos a través del uso de prácticas intensivas y de agroquímicos para maximizar el rendimiento, la productividad y la eficiencia de los cultivos y de la ganadería. Estas técnicas tradicionales han dominado la producción de alimentos desde que se empezaron a utilizar a mediados del siglo XX para cubrir el incremento de la demanda causada por un fuerte crecimiento poblacional. Fue en 1940 cuando la Revolución Verde impulsó al uso masivo de tecnologías agrícolas para aumentar la producción y satisfacer la demanda, provocando que el sistema agrario comenzase a expandirse, pero su desarrollo se intensificó a lo largo de los años 60-70 ((Pretty, 2008) (Altieri & Farrell, 2018) (Sumberg & Giller, 2022) (Pretty, 2008)).

Las técnicas utilizadas en la agricultura tradicional requieren de innovación y tecnologías avanzadas con el fin de mejorar la producción de los productos agrícolas. Para ello se necesita del uso intensivo de insumos químicos, como fertilizantes sintéticos y pesticidas, maquinaria pesada, y técnicas de cultivo que priorizan la productividad a gran escala. A

continuación se enumeran las principales técnicas empleadas en este tipo de agricultura ((Pretty, 2008) (Sumberg & Giller, 2022) (Pomoni et al., 2023)):

- **Uso insumos químicos:** práctica que se basa en el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos, que son productos químicos que permiten aumentar la fertilidad del suelo y maximizar la producción al proteger a los cultivos de posibles plagas, enfermedades y malas hierbas. Los fertilizantes sintéticos se disuelven rápidamente en el suelo y proporcionan nutrientes a las plantas de forma inmediata, lo que permite obtener cosechas más abundantes en tiempos menores y en áreas más reducidas. Sin embargo, un uso excesivo de estos productos puede llevar a la contaminación del suelo y el agua.
- **Monocultivo:** técnica en la que solo se cultiva un tipo de especie en extensiones grandes de terreno con el fin de simplificar la gestión de los cultivos y mecanizar la producción, es decir, facilitar el uso de maquinaria y la aplicación de productos químicos. Esta técnica aumenta la eficiencia de la agricultura, pero también aumenta la vulnerabilidad a plagas y enfermedades, además de degradar y agotar los nutrientes del suelo, y provocar la pérdida de biodiversidad.
- **Mecanización intensiva y tecnología avanzada:** metodología que permite operar en grandes superficies de terreno gracias al uso de maquinaria agrícola, como tractores, cosechadoras o sembradoras, que ayudan a preparar la tierra, la siembra y la cosecha. Esto hace que se reduzca la mano de obra y se aumente la eficiencia de la producción.
- **Labranza intensiva:** técnica de preparación profunda previa del suelo para mejorar la plantación inicial, pero que a largo plazo provoca la erosión y el deterioro del suelo, junto con la pérdida de nutrientes.
- **Riegos artificiales:** se utilizan diversas técnicas de riego, que van desde el riego por la superficie hasta el riego por goteo, para asegurar que los cultivos tienen el agua adecuada. Dependiendo de la zona geográfica en la que se cultive, para poder mantener la productividad del suelo en climas áridos o poco predecibles, donde las

lluvias son insuficientes, será necesario utilizar sistemas de riego a mayor escala y en grandes cantidades, lo que se conoce como “irrigación intensiva”.

- **Rotación de cultivos:** aunque es una práctica menos común en monocultivos intensivos, la rotación puede ayudar a prevenir el agotamiento del suelo y el control de plagas.
- **Uso de organismos genéticamente modificados (OGM):** se utilizan estos cultivos para resistir frente a plagas, enfermedades o condiciones climáticas adversas, como la sequía o la salinidad del suelo.

Con todas las prácticas mencionadas se puede ver que la agricultura convencional tiene su foco en la productividad a corto plazo. Es decir, que su objetivo principal es maximizar los rendimientos en un corto período de tiempo, con el fin de poder aumentar la oferta de productos y mantener los precios bajos. El problema es que no se tienen en cuenta los efectos a largo plazo sobre la salud del suelo, la biodiversidad y los ecosistemas.

2.1.2 EVOLUCIÓN E HISTORIA

La agricultura convencional ha existido durante miles de años y se ha desarrollado en diversas formas. A lo largo de los siglos, la agricultura ha evolucionado desde prácticas rudimentarias de subsistencia hacia sistemas más intensivos y mecanizados, especialmente durante la Revolución Verde de mediados del siglo XX (Pomoni et al., 2023). En los años 50-60, era conocida simplemente como la "agricultura de entonces", cuya finalidad era aumentar la producción y alimentar a la creciente población, pero, con la Revolución Verde, se introdujeron nuevas prácticas. Este período se caracterizó por la introducción de variedades de cultivos de alto rendimiento, se intensificó el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas, y el riego a gran escala. Además, la mecanización masiva hizo que los agricultores pudiesen producir más con menos mano de obra (Sumberg & Giller, 2022).

A partir de los años 70-80, el sistema se empezó a ver criticado debido a los impactos ambientales, provocando el impulso hacia el desarrollo de nuevas alternativas como la agricultura orgánica. Fue desde entonces, desde cuando ha habido un continuo debate sobre los beneficios y desventajas de la agricultura convencional frente a metodologías alternativas

como pueden ser la agroecología o la agricultura regenerativa. Sin embargo, a pesar de que se hayan realizado grandes avances en productividad, la agricultura convencional se enfrenta a fuertes críticas relacionadas con la sostenibilidad y la resiliencia a largo plazo, puesto que depende de la energía fósil y provoca la disminución de la biodiversidad y los recursos naturales (Sumberg & Giller, 2022).

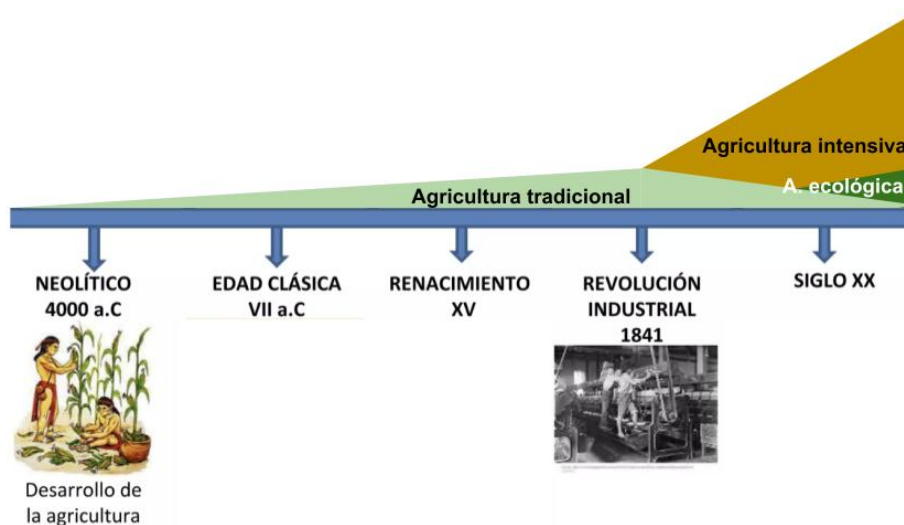


Figura 2. Evolución del sistema agrario a lo largo de la historia. Fuente: (Agricultura convencional o industrial o intensiva - Sostenibilidad ..., s.f.)

A pesar de que entre 2015-2016 la agricultura convencional abarcase el 87,5% de las tierras de cultivo, se fomentaba en los discursos el uso de alternativas como la agricultura de conservación, la intensificación del arroz o la agricultura regenerativa. Por otro lado, las mayores áreas de agricultura de conservación se encuentran en América, Australia y Sudáfrica, y requieren del uso de transgénicos y agroquímicos a gran escala, lo cual no se menciona en su promoción (Sumberg & Giller, 2022).

Tras todos los años de operación de este tipo de agricultura, se ha producido la transformación de más de mil millones de hectáreas de bosques y praderas en tierras agrícolas. Aunque estas transformaciones han aumentado la producción, también han generado unas tasas elevadas de erosión del suelo, que han afectado a la calidad de las tierras agrícolas, especialmente en África, Asia y América del Sur, donde las pérdidas de suelo alcanzan entre 30 y 40 toneladas por hectárea por año. Durante los últimos 70 años la

degradación de tierras agrícolas ha sido significativa, afectando a 1,2 mil millones de hectáreas a nivel mundial, especialmente en países en desarrollo (A.K. Rohila et al., 2017).

2.1.3 DESAFÍOS EN SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CAMBIO CLIMÁTICO

A medida que la población mundial ha crecido, la demanda de alimentos ha llevado a la intensificación de la agricultura convencional. Sin embargo, este enfoque ha sido muy criticado por su alto impacto ambiental, que tiene graves consecuencias ambientales ((Godfray & Garnett, 2014) (A.K. Rohila et al., 2017) (Sumberg & Giller, 2022) (Intergovernmental Panel On Climate Change, 2022) (Pomoni et al., 2023)):

- **Degradación ambiental:** la utilización excesiva de fertilizantes y pesticidas es contaminante para el agua, afecta a la biodiversidad y hace daño a los ecosistemas circundantes.
- **Erosión, degradación y agotamiento del suelo:** técnicas como la labranza intensiva o el monocultivo terminan con los nutrientes del suelo, desencadenando en la pérdida de productividad y fertilidad con el tiempo.
- **Dependencia de insumos externos:** los cultivos dependen de insumos caros, como es el caso de los fertilizantes químicos y pesticidas, lo que provoca un aumento de los costes de producción. Además, como el uso intensivo de estos productos ha llevado a la aparición de plagas y malezas resistentes, esto se traduce en la necesidad de utilizar químicos cada vez más fuertes y agresivos, y en mayor cantidad.
- **Cambio climático:** las técnicas de agricultura convencional contribuyen de manera significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incluidos el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄), que son provocadas por el uso de maquinaria, fertilizantes y cambios en el suelo. Además, otros efectos del cambio climático, como sequías, inundaciones o cambios extremos de temperatura, afectan a la producción y a la seguridad de los alimentos.
- **Pérdida de biodiversidad:** la fauna y flora locales se han visto afectadas por el uso de monocultivos, ya que terminan con la diversidad genética, y han hecho que los ecosistemas sean menos resilientes frente a cambios climáticos y otras amenazas.

También, las poblaciones de insectos, aves y otros animales esenciales para los ecosistemas agrícolas están disminuyendo rápidamente.

- **Contaminación del agua:** el uso de fertilizantes fosfatados y nitrogenados provoca la eutrofización de ríos, lagos y otras masas de agua, promoviendo el crecimiento de algas tóxicas y creando zonas muertas.
- **Uso elevado de energía y recursos fósiles:** las técnicas agrícolas dependen, por un lado, de maquinaria pesada que funciona con combustibles fósiles y, por otro lado, de la producción y transporte de fertilizantes y pesticidas, que también requieren grandes cantidades de energía. Esto contribuye significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).
- **Escasez de recursos:** la creciente urbanización y el aumento de la población han concluido en la reducción del suelo agrícola disponible y en la sobreexplotación de los recursos hídricos.
- **Problemas de salud:** la constante exposición a pesticidas y fertilizantes químicos causa efectos adversos en la salud humana de los trabajadores agrícolas y de las comunidades cercanas. Algunas de las causas pueden ser enfermedades crónicas, intoxicaciones y la contaminación de alimentos y agua. También hay una creciente preocupación causada por las lagunas en los efectos a largo plazo de los OGM.

La lista de desafíos que presenta la agricultura convencional es inmensa, pero de entre ellos destacan la degradación del suelo y de los ecosistemas, la sobreexplotación de recursos naturales como el agua, y la contribución que tienen sus prácticas a las emisiones de gases de efecto invernadero.

Otro punto muy relevante es el uso intensivo de energía en la agricultura convencional, que está relacionado con el cambio climático. El 30% de la energía global proviene de fuentes fósiles, contribuyendo así al 19-29% de las emisiones anuales de GEI. También el uso de energía convencional está asociado con costes crecientes y problemas ambientales, lo que plantea un desafío crucial para la investigación en busca de fuentes de energía limpias y soluciones de ahorro energético (Pomoni et al., 2023).

Por lo tanto, a pesar de que la agricultura convencional ha sido fundamental para alimentar a una población en crecimiento, enfrenta graves desafíos que amenazan su sostenibilidad. La necesidad de encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos y la protección del medio ambiente se vuelve cada vez más crítica. Para abordar estos problemas, es esencial adoptar enfoques más sostenibles que reduzcan el uso de insumos químicos y promuevan prácticas agrícolas que mejoren la salud del suelo y la biodiversidad ((Godfray & Garnett, 2014) (Pomoni et al., 2023)).

2.1.3.1 Impactos del cultivo de invernaderos convencionales

Un caso concreto interesante de los desafíos de la agricultura convencional es el gran consumo de energía para calefacción y refrigeración que requieren los invernaderos, que proporcionan un entorno controlado y son fundamentales para el cultivo en condiciones climáticas adversas. Sin embargo, el cultivo en invernaderos presenta retos significativos en el consumo de energía, que oscilan entre el 65% y el 85% del coste operativo total (Pomoni et al., 2023).

En el caso de la refrigeración, en climas cálidos, los costes pueden representar hasta el 50% del coste total de operación del invernadero. Por ejemplo, en Arabia Saudí se requieren 151,3 Wh/m² por día para combatir las necesidades de refrigeración. En el norte de Grecia, el consumo anual de energía para enfriamiento es de 95 kWh/m² (Pomoni et al., 2023).

En el caso de la calefacción, en climas fríos, el consumo de energía puede llegar a representar entre el 65% y el 85% del total. Por ejemplo, en Suecia, el 88% de la energía consumida en invernaderos se destina a la calefacción. En México, en regiones donde las temperaturas bajan de 10 °C se requieren anualmente 32.228,76 kWh para calefacción (Pomoni et al., 2023).

2.1.4 NORMATIVAS Y REGULACIONES EN AGRICULTURA SOSTENIBLE

Históricamente, en muchas regiones del mundo, las políticas gubernamentales y los subsidios en el sistema agrícola han favorecido al modelo tradicional de agricultura, influyendo en las técnicas agrícolas empleadas y en la estructura del mercado de alimentos.

Con el fin de mitigar el cambio climático y reducir todos los impactos causados por la agricultura convencional, los gobiernos nacionales y los organismos internacionales están promoviendo la aplicación de políticas que luchan por una agricultura sostenible. En estas reformas se incluyen los siguientes aspectos (A.K. Rohila et al., 2017):

- **Reforma agraria:** redistribuir de forma equitativa los derechos de acceso a recursos como tierra, agua, bosques y semillas, con especial atención a los derechos de los pueblos indígenas.
- **Sostenibilidad agrícola:** incentivar las políticas que promuevan la gestión integrada de plagas, cultivos, nutrientes y suelos, así como una planificación del uso de la tierra.
- **Reformas comerciales y económicas:** tener en cuenta la sostenibilidad ambiental en políticas de comercio, mercados y subsidios, en línea con reformas internacionales como la Convención sobre la Diversidad Biológica de la ONU y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Para conseguirlo, es necesario adoptar nuevas tecnologías y enfoques agrícolas respetuosos con el medio ambiente para garantizar la sostenibilidad a largo plazo y el bienestar de las futuras generaciones (A.K. Rohila et al., 2017).

Además, dado que la sostenibilidad se ha convertido en un pilar fundamental para la agricultura del siglo XXI, han surgido diversas políticas y regulaciones que buscan guiar este sector hacia un futuro más resiliente y respetuoso con el medio ambiente. Entre las iniciativas clave que definen este panorama, por un lado, destacan algunas propuestas de la Unión Europea, como la Estrategia De la Granja a la Mesa del Pacto Verde Europeo, que busca transformar el sistema agrícola europeo hacia prácticas más sostenibles y regenerativas. Por otro lado, a nivel global, el Acuerdo de París subraya la importancia de la agricultura en la lucha contra el cambio climático, mientras que la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) pone énfasis en la preservación y gestión sostenible de los suelos agrícolas, un recurso cada vez más amenazado.

Asimismo, hay organismos internacionales que han lanzado diversas iniciativas en apoyo a la agricultura regenerativa y sostenible. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) promueve la agroecología y ha desarrollado directrices para mejorar la salud del suelo y la biodiversidad a través de la Iniciativa de Suelos Saludables. Por su parte, el Banco Mundial apoya la agricultura climáticamente inteligente mediante su Climate-Smart Agriculture Initiative, que financia proyectos que promueven prácticas sostenibles y resilientes, incluyendo componentes de agricultura regenerativa. Finalmente, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) lidera la Transformative Partnership Platform on Agroecology, una plataforma que impulsa la agroecología a nivel mundial, conectando conocimientos científicos y locales para fomentar prácticas agrícolas que restauren los ecosistemas y contribuyan a mitigar el cambio climático.

A continuación, se explican en detalle las normativas fundamentales que establecen directrices en el desarrollo de la agricultura sostenible y regenerativa.

2.1.4.1 Política Agraria Común (PAC)

La Política Agraria Común (PAC) es una de las políticas más antiguas y fundamentales de la Unión Europea (UE). Fue creada en 1962 con el objetivo de aumentar la productividad agrícola, garantizar un nivel de vida justo para los agricultores y asegurar un suministro estable de alimentos a precios asequibles para los consumidores. Sin embargo, a lo largo de los años, la PAC ha evolucionado significativamente, adaptándose a los cambios económicos, sociales y ambientales de Europa y del mundo (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*).

En sus comienzos, esta política fue establecida con un enfoque en la producción masiva de alimentos tras la devastación de la Segunda Guerra Mundial. Durante sus primeras décadas, la PAC se centraba en garantizar la autosuficiencia alimentaria de Europa mediante subsidios y medidas de apoyo a los agricultores. Pero este enfoque condujo a la sobreproducción y provocó efectos negativos en los mercados agrícolas internacionales (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*).

En los años 90, se aplicaron una serie de reformas con el fin de reducir el impacto negativo de la PAC sobre los mercados internacionales y mejorar su sostenibilidad. Estas reformas incluyeron la disminución de los precios de intervención y el desacoplamiento de los subsidios de la producción, incentivando a los agricultores a producir en función de la demanda del mercado y no solo en busca de subsidios. Además, se introdujo el concepto de desarrollo rural, ampliando el enfoque de la PAC más allá de la producción agrícola para incluir la mejora de la calidad de vida en las áreas rurales (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*).

La PAC actual se fundamenta en tres objetivos principales (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*):

1. **Aumentar la sostenibilidad del sector agrícola y contribuir a la lucha contra el cambio climático.** Esto implica la gestión responsable de los recursos naturales y la protección de la biodiversidad. Para ello, se alinean con las metas del Pacto Verde Europeo y la Estrategia de la Granja a la Mesa.
2. **Apoyar los ingresos de los agricultores y mejorar la distribución de los pagos,** para asegurar un nivel de vida digno para los agricultores. La PAC garantiza que los pequeños y medianos agricultores reciban un apoyo justo a través de mecanismos de redistribución de pagos. El 10% del presupuesto total de los pagos directos se destina a aumentar el apoyo a las pequeñas explotaciones.
3. **Promover la innovación y la modernización del sector agrícola.** La innovación es un pilar central de la PAC, con un enfoque en la digitalización de la agricultura y la adopción de nuevas tecnologías que ayuden a hacer frente a los retos actuales. Se han destinado 9 mil millones de euros al programa Horizonte Europa para la investigación y la innovación en los ámbitos de la agricultura, la bioeconomía y los recursos natural.

A lo largo de su historia, la PAC ha conseguido importantes avances en varios frentes. Entre sus logros más destacados se incluyen (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*):

- **Aumento de la productividad agrícola:** en sus primeros años, la PAC contribuyó de forma significativa a garantizar la seguridad alimentaria en Europa, haciendo que la UE pasara de ser un importador neto de alimentos a un exportador líder.
- **Mejora de los ingresos agrícolas:** a pesar de que los ingresos de los agricultores siguen siendo inferiores a la media de otros sectores, la PAC ha jugado un papel clave en la reducción de la brecha de ingresos entre agricultores y otros trabajadores.
- **Protección ambiental:** en las últimas décadas, la PAC ha incorporado criterios ambientales en sus pagos, incentivando prácticas agrícolas más sostenibles. Se introdujo la "condicionalidad", que obliga a los agricultores a cumplir con estándares ambientales básicos a cambio de recibir pagos directos.

2.1.4.2 Plan Estratégico de la Política Agraria Común (PEPAC)

El nuevo ciclo de la PAC, que cubre el periodo 2023-2027, se basa en varios principios clave que buscan abordar los desafíos contemporáneos, como el cambio climático, la equidad en la distribución de los subsidios y la modernización del sector agrícola (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*).

La PAC 2023-2027 está profundamente alineada con las estrategias de sostenibilidad y cambio climático de la UE. Se espera que contribuya significativamente a las metas de reducción de emisiones de GEI y a la preservación de la biodiversidad de aquí a 2030. La Comisión Europea monitorizará de cerca la implementación de los planes estratégicos de la PAC por parte de los Estados miembros, asegurándose de que estos estén alineados con los objetivos del Pacto Verde Europeo y ajustando los planes cuando sea necesario (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*):

1. La nueva PAC fortalece su enfoque en la **sostenibilidad ambiental**, alineándose con las metas del Pacto Verde Europeo. Los Estados miembros deben dedicar al menos el 35% de su presupuesto de desarrollo rural a acciones medioambientales y climáticas.
2. Una de las innovaciones más importantes de la nueva PAC es la introducción de los **eco-esquemas**. Estos son programas voluntarios que recompensan a los agricultores

- que adoptan prácticas agrícolas beneficiosas para el clima y el medio ambiente. Al menos el 25% del presupuesto de pagos directos se dedicará a estos eco-esquemas.
3. Por primera vez, la PAC vincula el apoyo financiero al **respeto de los derechos laborales**. A partir de 2025, los agricultores deberán cumplir con las normas básicas de la UE sobre condiciones laborales y seguridad en el trabajo para recibir pagos directos.
 4. La PAC fomenta una **distribución más justa de los pagos directos**, con un enfoque en apoyar a las pequeñas y medianas explotaciones. Esto incluye la obligación de dedicar al menos el 10% del presupuesto de pagos directos a un mecanismo de redistribución que aumente los pagos a los agricultores de pequeñas explotaciones.

A largo plazo, la PAC busca fortalecer aún más la resiliencia del sector agrícola frente a crisis como el cambio climático y las pandemias, y fomentar una mayor equidad en la distribución de los recursos. Se espera que los Estados miembros continúen ajustando sus políticas agrícolas para abordar desafíos emergentes y adaptar las prácticas agrícolas a las nuevas realidades globales (*La PAC en pocas palabras - Comisión Europea, 2024*).

2.1.4.3 Pacto Verde Europeo

El Pacto Verde Europeo o European Green Deal es una estrategia crucial en la UE para la transformación del sistema agrícola hacia la sostenibilidad. Esto se debe a que sitúa los sistemas alimentarios sostenibles en el centro de su estrategia, reconociendo el vínculo entre la salud de las personas, las sociedades y el planeta. De esta forma, la agricultura y los sistemas alimentarios europeos, que ya son reconocidos por su seguridad, calidad y nutrición, deben ahora liderar el camino hacia la sostenibilidad, lo que implica asegurar alimentos asequibles, pero generando beneficios equitativos para el medioambiente, la sociedad y la economía (*La agricultura y el Pacto Verde - Comisión Europea, s. f.*).

En julio de 2023, la Comisión Europea adoptó un paquete de medidas para el uso sostenible de los recursos naturales, incluyendo una ley sobre la salud de los suelos, un reglamento sobre plantas producidas con técnicas genómicas y acciones para reducir los residuos alimentarios y textiles (*La agricultura y el Pacto Verde - Comisión Europea, s. f.*).

Los objetivos principales de la UE son (*La agricultura y el Pacto Verde - Comisión Europea, s. f.*):

- Garantizar la seguridad alimentaria frente a desafíos globales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad
- Reducir la huella ambiental del sistema alimentario
- Reforzar la resiliencia del sistema alimentario
- Liderar una transición global hacia un sistema sostenible desde la producción hasta el consumo

2.1.4.4 La Estrategia de la Granja a la Mesa o The Farm to Fork Strategy

La Estrategia de la Granja a la Mesa es un pilar clave del Pacto Verde Europeo y busca transformar los sistemas alimentarios para que sean más justos, saludables y respetuosos con el medio ambiente. Dado que los sistemas alimentarios actuales son responsables de casi un tercio de las emisiones globales de gases de efecto invernadero y contribuyen a la pérdida de biodiversidad, el objetivo de esta estrategia es rediseñarlos hacia un modelo más sostenible (*Farm to Fork Strategy - European Commission, s. f.*).

Los objetivos de la estrategia son (*Farm to Fork Strategy - European Commission, s. f.*):

- Lograr un impacto ambiental neutral o positivo
- Mitigar y adaptarse al cambio climático
- Frenar la pérdida de biodiversidad
- Asegurar la seguridad alimentaria, nutrición y salud pública, garantizando el acceso a alimentos seguros y sostenibles
- Mantener la asequibilidad de los alimentos y promover una economía justa para todos los actores de la cadena alimentaria

Para lograr estos objetivos, la estrategia propone tanto iniciativas regulatorias como no regulatorias, utilizando políticas agrícolas y pesqueras para facilitar una transición justa. Además, planea un marco legislativo para apoyar el desarrollo de políticas alimentarias sostenibles y un plan de contingencia para garantizar el suministro y la seguridad alimentaria

ante futuras crisis, como se aprendió con la pandemia de COVID-19 (*Farm to Fork Strategy* - *European Commission*, s. f.).

La estrategia también resalta la importancia de los servicios de asesoría, instrumentos financieros, investigación e innovación, los cuales serán esenciales para superar barreras y crear nuevas oportunidades de mercado en la transición hacia un sistema alimentario sostenible (*Farm to Fork Strategy* - *European Commission*, s. f.).

2.1.4.5 Acuerdo de París

El Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático adoptado en 2015, y tiene implicaciones directas en la agricultura sostenible. Este acuerdo establece un marco para que los países frenen el calentamiento global a 1,5 grados centígrados y logren la neutralidad climática para mediados de siglo, lo cual requiere realizar transformaciones significativas en todos los sectores, incluido el agrícola (*El Acuerdo de París* | *CMNUCC*, s. f.).

Dado que la agricultura es uno de los sectores más vulnerables y responsables de las emisiones de GEI, el Acuerdo de París impulsa la transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles para reducir estas emisiones y aumentar la resiliencia ante el cambio climático. En las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), los países proponen medidas para reducir las emisiones de los sectores clave, donde está incluido el sector agrícola. Como estrategias surgen prácticas como la agricultura regenerativa, la agroecología y la reducción del uso de insumos químicos. Además, se fomenta el desarrollo de las tecnologías agrícolas bajas en carbono y la transferencia de conocimiento a países en desarrollo, facilitando la adopción de prácticas sostenibles (*El Acuerdo de París* | *CMNUCC*, s. f.).

Además, el acuerdo también aborda la adaptación al cambio climático, crucial para la agricultura, que se enfrenta a los impactos de eventos climáticos extremos, como las sequías e inundaciones. Por ello, las NDC también contemplan la creación de sistemas alimentarios más resilientes mediante técnicas agrícolas sostenibles que conserven los recursos naturales. (*El Acuerdo de París* | *CMNUCC*, s. f.).

2.1.4.6 Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) es un tratado internacional diseñado para combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía, especialmente en países gravemente afectados por estos fenómenos. Fue adoptada en 1994 y busca fomentar la gestión sostenible de los suelos y la restauración de tierras degradadas, con el objetivo de mejorar la vida de las personas en las zonas más vulnerables (*Convención de Lucha contra la Desertificación*, 2022).

La agricultura juega un papel crucial dentro de los objetivos de la UNCCD, ya que la desertificación y la degradación de las tierras están estrechamente vinculadas con las prácticas agrícolas insostenibles. La expansión de tierras agrícolas en zonas vulnerables, el uso intensivo de monocultivos, la deforestación y el sobrepastoreo contribuyen a la pérdida de suelos fértiles. Este tratado internacional promueve la Ordenación Sostenible de las Tierras (OST), que incluye prácticas agrícolas que respetan los límites ecológicos, como la agroforestería, la rotación de cultivos, la reducción de la labranza intensiva y el uso del agua. Además, la UNCCD busca que los países adapten sus sistemas agrícolas a las condiciones climáticas cambiantes, promoviendo la resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos. (*Convención de Lucha contra la Desertificación*, 2022).

De aquí a 2030 las Naciones Unidas han puesto especial énfasis en la restauración de los ecosistemas. Por ello, la UNCCD trabaja en conjunto con la FAO y otras organizaciones para promover la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, asegurando que la agricultura sea una herramienta para la conservación de los suelos y la mitigación del cambio climático (*Convención de Lucha contra la Desertificación*, 2022).

2.1.4.7 Directrices de Agroecología y la Iniciativa de Suelos Saludables de la FAO

La FAO ha promovido la agroecología como un enfoque clave para lograr una agricultura más sostenible. En el Segundo Simposio Internacional sobre Agroecología en 2018, la FAO estableció directrices que buscan integrar principios ecológicos en la producción agrícola, promoviendo prácticas que minimicen el uso de insumos químicos y fomenten la biodiversidad y la resiliencia. Las Directrices de Agroecología destacan la importancia de

técnicas como la rotación de cultivos, el uso de compost y la diversificación agrícola para mejorar la fertilidad del suelo y reducir los impactos ambientales negativos (*Scaling up Agroecology Initiative | Agroecology Knowledge Hub | Food and Agriculture Organization of the United Nations*, s. f.).

Además, la Iniciativa de Suelos Saludables de la FAO se centra en la conservación y restauración de la salud del suelo, considerando que el suelo es la base de la producción de alimentos y un recurso vital para el secuestro de carbono. La iniciativa promueve prácticas como el no laboreo, la cobertura de cultivos y el uso de fertilizantes orgánicos para prevenir la erosión y mejorar la estructura del suelo, contribuyendo así a la sostenibilidad y mitigación del cambio climático (*Scaling up Agroecology Initiative | Agroecology Knowledge Hub | Food and Agriculture Organization of the United Nations*, s. f.).

2.1.4.8 Climate-Smart Agriculture (CSA) Initiative del Banco Mundial

La Iniciativa de Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA) del Banco Mundial promueve prácticas agrícolas sostenibles y resilientes al cambio climático, alineadas con los principios de la agricultura regenerativa. La CSA se basa en tres objetivos clave ((Lipper et al., 2014) (*Climate-Smart Agriculture*, s. f.)):

- Aumentar la productividad agrícola de manera sostenible
- Mejorar la resiliencia al cambio climático
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

A través de esta iniciativa, el Banco Mundial ofrece financiamiento, asesoría técnica y capacitación para ayudar a los países en desarrollo a implementar proyectos agrícolas sostenibles. La CSA también busca incentivar el uso de tecnologías innovadoras y prácticas de manejo sostenible del suelo, como la agroforestería y el manejo eficiente del agua, para reducir los riesgos asociados con fenómenos climáticos extremos. En colaboración con el Fondo Verde para el Clima (Green Climate Fund), el Banco Mundial proporciona financiamiento adicional para proyectos que buscan mejorar la seguridad alimentaria, mitigar el cambio climático y reducir la degradación del suelo ((Lipper et al., 2014) (*Climate-Smart Agriculture*, s. f.)).

2.1.4.9 Transformative Partnership Platform on Agroecology (TPP) de UNEP

La Transformative Partnership Platform (TPP) en agroecología, liderada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), es una alianza que reúne a instituciones como FAO, ICRAF, CIFOR y Biovision para promover la adopción de prácticas agroecológicas a nivel mundial. La TPP facilita el intercambio de conocimientos entre la investigación científica, los movimientos sociales y los formuladores de políticas, buscando impulsar un cambio sistémico en los sistemas alimentarios hacia modelos sostenibles y regenerativos ((*UN Decade | Ecosystem Restoration Monitoring | Food and Agriculture Organization of the United Nations*, s. f.) (*The Transformative Partnership Platform on Agroecology | FAO*, s. f.)).

El enfoque de la TPP se basa en la integración de conocimientos locales y científicos para desarrollar soluciones innovadoras que restauren los ecosistemas agrícolas y reduzcan los impactos negativos de la agricultura convencional. Esta plataforma apoya la participación de múltiples actores, como agricultores, investigadores y formuladores de políticas, y promueve políticas que faciliten la transición hacia la agroecología ((*UN Decade | Ecosystem Restoration Monitoring | Food and Agriculture Organization of the United Nations*, s. f.) (*The Transformative Partnership Platform on Agroecology | FAO*, s. f.)).

Además, UNEP colabora con sus socios en el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030), que incluye la restauración de tierras agrícolas y la adopción de prácticas regenerativas. Esta iniciativa enfatiza la importancia de la restauración del suelo y la biodiversidad para combatir el cambio climático y mejorar la sostenibilidad de los sistemas agrícolas ((*UN Decade | Ecosystem Restoration Monitoring | Food and Agriculture Organization of the United Nations*, s. f.) (*The Transformative Partnership Platform on Agroecology | FAO*, s. f.)).

2.1.5 TÉCNICAS ALTERNATIVAS

En la actualidad hay abierto un debate sobre la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura convencional debido a la degradación del suelo, la resistencia a los pesticidas y la dependencia de los combustibles fósiles. Sin embargo, a pesar de las preocupaciones

ambientales, la agricultura convencional ha tenido un papel clave en el aumento de la disponibilidad de alimentos y en la reducción de los precios para los consumidores.

Por ello, en el sistema agrícola se está evolucionando e innovando con nuevas tecnologías, como la agricultura de precisión, la agricultura orgánica, la hidroponía o la biotecnología, que buscan mejorar la eficiencia, reducir el impacto ambiental y responder a las necesidades económicas y sociales. En contraste con la agricultura convencional, los métodos alternativos que ofrecen prácticas más sostenibles tienden a utilizar menos insumos químicos y a promover la biodiversidad (Pomoni et al., 2023). A continuación, se van a mencionar algunas de las alternativas más comunes y desarrolladas en los últimos años, mencionando sus diferencias significativas con los métodos tradicionales:

- La **agricultura orgánica** es una de las alternativas más conocidas, puesto que se caracteriza por la eliminación del uso de productos químicos sintéticos. Esta técnica se basa en procesos naturales como la rotación de cultivos, el uso de compost y abonos verdes, y el manejo integrado de plagas. Además, promueve la biodiversidad y la conservación del suelo (Fernández Vásquez et al., 2008).
- La **agricultura biodinámica** es una forma de agricultura basada en principios espirituales y holísticos que consideran a la granja como un organismo vivo en el que interactúan animales, plantas y seres humanos. En ella se utilizan preparados biodinámicos para mejorar la fertilidad del suelo y se sigue un calendario agrícola basado en influencias cósmicas (Fernández Vásquez et al., 2008).
- La **agricultura regenerativa** (AR) es un enfoque que busca no solo mantener la productividad agrícola, sino regenerar los suelos y restaurar ecosistemas degradados. Esta metodología se basa en principios como la rotación de cultivos, la integración de ganado y la siembra de cobertura para mejorar la salud del suelo (Fernández Vásquez et al., 2008).
- La **agricultura climáticamente inteligente** (CSA, por sus siglas en inglés) es una estrategia agrícola introducida formalmente por la FAO en 2010, que busca lograr tres objetivos principales, conocidos como los "tres triunfos" o *triple wins*: aumentar la productividad agrícola (mejorar los rendimientos y garantizar la seguridad

alimentaria), adaptarse y construir resiliencia frente al cambio climático, y reducir y/o eliminar las emisiones de gases de efecto invernadero. Este enfoque se superpone con conceptos como la agricultura regenerativa y la agricultura de conservación, pero tiene diferencias importantes: mientras que la agricultura regenerativa se centra en la mejora de la salud del suelo y los ecosistemas, la CSA pone en el centro los "tres triunfos" y los resultados de adaptación y mitigación climática. Aunque la agricultura regenerativa puede lograr estos objetivos, no siempre lo garantiza, ya que su objetivo primario es la restauración ecológica (Andrew Dabalen et al., 2024).

- La **Permacultura** se basa en el diseño de sistemas agrícolas sostenibles que imiten los patrones y relaciones que se encuentran en la naturaleza, de forma que se centra en la creación de ecosistemas agrícolas permanentes y autosuficientes que maximicen la eficiencia de los recursos y minimicen el desperdicio (Fernández Vázquez et al., 2008).
- La **agricultura natural** se basa en la mínima intervención humana en los procesos naturales. Además, el sistema evita el uso de fertilizantes y pesticidas, confiando en la capacidad inherente del suelo y las plantas para mantenerse saludables (Fernández Vázquez et al., 2008).
- La **hidroponía** es un método de agricultura en el que no se utiliza el suelo, y los cultivos se plantan en soluciones acuosas ricas en nutrientes. Por ello, las plantas toman directamente los nutrientes disueltos en el agua, en lugar de obtenerse del suelo (Pomoni et al., 2023).
- La agroforestería y la agricultura de conservación también son ejemplos clave de técnicas alternativas. Estas prácticas buscan reducir la dependencia de insumos externos, mejorar la calidad del suelo y aumentar la biodiversidad en las tierras agrícolas. La **agroforestería**, en particular, integra árboles en los sistemas agrícolas para mejorar la retención de agua y capturar carbono, mientras que la **agricultura de conservación** minimiza el uso de labranza para reducir la erosión del suelo (Tal, 2018).

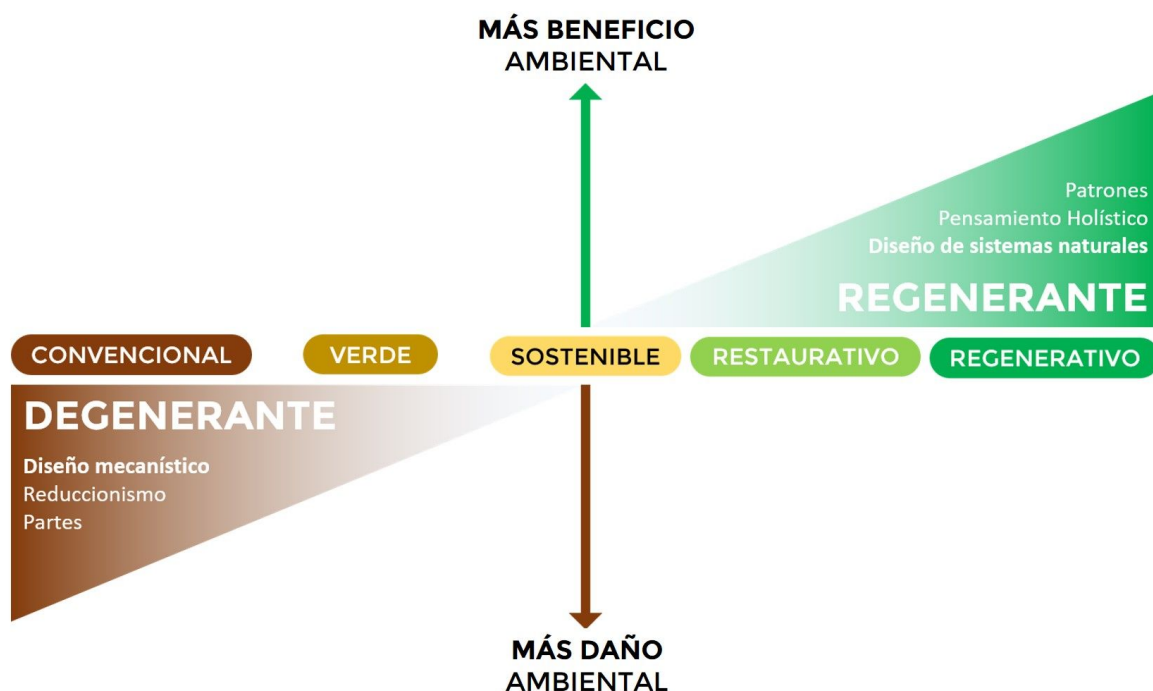


Figura 3. Comparativa de alternativas agrícolas en relación con su impacto ambiental. Fuente: (Estrada, 2021)

Todas las alternativas mencionadas anteriormente proporcionan enfoques respetuosos con el medio ambiente y la salud humana, al mismo tiempo que responden a la creciente demanda de prácticas agrícolas sostenibles. Lo cual indica que son soluciones viables para una agricultura sustentable a largo plazo (Fernández Vázquez et al., 2008). Por ejemplo, algunas de las mejoras encontradas con el uso de estas metodologías son (Pomoni et al., 2023):

- **Uso de la tierra:** la agricultura convencional ocupa en torno al 38% de la tierra mundial, mientras que la hidroponía puede reducir este porcentaje al 25%.
- **Rendimiento:** la hidroponía tiene unas tasas de crecimiento del 30-50% más rápidas, y sus rendimientos son siete veces mayores que en la agricultura convencional.
- **Emisiones de GEI:** la agricultura convencional es responsable de hasta el 29% de las emisiones totales de GEI, mientras que la hidroponía tiene tasas de emisiones significativamente menores.
- **Consumo de agua:** la agricultura convencional consume el 70% de los recursos hídricos mundiales, en cambio la hidroponía reduce el consumo en un 33%.

Cabe destacar que no hay que olvidarse del detalle de integrar fuentes de energía renovable en la agricultura, ya que de esta forma se puede reducir la dependencia de los combustibles fósiles y así cubrir las necesidades de calefacción y refrigeración. Pero la capacitación y el conocimiento técnico son fundamentales para mejorar las nuevas tecnologías que están surgiendo y poder reducir los costes de inversión inicial (Pomoni et al., 2023).

2.2 ESTUDIO DEL SECTOR AGROECOLÓGICO

La agricultura regenerativa se puede recoger dentro del sector agroecológico, dado que promueve tanto la agricultura y la ganadería sostenible, cuidando los sistemas naturales con el fin de mejorar la resiliencia y la diversidad de las explotaciones agropecuarias, además de transformar los sistemas alimentarios y de producción hacia modelos respetuosos con el medio ambiente. Las prácticas del sector agroecológico integran las explotaciones de las cadenas de valor sostenibles, para ofrecer beneficios a los agricultores y a los consumidores.

Por ello la agroecología es una herramienta clave para alcanzar los objetivos del Pacto Verde Europeo, la Política Agraria Común (PAC) y las estrategias europeas de sostenibilidad, seguridad alimentaria y biodiversidad. Actualmente existen tanto laboratorios como infraestructuras de investigación financiadas por programas europeos que buscan las formas de transitar hacia la agricultura sostenible.

2.2.1 A NIVEL MUNDIAL

Informes recientes publicados por "The World of Organic Agriculture" muestran los datos de la evolución mundial del sector agroecológico en los últimos años. Este sector presenta un crecimiento continuo en superficie gestionada de forma ecológica, en el número de productores y en la cifra de ventas. Además, 75 países ya han implementado legislaciones para apoyar la agricultura ecológica.

A finales de 2022 la superficie mundial de agricultura ecológica alcanzó los 96,4 millones de hectáreas, un 26,6% más que en 2021, siendo Australia el país con mayor superficie agroecológica (53 Mha), seguido de la India, nuevo número dos en la clasificación (4,7

Mha). En términos de continentes, 53,2 Mha corresponden a Oceanía, región con más de la mitad de la superficie ecológica mundial, y le siguen Europa con 18,5 y América del Sur con 9,5. A pesar de que los 96,4 Mha solo representen el 2% de las tierras agrícolas mundiales, en 22 países el 10% o más de la superficie agraria es ecológica. Se encuentra a la cabeza Liechtenstein con un 43%, después le siguen Austria con 27,5% y Estonia con 23,4%.

Por otro lado, en 2022 se registraron un total de 4,5 millones de productores ecológicos en todo el mundo, lo que supuso un 26% más que el año anterior. En este caso destaca la India, el país con más productores ecológicos, al igual que en la vez anterior (2,5 millones).

Finalmente, con respecto al mercado mundial de productos ecológicos, en 2022 se alcanzaron casi 135.000 M€, siendo Estados Unidos el líder del mercado (56.600 M€), seguido de Alemania (15.300 M€) y China (12.400 M€). Otros datos relevantes fueron el de Suiza como país que más gastó en productos ecológicos, con una media de 437 €/persona, y el de Dinamarca como país con mayor cuota de mercado ecológico, con un 12% del mercado total de alimentos.

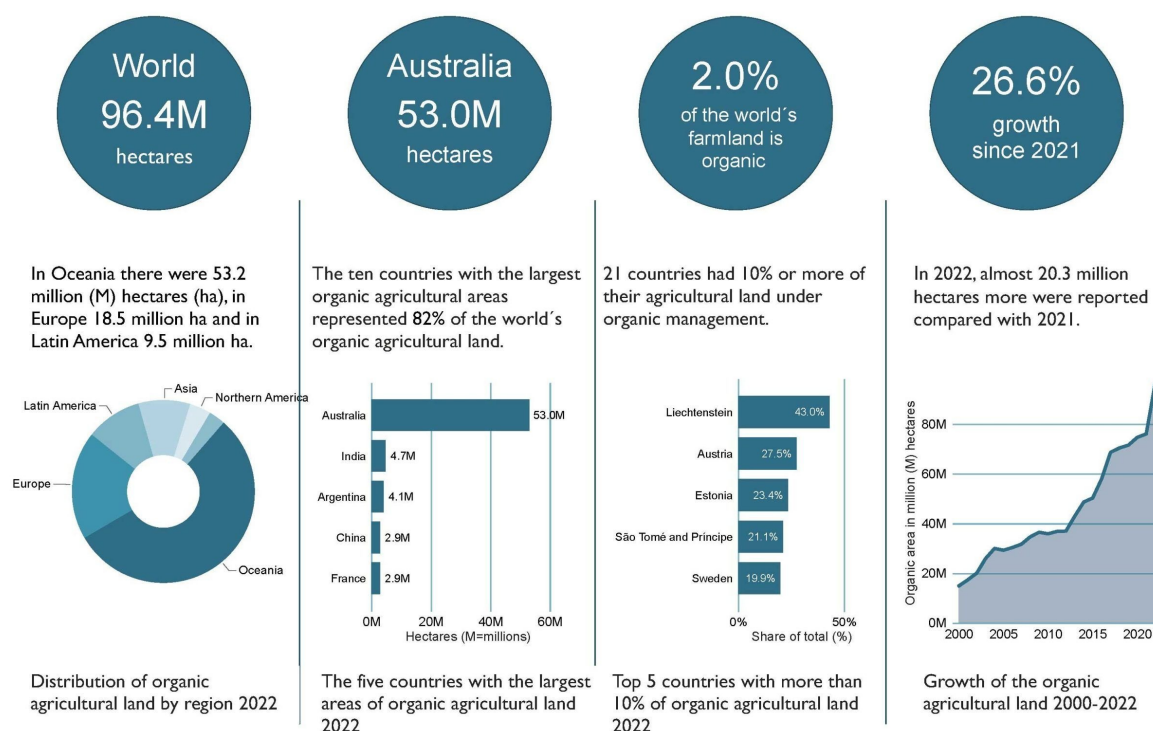


Figura 4. Datos del Sector Agroecológico en 2022. Parte 1. Fuente: (Actual, 2024)

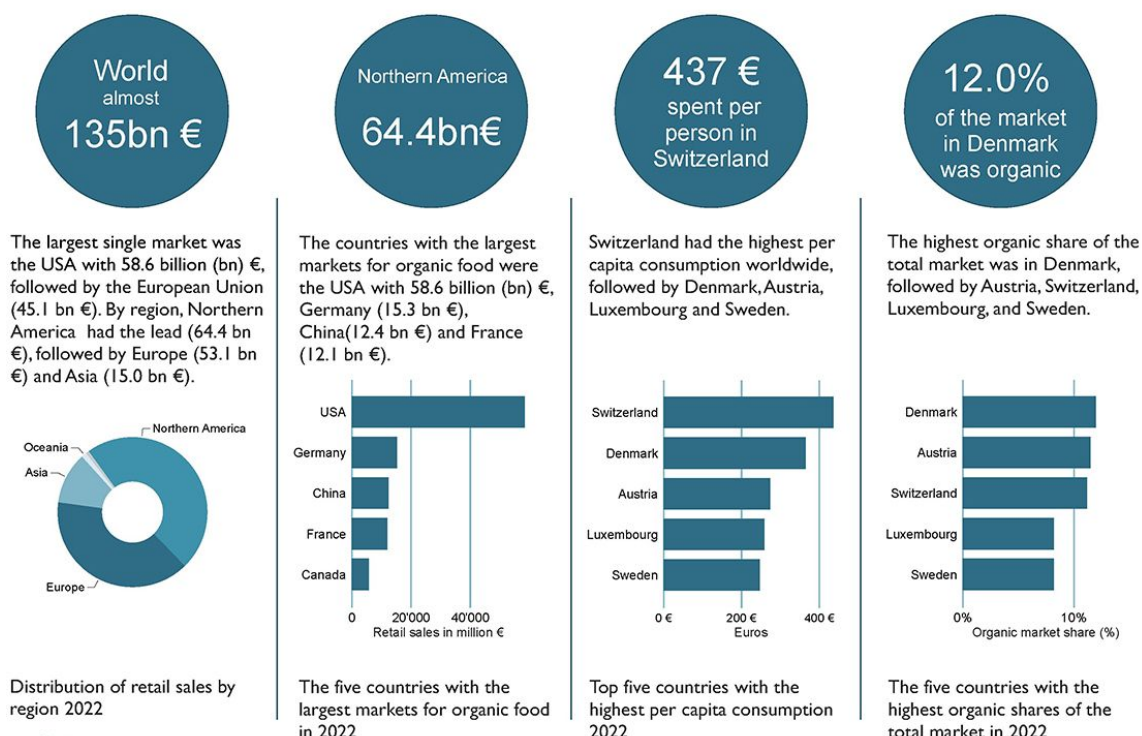


Figura 5. Datos del Sector Agroecológico en 2022. Parte 2. Fuente: (Actual, 2024)

Organic Agriculture: Key Indicators and Top Countries/Territories

Indicator	World	Top countries
Countries with organic activities	2022: 188 countries	
Organic agricultural land	2022: 96.4 million hectares (2000: 15 million hectares)	Australia (53.0 million hectares) India (4.7 million hectares) Argentina (4.1 million hectares)
Organic share of total agricultural land	2022: 2.0 %	Liechtenstein (43.0 %) Austria (27.5 %) Estonia (23.4 %)
Increase of organic agricultural land 2021/2022	20.3 million hectares (ha); +26.6 %	Australia: 17'328'259 ha (+48.6 %), India: 2'068'825 ha (+77.8 %) Greece: 390'223 ha (+73.0 %)
Wild collection and further non-agricultural areas	2022: 34.6 million hectares (ha) (1999: 4.1 million hectares)	Finland (6.9 million hectares) India (4.4 million hectares) Zambia (3.2 million hectares)
Producers	2022: 4.5 million producers (1999: 200'000 producers)	India (2'480'859) Uganda (404'246) Thailand (121'540)
Organic market	2022: 134.8 billion euros (2000: 15.1 billion euros)	US (58.6 billion euros) Germany (15.3 billion euros) China (12.4 billion euros)

Per capita consumption	2022: 17.0 euros	Switzerland (437 euros) Denmark (365 euros) Austria (274 euros)
Number of countries/territories with organic regulations	75 (fully implemented) 14 (drafting)	
Number of affiliates of IFOAM – Organics International	2022: 781 affiliates	Germany: 80 affiliates China: 52 affiliates India: 49 affiliates USA: 45 affiliates

Tabla 1. Indicadores clave y países/territorios que encabezan prácticas agroecológicas (Ae, 2024)

2.2.2 A NIVEL NACIONAL

En España, el sector agroecológico ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas. Según el Censo Agrario, en 2020 la superficie dedicada a la agricultura ecológica aumentó hasta más de 2 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente un 9% de la Superficie Agraria Útil (SAU). España, que combina una agricultura intensiva en ciertas regiones como Huelva o Almería, también alberga experiencias diversas de agroecología distribuidas por todo el territorio, especialmente en Andalucía, Castilla-La Mancha y Cataluña. Estas iniciativas buscan restablecer prácticas tradicionales y sostenibles, fomentando la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas.

Las gráficas 6 y 7 muestran la notable evolución de la producción ecológica en España tanto en términos de superficie agraria útil (SAU) como en el número total de actividades dedicadas a la agricultura ecológica. En la primera gráfica, podemos ver que la superficie dedicada a la agricultura ecológica ha experimentado un crecimiento constante desde 1991, alcanzando casi los 3 millones de hectáreas (2.991.881) en 2023, lo que representa un 12,51% de la SAU del país. Por lo tanto, este aumento significativo demuestra el compromiso en España con la transición hacia una agricultura más sostenible, con cada vez mayor adopción de prácticas sostenibles y respetuosas con el medioambiente.

La segunda gráfica refleja la evolución del número total de actividades de producción ecológica entre 2010 y 2023, que ha mostrado un crecimiento sostenido, casi duplicándose en poco más de una década al pasar de 32.012 a 68.448. Este incremento subraya el fortalecimiento y capacidad del sector para atraer a más actores hacia prácticas sostenibles.

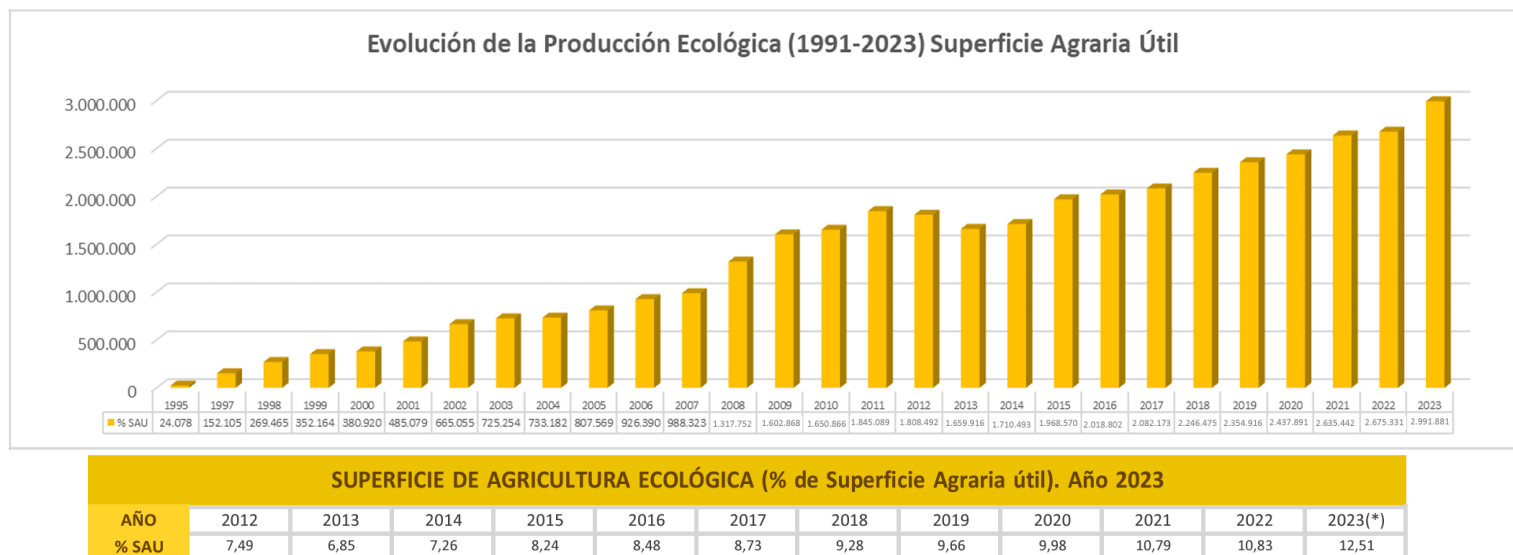


Figura 6. Evolución de la SAU destinada a agroecología en España (1991–2023). Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.)

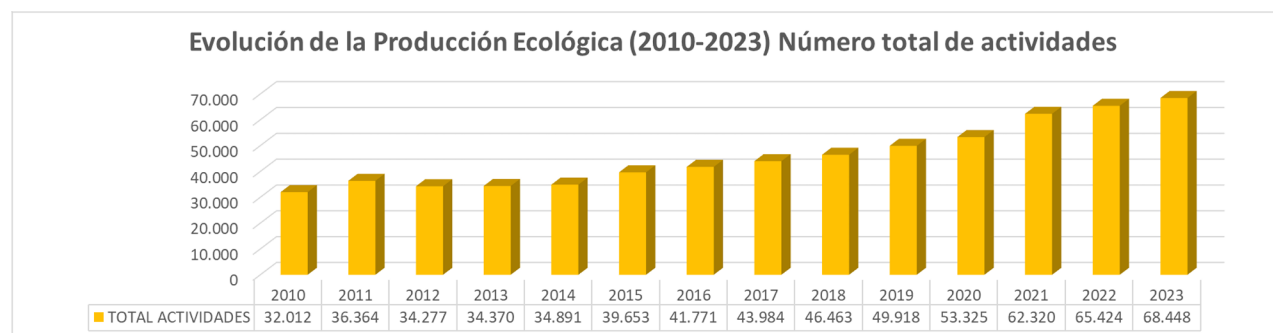


Figura 7. Evolución del número de actividades ecológicas (2010–2023). Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.)

Además, en la gráfica 8 se puede ver que, de estas actividades destinadas a prácticas ecológicas en 2023, las CCAA a la cabeza fueron Andalucía, Castilla-La Mancha y Cataluña, lo cual es un foco de estudio para encontrar casos de éxito de agricultura regenerativa.

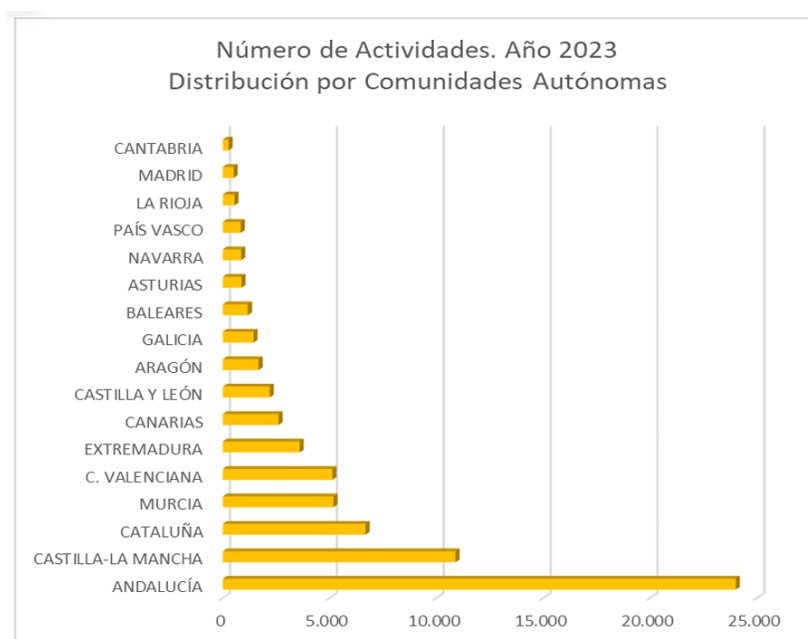


Figura 8. Número de actividades ecológicas por CCAA en 2023. Fuente: (La Producción Ecológica, s.f.)

El sector agroecológico recibe apoyo a través de políticas públicas como la Política Agraria Común (PAC), que ofrece incentivos financieros y subsidios para fomentar las prácticas sostenibles en la agricultura y apoyar a los agricultores en la transición. Además, la expansión de la agroecología puede ser una solución al abandono rural, al ser un sector que necesita más mano de obra que la agricultura convencional. Por lo tanto, tiene potencial para generar empleo y contrarrestar la pérdida de las pequeñas explotaciones familiares, contribuyendo a revitalizar las zonas rurales.

El informe de 2022 señala que un escenario de transición agroecológica sería capaz de reducir significativamente los impactos negativos del sistema alimentario español. Esta transición incluye la adopción de prácticas agroecológicas, ganadería extensiva y el uso de energías renovables, lo que conduciría a una menor huella de carbono, menor uso de recursos no renovables y una reducción drástica de la contaminación del agua por nitratos. Se estima que la implementación de un sistema agroecológico podría generar 1,2 millones de empleos,

con un incremento notable de 154.000 empleos en la ganadería extensiva, lo que contribuiría a frenar el éxodo rural y promover una mayor cohesión territorial (G. Rivera Ferre, Marta et al., 2023).

Por último, en la figura 9 se muestra la distribución de la superficie de agricultura ecológica en 2023, dividida en tres tipos principales de cultivos:

- **Pastos permanentes:** constituyen el 52,15% y son terrenos destinados al pastoreo de animales de forma continua, sin ser arados ni replantados. Son clave para sistemas de ganadería ecológica y extensiva.
- **Cultivos permanentes:** representan el 27,79% e incluyen cultivos de bayas, frutales, olivos, viñedos, cítricos y frutos secos, que se mantienen a lo largo del tiempo sin replantarse anualmente.
- **Tierras arables:** forman el 20,06% de la superficie, y son tierras que se labran y siembran de manera anual, normalmente con cultivos de ciclos cortos como cereales, hortalizas, legumbres y semillas.

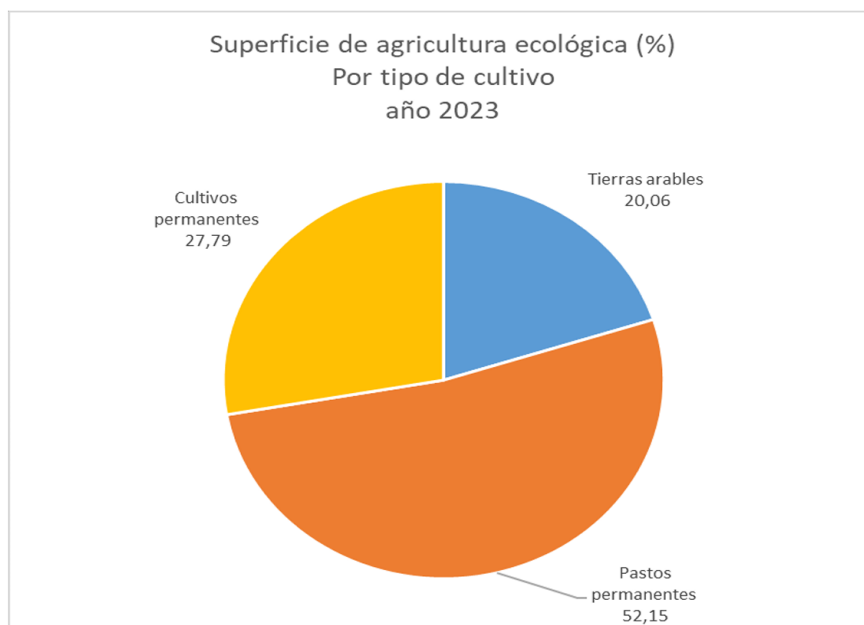


Figura 9. Porcentaje de superficie de agricultura ecológica por tipo de cultivo en 2023. Fuente: (La Producción Ecológica, s. f.)

Para estudiar casos de agricultura regenerativa, los tipos de cultivo más interesantes son las tierras arables y los pastos permanentes, ya que las prácticas regenerativas se centran en la mejora del suelo a través de un manejo sostenible de los cultivos anuales y los pastos. Estas técnicas permiten la regeneración del suelo, el secuestro de carbono y la mejora de la biodiversidad, elementos clave en la agricultura regenerativa.

2.3 AGRICULTURA REGENERATIVA

2.3.1 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS

Sobre la Agricultura Regenerativa (AR) no existe una definición única o uniforme, sino una combinación de objetivos y actividades que caracterizan a este enfoque agrícola. Los temas centrales de este concepto se pueden dividir en dos dimensiones, por un lado, la dimensión ambiental, que recoge objetivos como la mejora de la salud del suelo, la gestión de recursos y la mitigación del cambio climático, con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria. Por otro lado, la AR también trata la dimensión socioeconómica con objetivos como la mejora de la salud humana y la prosperidad económica (Schreefel, Schulte, de Boer, Schrijver, & van Zanten, 2020).

Es decir, la Agricultura Regenerativa (AR) es un enfoque holístico de manejo de la tierra que se centra en la rehabilitación y mejora de la salud del suelo, a través de prácticas sostenibles y de bajo impacto y, en el cierre del ciclo del carbono a través de la fotosíntesis de las plantas. Este método busca restaurar la biodiversidad, aumentar la resiliencia de los ecosistemas, regenerar los recursos naturales y mejorar la densidad nutricional de los cultivos, contribuyendo a la mitigación del cambio climático al secuestrar carbono del suelo (*Regenerative Agriculture Definition*, s. f.).

Este enfoque tiene sus raíces en la década de 1980 y ha evolucionado para incluir una combinación de prácticas agrícolas sostenibles. El principio fundamental es que los sistemas agrícolas deben ser parte de un ciclo cerrado, donde los desechos y los recursos naturales se reciclan continuamente para mantener la salud y la productividad del suelo (Water and Food et al., 2023).



Figura 10. Principios de la Agricultura Regenerativa. Fuente: (Agricultura Regenerativa, 2024)

Por un lado, los principios clave de la agricultura regenerativa son ((*Regenerative Agriculture Definition*, s. f.) (Andrew Dabalen et al., 2024)):

- **Regeneración y creación de suelos sanos y fértiles:** el objetivo es incrementar la materia orgánica del suelo, para mejora su estructura y capacidad de sustentar vida.
- **Incremento en la infiltración y retención de agua:** las prácticas regenerativas fomentan la retención de agua en el suelo, lo que contribuye a la reducción de la erosión, a la vez que mejora la resiliencia ante sequías.
- **Aumento de la resiliencia:** las prácticas regenerativas promueven crear ecosistemas agrícolas más resistentes frente a eventos climáticos extremos.
- **Mejora de la nutrición:** la regeneración del suelo hace que se incremente la densidad nutricional de los cultivos y se mejore la salud del ganado. Esto beneficia la salud humana.
- **Mejora de la biodiversidad y salud de los ecosistemas:** se promueve la diversidad tanto por encima como por debajo del suelo, favoreciendo así a ecosistemas más robustos y resilientes.

- **Secuestro de carbono:** la AR invierte el flujo de carbono de los sistemas agrícolas convencionales, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático al capturar carbono atmosférico en el suelo.
- **Sostenibilidad a largo plazo:** todas las prácticas empleadas buscan la regeneración del suelo para garantizar que las futuras generaciones puedan seguir utilizando la tierra de manera productiva y sin degradarla.

Por otro lado, en línea con los principios clave, las técnicas empleadas en la agricultura regenerativa incluyen ((*Regenerative Agriculture Definition*, s. f.) (Andrew Dabalén et al., 2024)):

- **Cero o mínima labranza intensiva:** al ser una práctica que destruye los agregados del suelo y libera carbono, se tiende a evitarla y en su lugar se promueven prácticas de labranza mínima que mejoran la estructura del suelo y aumentan la retención de agua y el secuestro de carbono.
- **Fertilidad del suelo biológica y reducción de insumos externos:** se reemplaza el uso de fertilizantes sintéticos por cultivos de cobertura, rotación de cultivos, compost y estiércol para restaurar el microbioma del suelo. Esto implica ciclos de nutrientes más saludables y resilientes.
- **Diversificación de cultivos y sistemas de rotación:** a diferencia del uso de los monocultivos tradicionales, se promueve la rotación de cultivos, la siembra de policultivos y el uso de plantas de cobertura multiespecie, lo que contribuye a la mejora de la biodiversidad y de la salud del suelo, y a una mayor resiliencia frente a plagas y condiciones climáticas extremas.
- **Pastoreo gestionado:** las prácticas de pastoreo adecuadas, que integran el ganado en la producción, mejoran tanto la salud del suelo, como la biodiversidad y la calidad de los alimentos. El pastoreo regenerativo es una técnica que fomenta el crecimiento de las plantas y contribuye también al secuestro de carbono.
- **Cobertura vegetal permanente:** el objetivo es mantener el suelo cubierto en todo momento, con cultivos o con vegetación natural, para así protegerlo de la erosión y mejorar su capacidad para retener agua (*Agricultura Regenerativa*, 2024).

2.3.2 BENEFICIOS Y DIFERENCIAS CON LA AGRICULTURA CONVENCIONAL

A diferencia de la agricultura convencional, que provoca la degradación del suelo a través del uso de agroquímicos y de la labranza intensiva, y tiende a agotar los recursos, la agricultura regenerativa ofrece múltiples mejoras con foco en la restauración y regeneración de los ecosistemas al tener en cuenta todos los componentes del ecosistema agrícola: el suelo, las plantas, los animales y los seres humanos ((*Regenerative Agriculture Definition*, s. f.) (Troya Cantos, Manuel, 2022)).

Los beneficios de la agricultura regenerativa son numerosos y abarcan aspectos ecológicos, económicos y sociales, posicionándola como una alternativa superior frente a la agricultura convencional. Entre los principales beneficios se destacan ((Andrew Dabalen et al., 2024) (Armas Vega, 2024)):

- **Reducción del uso de agroquímicos:** como la AR restaura el microbioma del suelo, reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos y pesticidas, disminuyendo así la contaminación del agua y el suelo y los costes de producción.
- **Mejor capacidad para secuestrar carbono:** a diferencia de la agricultura convencional, que es una fuente neta de emisiones de carbono debido a la liberación de carbono del suelo por la labranza intensiva y el uso de fertilizantes nitrogenados, la AR captura y almacena carbono atmosférico del suelo a través de la regeneración. Lo que contribuye a la mitigación del cambio climático,
- **Aumento de la biodiversidad:** gracias a la rotación y diversificación de cultivos, y a la integración de agroforestería y ganado, se mejora la biodiversidad en el suelo y en los ecosistemas circundantes.
- **Regeneración y mejora de la salud del suelo:** la AR mejora la estructura y la fertilidad del suelo mediante técnicas naturales como la cobertura del suelo o el uso de abonos orgánicos, aumentando el contenido de materia orgánica, mejorando la retención de agua y reduciendo la erosión.

- **Mejora en la calidad de los alimentos:** los alimentos producidos a través de AR tienen una mayor densidad nutricional proporcionada por la mejor salud del suelo y la reducción del uso de agroquímicos.

El enfoque de la AR resulta muy interesante, puesto que tiene la finalidad de revertir los daños ambientales previos causados por prácticas insostenibles (Armas Vega, 2024).

2.3.3 DESAFÍOS Y OTRAS CONSIDERACIONES

A pesar de todos sus beneficios, la agricultura regenerativa también se enfrenta a varios desafíos, como la falta de conocimiento y apoyo entre agricultores, las inversiones iniciales necesarias para implementar las nuevas prácticas, y la necesidad de establecer políticas que incentiven esta transición. Sin embargo, dada la creciente preocupación por la sostenibilidad, la investigación y las políticas están comenzando a alinearse con el fin de apoyar el cambio hacia prácticas agrícolas regenerativas (*Regenerative Agriculture Definition*, s. f.).

Muchos estudios sugieren que para una adecuada transición hacia la AR es necesario definir indicadores que permitan medir el impacto y el avance de la metodología tanto en términos ambientales como en aspectos sociales y económicos de la producción sostenible de alimentos. Por lo tanto, el objetivo es consolidar un marco amplio que permita evaluar la AR de manera integral y promover su adopción (Schreefel, Schulte, de Boer, Schrijver, & van Zanten, 2020).

Los principales desafíos de este enfoque agrícola, que son un freno para su adopción generalizada, se recogen en los siguientes puntos ((Giller et al., 2021) (Andrew Dabalen et al., 2024)):

- **Inversión inicial elevada:** la implementación de prácticas regenerativas requiere una inversión inicial considerable, tanto en términos de equipamiento como de capacitación. Esto implica que los agricultores hechos a las prácticas convencionales pueden enfrentar dificultades financieras para hacer la transición.
- **Resistencia al cambio y falta de información:** muchos agricultores, especialmente en áreas donde la agricultura convencional ha dominado durante décadas, son reacios

a adoptar enfoques nuevos y más sostenibles. A menudo, la falta de información o de acceso a recursos técnicos impide la adopción de la AR.

- **Falta de apoyo institucional:** todavía en muchos países, las políticas agrícolas y los subsidios siguen favoreciendo a las prácticas convencionales. Las políticas públicas que promuevan la agricultura sostenible son limitadas, y esto se convierte en un desafío estructural para la expansión de estos enfoques.
- **Resultados a largo plazo:** a diferencia de la agricultura convencional, que ofrece rendimientos rápidos gracias al uso intensivo de insumos químicos, la AR presenta resultados que se ven a largo plazo, lo que puede desincentivar a los agricultores que buscan beneficios inmediatos.
- **Investigación limitada:** a pesar de que haya evidencias del éxito de la AR, se necesita más investigación para poder cuantificar los beneficios a gran escala y ofrecer herramientas a los agricultores para que adopten estas prácticas.
- **Clima y condiciones impredecibles:** las prácticas regenerativas dependen en gran medida de las condiciones climáticas. Es por ello por lo que las consecuencias del cambio climático, como la variabilidad de las precipitaciones y los fenómenos meteorológicos extremos, hacen que estas prácticas sean más difíciles de implementar en algunos lugares (Troya Cantos, Manuel, 2022).

Sin embargo, a pesar de los desafíos anteriores, cada vez más agricultores están comenzando a ver los beneficios a largo plazo de la AR, y las instituciones internacionales están empezando a promover políticas que apoyen este enfoque (Troya Cantos, Manuel, 2022).

Capítulo 3. METODOLOGÍA: ANÁLISIS DE CASOS

La agricultura regenerativa es un enfoque agrícola que busca mejorar la salud del suelo, aumentar la biodiversidad, mejorar los ciclos de agua y nutrientes, y aumentar la resiliencia al cambio climático. Se ha visto que esta técnica ofrece múltiples oportunidades para el futuro del sistema agrario tanto en términos de sostenibilidad ambiental como de viabilidad económica. Por ello, sus prácticas se están aplicando tanto en las pequeñas granjas como en grandes explotaciones agrícolas para el cultivo de alimentos comunes, como pueden ser cereales, frutas, vegetales y sistemas de pastoreo de ganado (*Agricultura Regenerativa*, 2024). En muchos casos, se ha demostrado que estas prácticas no solo son rentables a largo plazo, sino que también mejoran la calidad de vida de las comunidades rurales al aumentar la resiliencia de los sistemas agrícolas frente a eventos climáticos extremos (Giller et al., 2021).

Asimismo, dada la gran preocupación por el cambio climático, se espera que los gobiernos y las empresas inviertan cada vez más en modelos sostenibles como la AR, con el fin de favorecer al secuestro de carbono. Por ello, el apoyo a proyectos y programas que promueven su adopción ha crecido en los últimos años.

Además, a medida que la demanda de productos sostenibles crece, los agricultores se ven en la necesidad de utilizar la AR para acceder a mercados más premium y poderse beneficiar de las certificaciones de sostenibilidad. En línea con esto, los agricultores también pueden beneficiarse de programas de créditos de carbono, que les permiten generar ingresos adicionales al secuestrar carbono de sus tierras (Bergmann et al., 2022).

Algunos de los casos de éxito más relevantes se han producido en Estados Unidos, Europa y Australia, regiones que han liderado el camino en la adopción de la agricultura regenerativa. En concreto, el caso de la granja de Gabe Brown en Dakota del Norte es un ejemplo icónico de cómo las prácticas regenerativas han mejorado la salud del suelo, aumentado la biodiversidad y generado beneficios económicos sostenibles a largo plazo

(*Agricultura Regenerativa*, 2024). Por otro lado, en los casos de éxito registrados en Australia, los agricultores han implementado técnicas regenerativas para combatir la desertificación y mejorar la producción de cultivos (Armas Vega, 2024).

Otro ejemplo destacado es el de la granja De Hoeksche Waard, en Países Bajos, donde se han estudiado los efectos de la AR durante ocho años, y los resultados obtenidos han sido la mejora de la salud del suelo y el aumento de la capacidad de retención de carbono en campos que anteriormente estaban bajo agricultura convencional (Water and Food et al., 2023).

Se puede concluir que la AR tiene el potencial necesario para transformar la manera de producir los alimentos, de forma que se mejore la sostenibilidad ambiental y la salud de los consumidores y los ecosistemas. Asimismo, estas prácticas ofrecen grandes oportunidades económicas relacionadas con la creciente demanda de alimentos sostenibles, un gran mercado para los agricultores que posean estas certificaciones.

3.1 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO

A continuación, se va a analizar en profundidad el desarrollo y el nivel de aplicación de la técnica de AR en España, que es el área geográfica de foco del trabajo. Para ello se van a estudiar distintos casos de aplicación reales, con el fin de poder comprender qué técnicas, estrategias y acciones son las predominantes y las más efectivas en la AR, y así poder tener una visión amplia y diversa que permita sacar conclusiones robustas en base a las diferencias y similitudes encontradas entre ellos.

De esta forma, para abordar la investigación sobre la implementación de la Agricultura Regenerativa (AR) y sus impactos, se ha diseñado una metodología basada en el análisis de casos de estudio, que se estructura en dos fases principales: la selección de los casos y el análisis sistemático de los datos (*Building Theories from Case Study Research on JSTOR*, s. f.).

3.1.1 SELECCIÓN DE LOS CASOS

La selección de los casos de estudio se ha realizado en base a los siguientes criterios:

Los casos de estudio que se analizan a continuación se han escogido de tal forma que:

- **Diversidad geográfica:** se han incluido fincas de diferentes zonas de la Península Ibérica (España y Portugal) para representar una amplia variedad de climas y condiciones agrícolas, y entender si este factor contribuye a las técnicas de AR y en qué medida. También esto permitirá ver si hay tendencias de uso entre distintas localidades españolas.
- **Tamaño de la empresa/ finca de aplicación:** el análisis incluye desde pequeñas empresas familiares hasta grandes fincas con amplias extensiones de tierra. Se han analizado 9 casos de estudio, ya que se considera un número suficiente con el que tener una visión amplia de la AR para la elaboración de las conclusiones.
- **Uso relevante de técnicas regenerativas:** solo se han seleccionado aquellos casos que demostraban la implementación real de técnicas y principios regenerativos específicos y documentados, y con suficiente información como para poder ser clasificados y analizados en todas las categorías estudiadas.
- **Relevancia temporal:** en la medida de lo posible se han seleccionado casos con trayectorias relevantes, desde proyectos recientes hasta otros con décadas de aplicación de AR.
- **Impacto documentado:** se han priorizado los casos que ofrecían datos o indicadores de impacto, permitiendo así medir su éxito en la implementación de AR.

3.1.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para organizar y analizar la información, como primer paso se ha elaborado una tabla estructura de la siguiente forma: las filas corresponden a los casos de estudio seleccionados y las columnas representan las variables clave que se han estudiado y analizado para cada caso. Las variables incluidas en las columnas son las siguientes:

1. **Nombre del caso:** identificación de la finca o proyecto donde se aplica la AR.

2. **Geografía:** ubicación exacta de la finca del caso de estudio.
3. **Tamaño de la empresa:** diferenciación entre pequeña empresa familiar y empresas de mayor escala.
4. **Extensión de tierra en la que se aplica la AR:** tamaño en hectáreas dedicado a prácticas regenerativas.
5. **Año de inicio:** momento en que se comenzaron a implementar las prácticas de AR, que siguen siendo de aplicación a día de hoy.
6. **Técnicas empleadas:** métodos específicos de AR aplicados en la finca, como pastoreo rotacional, cultivos de cobertura o agroforestería, entre otros muchos.
7. **Tecnologías empleadas:** innovaciones tecnológicas utilizadas, como sensores de humedad, monitoreo de suelos o sistemas de riego eficientes, entre otros.
8. **Principios de AR presentes:** principios regenerativos detectados en las fincas, como mejora de la salud del suelo, biodiversidad o ciclos cerrados de nutrientes.
9. **Impacto y mejoras:** resultados obtenidos de la aplicación de las técnicas y tecnologías regenerativas, incluyendo métricas (en los casos disponibles) como secuestro de carbono, resiliencia climática o aumento de productividad.
10. **Caso en la Asociación de AR:** confirmación de si el caso pertenece a la Asociación de Agricultura Regenerativa.
11. **Barreras y desafíos:** obstáculos encontrados en la implementación de AR.
12. **Stakeholders:** entidades, asociaciones y comunidades con las que se relacionan los agricultores de las fincas.
13. **Directrices con las que se alinean:** normativas o marcos internacionales (FAO, ODS, etc.) que respaldan las prácticas implementadas.

Toda esta información ha sido extraída de las páginas web de las empresas, que proporcionaban con mucho detalle la metodología de agricultura regenerativa empleada y los resultados que han ido obteniendo a lo largo de los años. Asimismo, en algún caso se han empleado artículos de prensa que relataban hitos importantes alcanzados en las fincas de estudio y mencionaban las colaboraciones que han surgido entre distintas organizaciones para hacer la implantación de las técnicas de AR.

3.1.3 PROPÓSITO DE LA METODOLOGÍA Y LA TABLA

El propósito principal de esta metodología y de la elaboración de la tabla es:

- **Identificar patrones comunes** en la implementación de la AR, destacando qué técnicas y tecnologías son más efectivas según el contexto.
- **Detectar barreras y desafíos** enfrentados por los agricultores en cada caso de estudio, con el fin de proponer soluciones específicas.
- **Analizar las relaciones clave** con personas, entidades y asociaciones que apoyan la implementación de la AR.
- **Comprender el impacto de la AR** a través de métricas e indicadores documentados en los casos. Con esto se busca cuantificar los beneficios en términos de sostenibilidad, productividad y resiliencia climática.

Esta metodología basada en el análisis de casos permite no solo sistematizar el conocimiento sobre Agricultura Regenerativa, sino también establecer una base sólida para futuras investigaciones y políticas. Al identificar patrones, desafíos y relaciones clave, se crea un marco que puede servir como referencia para replicar prácticas exitosas y superar barreras en diferentes contextos agrícolas. La siguiente tabla recoge la selección de casos realizada.

Nº	Nombre	Geografía	Tamaño empresa	Extensión tierra AR	Año de inicio
1	Granja La Selvatana	Girona	Pequeña empresa familiar	100 ha	2015
2	Finca La Donaira	Montecorto, Andalucía	Pequeña empresa	700 ha	2012
3	Proyecto AR Unilever + Agraz	Badajoz	Unilever y un proveedor español de tomates	2.250 ha	2021
4	Finca La Junquera	Murcia, Andalucía	Finca de gran extensión	1.100 ha	2015
5	Proyecto Regenera.cat: Planeses, Verdcamp Fruits, Familia Torres y Pomona Fruits	Cataluña	Pequeñas y grandes empresas agrícolas	> 1.500 ha	Fincas con experiencia en AR. El proyecto comienza en 2024

6	Nuevos Mundos	Badajoz	Pequeña empresa familiar	600 ha	2013
7	Porcus Natura	Alentejo, Portugal	Pequeña empresa familiar	700 ha	2018
8	Finca Can Piol	Mallorca	Pequeña empresa familiar	12-14 ha	2020
9	Bodega Azpillaga Urarte	Lanciego, Álava	Pequeña empresa familiar	12 ha	1993

Tabla 2. Resumen de casos seleccionados para el análisis

Por otro lado, la siguiente imagen proporciona un ejemplo ilustrativo de las primeras filas del Excel utilizado para analizar los casos en profundidad en cada una de las variables mencionadas en los apartados anteriores.

Nº	Nombre	Geografía	Tamaño de la empresa	Extensión tierra AR	Año de inicio	Técnicas empleadas	Tecnologías empleadas
1	Granja La Selvatana	Girona	Pequeña empresa familiar	100 ha	2015	1. Cultivos de cobertura 2. Rotación y asociación de cultivos 3. Pastoreo rotacional dirigido (las vacas se alimentan sin transgénicos, insecticidas, herbicidas ni abonos químicos) 4. Uso de abonos orgánicos procedente del estiércol de las vacas	1. Robot automático de ordeño 2. Drones para monitoreo de cultivos 3. Sensores de humedad del suelo
2	Finca La Donaita	Montecorto, Andalucía	Pequeña empresa	700 ha	2012	1. Regeneración del suelo 2. Conservación del agua 3. Uso de fertilizantes naturales 4. Pastoreo holístico 5. Compostaje 6. Policultivo	1. Sistemas de riego eficientes 2. Monitoreo de suelos
3	Proyecto AR Unilever + Agraz	Badajoz	Unilever y un proveedor español de tomates	2.250 ha	2021	1. Cultivo de cobertura 2. Rotación de cultivos 3. Laboreo reducido al compostaje 4. Reducción de fertilizantes sintéticos 5. Zanjales de infiltración para evitar la erosión y distribuir mejor el agua 6. Creación de charcas para retener agua	1. Sistemas de riego por goteo basados en datos 2. Teledetección satelital (proporciona a los agricultores datos sobre la salud de los cultivos, su crecimiento y el uso del agua) 3. Sensores y sondas de suelo avanzadas
4	Finca La Junquera	Murcia, Andalucía	Finca de gran extensión	1.100 ha	2015	1. Cultivos de cobertura 2. Reforestación activa de áreas naturales 3. Inclusión del ganado en sus prácticas regenerativas 4. Estanques de retención y almacenamiento de agua	1. Sistemas de riego eficientes que optimizan el uso del agua 2. Monitoreo del suelo para evaluar la salud y fertilidad

Figura 11. Imagen ilustrativa de las primeras filas y columnas de la tabla elaborada para el análisis de casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CASOS

La agricultura regenerativa es una parte fundamental del enfoque agroecológico en España, donde ha demostrado ser eficaz para reducir la erosión del suelo y mejorar la retención de agua en las tierras de cultivo, lo que es crucial en un país que enfrenta períodos de sequía cada vez más intensos debido al cambio climático. Además, esta forma de agricultura se ha mostrado particularmente eficaz en las regiones mediterráneas, donde las condiciones climáticas extremas pueden afectar la productividad agrícola. Un estudio realizado en 2022 estimó que el uso de prácticas regenerativas podría aumentar la productividad en más de un 30% en comparación con los métodos convencionales, al mismo tiempo que al secuestrar carbono del suelo, también ayuda a mitigar el cambio climático (G. Rivera Ferre, Marta et al., 2023).

A continuación, se explican uno a uno los casos de estudio analizados, extrayendo la información más relevante de cada uno de ellos y los alcances conseguidos al aplicar la AR.

4.1 CASO DE ESTUDIO 1: GRANJA LA SELVATANA

La Granja la Selvatana se ha seleccionado por ser una pequeña empresa familiar ubicada en Girona, España, que combina innovación tecnológica y principios regenerativos desde 2015, con una extensión de tierra relevante, abarcando hasta 100 hectáreas. Es un ejemplo destacado de transición desde prácticas agrícolas tradicionales hacia un modelo sostenible.

Las principales técnicas de AR empleadas incluyen cultivos de cobertura, pastoreo rotacional (que usa ganado sin transgénicos ni químicos), y el uso de abonos naturales provenientes del estiércol de las vacas de la finca. También destacan innovaciones como robots automáticos para ordeño, drones para el monitoreo de cultivos y sensores de humedad del suelo. Además, los principios regenerativos encontrados incluyen la restauración de la salud del suelo, reducción de insumos químicos, y el incremento de la biodiversidad.

Con todas las técnicas empleadas, la finca ha logrado impactos como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aumento del rendimiento de los cultivos y la restauración de fauna local. Sin embargo, entre las barreras identificadas destacan la resistencia inicial de las prácticas tradicionales y los costes asociados a las nuevas tecnologías. Asimismo, esta finca colabora con asociaciones de agricultores y consumidores locales, y se alinea con normativas europeas de agricultura sostenible y conservación ambiental (*La Selvatana*, s. f.).

4.2 CASO DE ESTUDIO 2: FINCA LA DONAIRA

La Finca la Donaira está situada en Montecorto, Andalucía, y es un referente en prácticas holísticas que combinan regeneración ecológica y turismo sostenible. Es un ejemplo ideal de una finca de tamaño medio que integra la ganadería, la agroforestería y la sostenibilidad. Cuenta con una extensión de 700 hectáreas y adoptó la Agricultura Regenerativa en 2012, aportando un horizonte temporal de estudio muy amplio.

Las técnicas empleadas destacadas incluyen compostaje, policultivos, conservación del agua, uso de fertilizantes naturales, pastoreo holístico y cultivos de cobertura. A nivel tecnológico, emplean sistemas de riego eficientes y monitoreo de suelos para optimizar la gestión de recursos. Sus principios regenerativos abarcan la mejora de la salud del suelo, el uso sostenible de recursos con ciclos cerrados de nutrientes, la eliminación de cualquier químico y la conservación de la biodiversidad.

Gracias a las mejoras implementadas, la finca ha logrado impactos significativos como el aumento del carbono capturado, la resiliencia climática ante situaciones anómalas y la mejora de la productividad. Sin embargo, enfrenta barreras como la elevada inversión inicial y la necesidad de formación especializada de los agricultores.

Por último, la Donaira colabora con comunidades locales, organizaciones ambientales y universidades, y se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los principios de la FAO sobre agroecología. Además, cuenta con iniciativas propias como el proyecto

"Bosque de árboles frutales" o el proyecto piloto 'Olivares Diversos Integrados' subvencionado por CaixaBank (*La Donaira*, s. f.).

4.3 CASO DE ESTUDIO 3: PROYECTO DE AR DE UNILEVER Y ARGAZ

El proyecto de AR de Unilever junto con Argaz destaca por ser una colaboración entre una empresa global (Unilever) y un proveedor local en Badajoz, centrado en la producción de tomates. Representa un caso único de integración de principios regenerativos en una cadena de suministro industrial.

El proyecto cuenta con 2.250 hectáreas de extensión, y fue iniciado en 2021. Entre las técnicas utilizadas se encuentran la rotación de cultivos y cultivos de cobertura, la reducción de fertilizantes químicos, el laboreo reducido al compostaje, el uso de zanjas de infiltración y la creación de charcas para retener agua. Las tecnologías empleadas incluyen sistemas de riego por goteo basado en datos; la teledetección satelital para proporcionar a los agricultores datos sobre la salud de los cultivos, su crecimiento y el uso del agua; y el uso de sensores y sondas de suelo avanzadas para evaluar el estado del suelo. Con todo esto se han detectado principios regenerativos como el uso sostenible de agua y la mejora de la biodiversidad y de la salud del suelo.

Este proyecto dispone de datos cuantitativos, indicando que los impactos registrados incluyen una reducción del 37% en las emisiones de gases de efecto invernadero, disminución del consumo de agua en un 35% y un aumento del rendimiento de cultivos en un 30%, que equivale casi a 3 ML/hectárea. Pero igualmente enfrenta desafíos como la elevada inversión inicial y la formación de equipos especializados.

Además, la colaboración de stakeholders es entre el Grupo Condesa (Argaz) y Unilever, que a su vez participan en programas de AR con Knorr y se alinean con iniciativas globales de sostenibilidad de la FAO y de la ONU (*Unilever potencia la agricultura regenerativa junto al Grupo Condesa en Extremadura*, 2023).

4.4 CASO DE ESTUDIO 4: FINCA LA JUNQUERA

La Finca la Junquera está situada en Murcia y posee una gran extensión de 1.100 hectáreas. Este caso es un ejemplo de cómo integrar regeneración del suelo y manejo del agua en un contexto árido. Su escala y los resultados alcanzados la convierten en un caso emblemático.

Con 1.100 hectáreas, la finca adoptó prácticas regenerativas en 2015. Las técnicas incluyen cultivos de cobertura, inclusión de ganado y estanques de retención de agua, y reforestación activa de áreas naturales. A nivel tecnológico, utiliza sistemas de riego eficientes que optimizan el uso del agua y monitoreo de suelos para evaluar su salud y fertilidad. Entre los principios de AR implementados destacan la mejora de la salud del suelo y la retención hídrica. Por un lado, los impactos generados incluyen el aumento del carbono secuestrado, reducción del consumo de agua y resiliencia climática. Por otro lado, las barreras principales son las condiciones climáticas adversas y los costes iniciales.

Esta finca sí trabaja con la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica, además de con comunidades locales, organizaciones ambientales e instituciones educativas como universidades o centros de investigación. También, se alinea con los ODS y directrices de la FAO sobre agroecología. Por último, la Junquera dispone de distintas iniciativas internas como: The Regeneration Academy, Camp Altiplano y la Regenerative Incubator (*LA JUNQUERA*, s. f.).

4.5 CASO DE ESTUDIO 5: PROYECTO REGENERA.CAT

Este proyecto reúne a cuatro fincas catalanas (Planeses, Verdcamp Fruits, Familia Torres y Pomona Fruits) que han implementado la Agricultura Regenerativa durante años, ofreciendo una perspectiva diversa dentro de un mismo marco territorial al ser tanto grandes como pequeñas empresas agrícolas.

El proyecto en su totalidad abarca más de 1.500 hectáreas y ha comenzado oficialmente en 2024. Las fincas ya llevan años implementando las prácticas de AR, pero Regenera.cat va a analizar los impactos que genera al AR durante 2 años para obtener resultados cuantificables.

Con respecto a las técnicas, las fincas incluyen la eliminación de labranza, rotación de cultivos, eliminación de químicos, manejo holístico del ganado y combinación de agricultura y ganadería. Asimismo, las tecnologías empleadas comprenden sistemas de riego digitalizados y análisis avanzados de suelos. En cuanto a los principios regenerativos, estos se centran en la salud del suelo, la gestión sostenible del agua, la biodiversidad y la resiliencia climática.

Con lo anterior, los impactos esperados son la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, aumento de la capacidad de retención de agua en un 15-20%, aumento considerable de la capacidad de la finca para hacer frente al cambio climático y a la sequía, aumento de la captura de carbono y producción sostenible y heterogénea de cultivos. Aun así, el proyecto enfrenta barreras como los costes iniciales elevados y el desafío del abandono rural.

En este caso el proyecto colabora con entidades como el centro de investigación CREAM, de la Universidad Autónoma de Barcelona, la Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR) y el Centro Tecnológico BETA. Además, pertenece a la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica. Por último, se alinea con los ODS y principios de la FAO (*Regenera.cat*, 2024).

4.6 CASO DE ESTUDIO 6: NUEVOS MUNDOS

Nuevos Mundos es un pequeño proyecto en Badajoz, que cuenta con el uso de prácticas regenerativas desde 2013. La finca cuenta con 600 hectáreas y es un ejemplo de cómo integrar regeneración ecológica en una escala familiar, con un enfoque en la producción local de alimentos.

Por un lado, las técnicas incluyen uso de abonos orgánicos como el propio estiércol del ganado, manejo holístico, rotación de cultivos, canales de retención y almacenamiento de agua, y agroforestería. Por otro lado, las tecnologías incluyen sistemas de rotación de pastos. Estas mejoras están alineadas con los principios implementados, que incluyen mejoras en la

salud del suelo y el fomento de la biodiversidad. Con ello se ha logrado una producción de alimentos de alta calidad, la recuperación del suelo y el aumento del carbono capturado. Entre las barreras destacan la educación continua y el esfuerzo por integrar nuevas prácticas constantemente.

En Nuevos Mundos también colaboran con la Asociación de AR Ibérica, además de trabajar con asociaciones locales, y siguen los principios de la FAO y los ODS (*Nuevos Mundos*, s. f.).

4.7 CASO DE ESTUDIO 7: PORCUS NATURA

Porcus Natura es una pequeña finca familiar ubicada en Portugal que lleva aplicando la AR desde 2018. Con sus 700 hectáreas es un ejemplo de pastoreo adaptativo y eliminación de insumos químicos, lo que la convierte en un caso de estudio clave.

Entre las técnicas principales se incluyen pastoreo rotacional adaptativo, no uso de la labranza, cultivos de cobertura, eliminación de insumos químicos y agroforestería. Además, se utilizan las tecnologías de gestión de pastoreo y de monitorización de los suelos. Esto implica que los principios de AR identificados son el empleo de ciclos cerrados de nutrientes y la mejora de la biodiversidad y la salud del suelo. Con todo esto han conseguido aumentar la productividad de los cultivos y la diversidad del ecosistema de la finca. En este caso, las barreras que enfrentan son también la formación y adaptación al cambiante mundo de la agricultura.

Por último, en Porcus Natura también colaboran con la Asociación de AR Ibérica, asociaciones locales y Climate Farmers. Esto implica también alineación con los principios de la FAO y de la ONU sobre agricultura y sostenibilidad («Francisco Alves | Porcus Natura | 700 Ha Livestock Farm», s. f.).

4.8 CASO DE ESTUDIO 8: FINCA CAN PIOL

La Finca Can Piol es una pequeña empresa familiar de unas 12 hectáreas que está situada en Mallorca. Esta finca destaca por integrar horticultura ecológica y gestión sostenible del agua en un entorno semiárido, con un horizonte temporal de estudio que comenzó con la aplicación de la AR en 2020.

Can Piol emplea como técnicas de AR la horticultura y la ganadería ecológica, y de tecnologías emplea los sistemas de riego eficiente y el monitoreo del suelo para evaluar su salud y fertilidad. Los principios aplicados incluyen gestión del agua y mejora de la salud del suelo y de la biodiversidad.

La implementación de las técnicas ha hecho que aumente la retención hídrica, el secuestro de carbono, la recuperación de la flora y fauna locales, y la resiliencia climática. En este caso las barreras agrícolas son las condiciones climáticas adversas y la inversión inicial. Por último, en Can Piol colaboran con la Asociación de Agricultura Regenerativa, comunidades locales y organizaciones ambientales. Además, se alinean con los ODS y los principios de la FAO («Horticultura Can Piol», s. f.).

4.9 CASO DE ESTUDIO 9: BODEGA AZPILLAGA URARTE

Azpillaga Urarte es una bodega situada en la Rioja Alavesa, concretamente en Lanciego, Álava. Es una pequeña empresa familiar de unas 12 hectáreas, que inició su transición en 1993 hacia la agricultura sostenible, combinando la regeneración y viticultura natural, y siendo un referente en el sector vitivinícola.

En este caso, las técnicas de AR incluyen cubiertas vegetales y el uso de tratamientos naturales en la viticultura. Las tecnologías que usan son la fermentación espontánea y el no filtrado ni la clarificación en la producción de vinos naturales. Por ello sus principios se alinean con los de la AR, que incluyen la mejora de la salud del suelo, el aumento de la biodiversidad y los ciclos cerrados de nutrientes.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CASOS

Todo esto ha permitido la mejora de la calidad del vino, el aumento de la producción sostenible, la recuperación de la flora local y el secuestro carbono. Pero también hay barreras como la formación del consumidor y la necesidad de adaptación a las nuevas prácticas agrícolas. Desde Azpillaga Urarte colaboran con la Asociación de AR y con la Asociación de Bodegas de la Rioja Alavesa, ABRA. También siguen los ODS y los principios de la FAO (*Bodega Azpillaga Urarte*, s. f.).

Capítulo 5. CONCLUSIONES Y ÁREAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

5.1 DISCUSIÓN DEL CONTEXTO DE LA AGRICULTURA REGENERATIVA EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La Agricultura Regenerativa (AR) se presenta como una solución prometedora para abordar desafíos globales como el cambio climático, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, enfrenta numerosos desafíos que limitan su adopción a gran escala y su impacto, dado que requiere un cambio en la conciencia y en las capacidades internas de los actores de los sistemas alimentarios, lo que puede ser un desafío. A continuación, se analiza lo que ya existe en el contexto actual y lo que aún falta para fortalecer esta práctica:

5.1.1 ¿QUÉ INCLUYE ACTUALMENTE EL CONTEXTO DE LA AR EN ESPAÑA?

1. Casos de éxito documentados:

- Se cuenta con diversidad de proyectos al existir numerosos casos de estudio en España y Europa que demuestran la viabilidad de la AR. Ejemplos como la Finca La Junquera, Verdcamp Fruits o Porcus Natura, entre otros, destacan por integrar técnicas como cultivos de cobertura, pastoreo rotacional y manejo holístico, logrando impactos positivos como secuestro de carbono, aumento de la biodiversidad y mejora de la productividad.
- Hay evidencia de que la AR genera un impacto significativo. Algunos casos, como el Proyecto AR de Unilever y Agraz, han documentado reducciones significativas de emisiones (hasta un 37%) y optimización de recursos hídricos (reducción del 35% en consumo de agua).

2. Colaboraciones y asociaciones:

- Las organizaciones como la Asociación de Agricultura Regenerativa Ibérica agrupan fincas y proyectos regenerativos, ofreciendo un espacio para compartir conocimientos y experiencias.
 - Además, hay colaboraciones tanto nacionales como internacionales. Por ejemplo, proyectos como Regenera.cat cuentan con apoyo de instituciones como CREAM, la Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación (AGAUR) y la FAO.
- 3. Marcos regulatorios y apoyo institucional:** las iniciativas globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las directrices de la FAO sobre agroecología respaldan la adopción de prácticas sostenibles. También, hay programas específicos en Europa, como la Política Agraria Común (PAC), que dan incentivos financieros para la transición hacia la AR.
- 4. Técnicas y tecnologías avanzadas:**
- Las tecnologías implementadas como el uso de sensores de humedad, sistemas de riego eficiente y drones ha facilitado el monitoreo y manejo de cultivos en proyectos regenerativos.
 - En el caso de las técnicas probadas, el pastoreo rotacional, los cultivos de cobertura y las cubiertas vegetales se han convertido en prácticas estándar para la mejora del suelo y la biodiversidad.
- 5. Conciencia creciente:** existe un aumento en la demanda de productos sostenibles por parte de consumidores conscientes, lo que impulsa a más empresas y agricultores a adoptar prácticas regenerativas.

5.1.2 ¿QUÉ FALTA EN EL CONTEXTO DE LA AR EN ESPAÑA?

1. Definición más clara y estandarización:

- Hay alta de consenso en cuanto a la definición de la AR. Aunque se basa en principios claros como la salud del suelo y la biodiversidad, no existe una definición universalmente aceptada ni un marco estandarizado que delimite qué prácticas califican como regenerativas.

- Los indicadores de impacto no están estandarizados. Es necesario desarrollar métricas y metodologías más uniformes para medir el impacto real de la AR en términos de secuestro de carbono, productividad y resiliencia climática.

2. Escalabilidad limitada:

- El enfoque es local principalmente, dado que la mayoría de los casos de estudio documentados son fincas pequeñas o medianas, lo que dificulta la implementación de la AR en grandes extensiones agrícolas industriales.
- Hay falta de políticas específicas. Aunque la PAC y otros marcos globales apoyan la sostenibilidad, aún no existen políticas específicas dirigidas exclusivamente a la AR que proporcionen incentivos estructurales a gran escala.

3. Educación y formación:

- Un desafío es el desconocimiento técnico, dado que muchos agricultores carecen de conocimientos específicos sobre cómo implementar prácticas regenerativas, lo que retrasa su adopción.
- También la escasez de asesoramiento es otro desafío. Hace falta un acceso más amplio a servicios de extensión agrícola y consultoría especializada en AR.

4. Acceso a financiamiento:

- Los costes iniciales son elevados, dado que la transición a la AR requiere de inversiones significativas en tecnologías, infraestructura y formación. Esto dificulta su adopción para pequeños agricultores.
- Faltan modelos financieros adaptados, puesto que los mecanismos de financiamiento actuales no están diseñados para apoyar transiciones largas ni para medir beneficios a largo plazo.

5. Monitoreo insuficiente:

- Aunque algunos proyectos realizan monitoreos, no existe una plataforma o base de datos centralizada que compile y analice datos globales sobre los impactos de la AR para realizar un seguimiento de resultados.
- Hay falta de validación científica. Aunque hay casos de éxito, aún faltan estudios a largo plazo que validen los beneficios de la AR en diversos contextos climáticos y culturales.

6. Falta de políticas de mercado:

- No hay un reconocimiento sobre los productos regenerativos. A diferencia de los productos ecológicos, los productos regenerativos aún no cuentan con una certificación específica reconocida a nivel global.
- Falta de cadenas de valor regenerativas, es decir, las cadenas de suministro no están completamente adaptadas para garantizar un apoyo integral a los agricultores regenerativos.

7. Barreras socioculturales:

- Muchos agricultores tradicionales muestran resistencia a cambiar sus métodos por falta de confianza en los beneficios a corto plazo.
- La poca conciencia del consumidor, que aunque tenga mayor interés en productos sostenibles, el conocimiento sobre los beneficios de la AR que sigue teniendo es limitado.

Por lo tanto, aunque la Agricultura Regenerativa ha avanzado significativamente gracias a proyectos exitosos, asociaciones y tecnologías innovadoras, su adopción a gran escala requiere superar barreras clave. La falta de definición estandarizada, el acceso limitado a financiamiento, las brechas en educación y formación, y la ausencia de políticas específicas son los desafíos más críticos. Sin embargo, la creciente conciencia global y el apoyo de instituciones como la FAO y los ODS proporcionan un marco sólido para impulsar esta transición. Identificar patrones y aprendizajes a partir de casos de estudio existentes será crucial para diseñar estrategias que permitan superar estos desafíos y escalar la AR como un modelo viable para la agricultura del siglo XXI.

5.1.3 RETOS Y OBSTÁCULOS PARA AVANZAR Y PROPUESTAS DE MEJORA

Uno de los principales desafíos para avanzar hacia un sistema agroecológico en España es el abandono rural. Durante décadas, el número de explotaciones agrarias ha disminuido, afectando principalmente a las pequeñas explotaciones familiares que son clave para la cohesión social y el equilibrio territorial. A nivel económico, el peso de las grandes explotaciones ha crecido considerablemente, concentrando los beneficios en unas pocas

manos y marginando a las pequeñas explotaciones, lo que representa un gran obstáculo para el desarrollo de sistemas alimentarios sostenibles (G. Rivera Ferre, Marta et al., 2023).

Otro reto es el desafío de la rentabilidad en la transición hacia prácticas agroecológicas. Las explotaciones agroecológicas requieren más mano de obra que las convencionales, y a pesar de los beneficios medioambientales, las políticas y subvenciones actuales favorecen principalmente a las grandes explotaciones intensivas. Esto deja a muchos pequeños agricultores sin los recursos necesarios para hacer la transición a la agroecología. También existe una falta de acceso a mercados para los pequeños productores agroecológicos. Muchos agricultores enfrentan dificultades para comercializar sus productos a precios justos, debido a la competencia con grandes explotaciones y la falta de infraestructura para la venta directa (G. Rivera Ferre, Marta et al., 2023).

Para superar estos obstáculos mencionados, se proponen diversas estrategias, entre las cuales se destaca la promoción de políticas públicas que favorezcan a las pequeñas explotaciones y las prácticas agroecológicas. Estas políticas deben incluir incentivos financieros, subsidios para las prácticas sostenibles, y la creación de redes de apoyo entre productores y consumidores. Además, se recomienda fomentar el acceso a mercados locales y desarrollar infraestructura adecuada para que los pequeños productores puedan vender sus productos de manera directa, lo que incrementaría su rentabilidad. Asimismo, se deben implementar programas de formación y educación en prácticas sostenibles para agricultores y consumidores, con el objetivo de fortalecer el conocimiento y la adopción de métodos sostenibles en toda la cadena alimentaria (G. Rivera Ferre, Marta et al., 2023).

Otra propuesta es educar a los consumidores sobre los beneficios de los productos ecológicos, como puede ser su menor impacto ambiental, la mejora en la salud del suelo y la biodiversidad, y los beneficios para la salud humana. De esta forma, al aumentar la conciencia de los consumidores, se puede fomentar una mayor demanda de estos productos, apoyando a la vez a los agricultores a hacer la transición hacia prácticas más sostenibles.

5.2 RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo pretende responder a la pregunta de investigación planteada en la introducción: ¿Cuáles son las técnicas aplicadas, razones aportadas, resultados y desafíos asociados a la implementación de la agricultura regenerativa en su contribución a la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático en el sector agrícola?

Después de haber analizado los casos de estudio, y haber evaluado el contexto de la AR en España, se pueden sacar conclusiones que permiten responder la pregunta anterior, de tal forma que se desglosa la respuesta en lo siguiente:

- 1. Técnicas aplicadas en la Agricultura Regenerativa (AR):** la AR emplea una variedad de técnicas orientadas a mejorar la salud del suelo, incrementar la biodiversidad y reducir los impactos ambientales. Entre las técnicas más relevantes se encuentran:
 - a. Cultivos de cobertura:** Ayudan a proteger el suelo de la erosión, incrementar la materia orgánica y mejorar la capacidad de retención de agua. Este método también reduce el uso de herbicidas.
 - b. Pastoreo rotacional:** Optimiza el uso de pastos, fomenta la regeneración del suelo y aumenta la fertilidad a través del estiércol natural de los animales.
 - c. Compostaje:** Incrementa la cantidad de nutrientes en el suelo sin necesidad de fertilizantes químicos.
 - d. No labranza o labranza mínima:** Conserva la estructura del suelo, reduce la erosión y permite un mejor almacenamiento de carbono en el suelo.
 - e. Agroforestería:** Combina árboles y cultivos agrícolas para aumentar la biodiversidad, mejorar la captura de carbono y diversificar los ingresos del agricultor.
 - f. Manejo integrado del agua:** Sistemas de riego eficientes, zanjas de infiltración y estanques de retención, que mejoran la resiliencia a la sequía.

- g. Uso de tecnología:** Sensores de suelo, drones para monitoreo, telemetría y análisis avanzados permiten optimizar los procesos y mejorar la productividad.

2. Razones aportadas para implementar la Agricultura Regenerativa: la AR se presenta como una solución integral para abordar diversos problemas del sector agrícola, entre ellos:

- a. Captura de carbono:** Al mejorar la materia orgánica y la estructura del suelo, la AR permite un mayor secuestro de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
- b. Resiliencia climática:** Las técnicas regenerativas hacen a los sistemas agrícolas más resistentes a eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones.
- c. Aumento de la fertilidad del suelo:** La AR fomenta ciclos cerrados de nutrientes, incrementando la capacidad de producción sin dependencia de insumos externos.
- d. Reducción de emisiones:** Disminuye la necesidad de fertilizantes químicos y labranza intensiva, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.
- e. Fomento de la biodiversidad:** Proporciona hábitats para polinizadores y otras especies, lo que beneficia tanto a los ecosistemas como a la producción agrícola.
- f. Mejor calidad alimentaria:** Produce alimentos más nutritivos y libres de químicos, contribuyendo a la seguridad alimentaria.

3. Resultados obtenidos con la AR: los casos estudiados han reportado diversos impactos positivos:

- a. Aumento del rendimiento agrícola:** En proyectos como Verdcamp Fruits o Finca La Junquera, se ha incrementado el rendimiento hasta en un 30% al

implementar técnicas regenerativas como el manejo eficiente del agua y el compostaje.

- b. Mitigación del cambio climático:** Se ha documentado una reducción de hasta el 37% en las emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos como el de Unilever + Agraz.
- c. Recuperación del suelo:** La aplicación de técnicas como cultivos de cobertura y no labranza ha mejorado la estructura y fertilidad del suelo, permitiendo una producción sostenible a largo plazo.
- d. Mejora de la calidad del agua:** El manejo integrado del agua ha reducido el consumo en hasta un 35% y mejorado la retención hídrica en regiones áridas.
- e. Incremento de la biodiversidad:** Las fincas regenerativas han demostrado aumentos significativos en la presencia de polinizadores, fauna local y diversidad vegetal.
- f. Mejora en la seguridad alimentaria:** Al producir alimentos más nutritivos y sostenibles, la AR contribuye a garantizar alimentos de alta calidad para las comunidades locales.

4. Desafíos asociados a la AR: a pesar de sus beneficios, la AR enfrenta barreras significativas para su implementación:

- a. Elevada inversión inicial:** La adopción de tecnologías avanzadas, como sensores y sistemas de monitoreo, implica altos costes que dificultan la transición para pequeños agricultores.
- b. Educación y formación:** Existe una brecha de conocimiento entre agricultores tradicionales, lo que retrasa la adopción de prácticas regenerativas.
- c. Falta de políticas específicas:** Aunque hay iniciativas como la PAC y los ODS, no hay marcos regulatorios exclusivos para fomentar la AR de manera sistemática.
- d. Resistencia al cambio:** La falta de confianza en los beneficios a corto plazo dificulta la aceptación de estas prácticas por parte de algunos agricultores.

- e. **Condiciones climáticas adversas:** En zonas áridas o semiáridas, la implementación de técnicas regenerativas puede requerir ajustes y estrategias adicionales para su efectividad.
- f. **Mercado limitado:** A diferencia de los productos orgánicos, los productos regenerativos aún no tienen una certificación oficial que garantice su diferenciación en el mercado.

Para concluir, la Agricultura Regenerativa tiene un gran potencial para contribuir tanto a la seguridad alimentaria como a la mitigación del cambio climático, gracias a sus técnicas enfocadas en la mejora del suelo, la biodiversidad y la resiliencia climática. Sin embargo, para que esta práctica pueda escalarse y generar un impacto global, es necesario superar barreras relacionadas con la educación, la financiación y las políticas específicas. La documentación y análisis de casos de estudio proporcionan una base sólida para diseñar estrategias de implementación efectivas y adaptadas a diferentes contextos.

5.2.1 IMPACTOS EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

La Agricultura Regenerativa es una herramienta clave en la lucha contra el cambio climático debido a su capacidad para mitigar emisiones, aumentar la resiliencia climática y secuestrar carbono en el suelo. Sus impactos incluyen:

a) Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):

- **Disminución de fertilizantes químicos:** Al reducir el uso de fertilizantes y pesticidas químicos, se limitan las emisiones de óxido nitroso, un potente GEI.
- **Manejo eficiente del agua:** Sistemas de riego regenerativo y prácticas como la no labranza evitan emisiones adicionales asociadas con procesos intensivos.
- **Menor emisión en la ganadería:** El pastoreo rotacional mejora la salud del suelo y reduce las emisiones de metano al optimizar la alimentación y el manejo de los animales.

b) Secuestro de carbono en el suelo:

CONCLUSIONES Y ÁREAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

- **Cultivos de cobertura y no labranza:** Estas prácticas aumentan la materia orgánica del suelo y actúan como sumideros de carbono, capturando CO₂ de la atmósfera.
 - **Agroforestería:** La combinación de árboles con cultivos agrícolas y ganadería mejora la capacidad del suelo para almacenar carbono.
 - **Compostaje:** Incrementa la calidad del suelo y promueve la fijación de carbono a largo plazo.
- c) **Resiliencia climática:**
- **Retención hídrica mejorada:** El suelo regenerado tiene mayor capacidad de retener agua, ayudando a los sistemas agrícolas a resistir sequías e inundaciones.
 - **Diversificación de cultivos:** Incrementa la capacidad de adaptación a fenómenos extremos al depender de múltiples tipos de producción.
- d) **Restauración de ecosistemas:**
- **Aumento de la biodiversidad:** Mejora la funcionalidad del ecosistema y refuerza servicios esenciales como la polinización y el control de plagas.
 - **Prevención de la desertificación:** Técnicas regenerativas rehabilitan tierras degradadas, evitando la pérdida de su capacidad productiva.

De los casos de estudio analizados, podemos sacar algunos ejemplos de impacto:

- **Proyecto Regenera.cat (Cataluña):** Ha logrado un aumento del 20-35% en la capacidad de retención de carbono y una resiliencia considerable ante sequías extremas.
- **Unilever + Agraz (Badajoz):** Redujo un 37% las emisiones de GEI a través de sistemas de riego eficientes y cultivos rotativos.

5.2.2 IMPACTOS EN SEGURIDAD ALIMENTARIA

La AR también juega un papel esencial en garantizar la seguridad alimentaria a través de la mejora de la productividad, la calidad de los alimentos y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

a) Incremento en la productividad:

- **Suelo fértil:** Las prácticas regenerativas restauran la estructura del suelo y aumentan su fertilidad, permitiendo rendimientos sostenibles a largo plazo.
- **Optimización de recursos:** Sistemas de riego eficiente y manejo de pastos incrementan la eficiencia en el uso de agua y nutrientes.

b) Mejora de la calidad de los alimentos:

- **Productos más nutritivos:** Los alimentos producidos bajo sistemas regenerativos tienen mayor contenido de micronutrientes debido al uso de suelos ricos en materia orgánica.
- **Ausencia de químicos nocivos:** Al eliminar el uso de pesticidas y fertilizantes artificiales, se producen alimentos más seguros para el consumo humano.

c) Diversificación de la producción:

- **Agroforestería y rotación de cultivos:** Estas técnicas permiten a los agricultores diversificar su producción, reduciendo el riesgo de pérdidas totales por plagas o condiciones climáticas adversas.

d) Reducción de riesgos en la cadena alimentaria:

- **Resiliencia ante el cambio climático:** La AR protege la capacidad de producción agrícola frente a fenómenos extremos, garantizando el suministro de alimentos incluso en escenarios de incertidumbre climática.
- **Reducción de la dependencia de insumos externos:** Los sistemas regenerativos son menos vulnerables a las fluctuaciones de precios de fertilizantes y combustibles fósiles, fortaleciendo la autosuficiencia.

De los casos de estudio analizados, podemos sacar algunos ejemplos de impacto:

- **Finca La Junquera (Murcia):** Incrementó la capacidad productiva del suelo, asegurando rendimientos sostenibles en una región con alta vulnerabilidad climática.
- **Nuevos Mundos (Badajoz):** Produjo alimentos de alta calidad nutricional, mejorando la seguridad alimentaria de las comunidades locales.

5.3 RECOMENDACIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La Agricultura Regenerativa (AR) representa una oportunidad clave para abordar los desafíos del cambio climático y la seguridad alimentaria, pero su implementación a gran escala requiere una estrategia integral basada en políticas sólidas, investigación avanzada y apoyo a los agricultores. Una de las recomendaciones principales es el fortalecimiento de los marcos regulatorios específicos para la AR. Actualmente, las normativas existentes no abordan de manera directa las necesidades de esta práctica. Es esencial desarrollar políticas públicas que incluyan incentivos económicos, subsidios y apoyo técnico, además de alinear estas iniciativas con los principios de la FAO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Estos marcos permitirán legitimar la AR y promover su integración en programas de sostenibilidad a nivel nacional e internacional.

La educación y formación de los agricultores también es fundamental para impulsar la adopción de la AR. Se recomienda el diseño e implementación de programas educativos específicos que capaciten a los productores en técnicas regenerativas, manejo de tecnologías avanzadas y estrategias para monitorear los impactos de sus prácticas. Para ello, sería ideal crear centros de formación dedicados a la AR, que también sirvan como espacios de intercambio de conocimientos entre agricultores y expertos. Estas iniciativas no solo promoverán la implementación efectiva de la AR, sino que también contribuirán a reducir la resistencia al cambio, una de las principales barreras actuales.

Por otro lado, la investigación y desarrollo deben intensificarse para medir los impactos de la AR en diferentes contextos agrícolas y climáticos. Aunque ya existen casos de éxito documentados, es necesario realizar estudios longitudinales que validen los beneficios de la AR, como la retención de carbono, el aumento de la biodiversidad y la mejora en la resiliencia climática. Además, se deben explorar nuevas tecnologías, como inteligencia artificial y sistemas de monitoreo remoto, para optimizar los procesos y facilitar la recopilación de datos a gran escala. Estos avances científicos también contribuirán a establecer métricas más uniformes para evaluar el impacto de la AR.

CONCLUSIONES Y ÁREAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

La promoción del mercado de productos regenerativos es otra área crítica que requiere atención. Es imprescindible desarrollar certificaciones específicas que diferencien los productos regenerativos de los orgánicos y ecológicos, destacando su contribución a la sostenibilidad ambiental y climática. Además, es importante posicionar estos productos en los mercados locales e internacionales mediante campañas de sensibilización que eduquen a los consumidores sobre sus beneficios. Paralelamente, se deben fomentar cadenas de valor sostenibles que integren productos regenerativos, incentivando a las empresas a incorporarlos en sus cadenas de suministro.

El monitoreo y evaluación de los impactos de la AR son esenciales para validar su efectividad y fomentar su adopción. Se necesita implementar sistemas de monitoreo estandarizados que evalúen indicadores clave como la salud del suelo, la biodiversidad y el secuestro de carbono. La creación de plataformas digitales y herramientas tecnológicas para recopilar y analizar datos facilitará la comparación de casos de estudio y la identificación de mejores prácticas, acelerando así la transición hacia sistemas regenerativos más eficientes.

Para garantizar que la AR pueda ser implementada en diversos contextos agrícolas, es fundamental diseñar estrategias de escalabilidad y adaptación. Estas estrategias deben incluir proyectos piloto en regiones vulnerables al cambio climático, demostrando la viabilidad de las técnicas regenerativas en condiciones específicas y ofreciendo modelos replicables. Además, la creación de alianzas multisectoriales entre gobiernos, ONGs, instituciones académicas, empresas privadas y comunidades locales facilitará el intercambio de conocimientos y recursos, promoviendo un enfoque colaborativo en la transición hacia la AR.

Por último, es crucial incorporar modelos económicos sostenibles que respalden la adopción de la AR. Esto incluye el diseño de mecanismos de financiamiento adaptados a las necesidades de los agricultores, como fondos de inversión verde que financien la transición hacia prácticas regenerativas. También se debe promover la implementación de modelos económicos circulares que maximicen los beneficios económicos para los agricultores mientras regeneran los ecosistemas. En conjunto, estas recomendaciones y líneas futuras

CONCLUSIONES Y ÁREAS PARA INVESTIGACIONES FUTURAS

permiten establecer un marco integral para consolidar la AR como una solución viable y sostenible para los desafíos del siglo XXI.

Capítulo 6. DECLARACIÓN DE USO DE IA

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

Por la presente, yo, **Marta Villasante Angulo**, estudiante de **Doble Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales + Administración y Dirección de Empresas** de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "**¿Cuáles son las técnicas, beneficios y desafíos asociados con la Agricultura Regenerativa, y cómo pueden influir en la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático?**", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
3. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.
4. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
5. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.
6. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente

DECLARACIÓN DE USO DE IA

de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 04/12/2024

Firma:



Marta Villasante Angulo

Capítulo 7. BIBLIOGRAFÍA

Actual, B. E. (2024, febrero 13). La superficie ecológica mundial crece más que nunca y alcanza los 96 millones de hectáreas. *Bio Eco Actual*.

<https://www.bioecoactual.com/2024/02/13/superficie-ecologica-mundial-alcanza-los-96-millones-de-hectareas/>

Ae, R. (2024, febrero 14). Publicadas las estadísticas mundiales 2023 sobre agricultura ecológica. *SEAE*. <https://agroecologia.net/publicadas-las-estadisticas-mundiales-2023-sobre-agricultura-ecologica/>

Agricultura convencional o industrial o intensiva—Sostenibilidad ... (s. f.).

www.google.com. Recuperado 12 de octubre de 2024, de <https://www.google.com/imgres?q=evolucion+de+la+agricultura+convencional+hacia+la+agricultura+regenerativa&imgurl=https://comefruta.es/wp-content/uploads/2023/09/agricultura-tradicional-intensiva-y-ecologica.jpg&imgrefurl=https://comefruta.es/agricultura-convencional-o-industrial&docid=a35fWIP0hpbgRM&tbnid=Ip9J90jxrAeOnM&vet=12ahUKEwi9mPWYyoeJAXUb8AIHHZMZNkkQM3oECBsQAA..i&w=960&h=540&hcb=2&ved=2ahUKEwi9mPWYyoeJAXUb8AIHHZMZNkkQM3oECBsQAA&sfr=vfe&source=sh/x/im/can/1>

Agricultura Regenerativa: Principios Y Prácticas Habituales. (2024, mayo 21).

<https://eos.com/es/blog/agricultura-regenerativa/>

Agro Krebs. (s. f.). [Video recording]. Recuperado 13 de octubre de 2024, de

<https://www.facebook.com/agrokrebs/posts/evoluci%C3%B3n-de-la-agricultura-si-te-gusta-esta-informaci%C3%B3n-y-quieres-conocer-m%C3%A1s-d/893033864514400/>

Agroindustria y deforestación • Ecologistas en Acción. (s. f.). Ecologistas en Acción.

Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <https://www.ecologistasenaccion.org/areas-de-accion/agroecologia/agrocombustibles/soja/deforestacion/>

A.K. Rohila, Ansul, Devashri Maan, Amit Kumar, & Krishan Kumar. (2017). Impact of agricultural practices on environment. *Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc*, 19(2), 145-148.

Altieri, M. A., & Farrell, J. G. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture* (Second edition). CRC Press, Taylor & Francis Group.

Andrew Dabalen, Aparajita Goyal, & Ruozhi Song. (2024, septiembre 24). *Regenerative Agriculture in Practice: A Review*.

<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/18ec4b7b-7d62-467b-8f96->

d6743b1d0862

Armas Vega, F. V. (2024). Beneficios de la agricultura regenerativa en la salud del suelo. *RECIAMUC*, 8(2), 665-677. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(2\).abril.2024.665-677](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(2).abril.2024.665-677)

Bergmann, L., Chaves, L. F., Betz, C. R., Stein, S., Wiedenfeld, B., Wolf, A., & Wallace, R. G. (2022). Mapping Agricultural Lands: From Conventional to Regenerative. *Land*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/land11030437>

Bodega Azpillaga Urarte. (s. f.). Recuperado 20 de noviembre de 2024, de <https://azpillagaurarte.com/agreg.html>

British Ecological Society. (s. f.). *The BES Report on Regenerative Agriculture*. Recuperado 2 de diciembre de 2024, de <https://www.britishecologicalsociety.org/policy/uk/regenerative-agriculture/>

Building Theories from Case Study Research on JSTOR. (s. f.). Recuperado 3 de diciembre de 2024, de <https://www.jstor.org/stable/258557>

Climate-Smart Agriculture. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <https://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture>

Convención de Lucha contra la Desertificación. (2022, febrero 17).

El Acuerdo de París | CMNUCC. (s. f.). Recuperado 13 de octubre de 2024, de <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

Estrada, C. (2021, agosto 5). *¿Qué es la Agricultura Regenerativa? • Eficagua*. Eficagua. <https://eficagua.cl/que-es-la-agricultura-regenerativa/>

FAO (Ed.). (2016). *Climate change, agriculture and food security*. FAO.

Farm to Fork Strategy—European Commission. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2024, de https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

Fernández Vásquez, S., Souza Barros, J. D. de, & Pereira da Silva, M. de F. (2008). Alternativas à agricultura convencional. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 3(3), 2.

Francisco Alves | Porcus Natura | 700 ha livestock farm. (s. f.). *Climate Farmers*. Recuperado 20 de noviembre de 2024, de <https://www.climatefarmers.org/project/porcus-natura/>

G. Rivera Ferre, Marta, Aguilera, Eduardo, Escalante Moreno, Helios, Infante Amate, Juan, & Dean, Graeme. (2023). *El impacto en el empleo de la transición agroecológica en*

España. Amigos de la Tierra.

Giller, K. E., Hijbeek, R., Andersson, J. A., & Sumberg, J. (2021). Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*, 50(1), 13-25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>

Godfray, H. C. J., & Garnett, T. (2014). Food security and sustainable intensification. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1639), 20120273. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0273>

Horticultura Can Piol. (s. f.). *Finca Can Piol*. Recuperado 20 de noviembre de 2024, de <https://www.canpiol.com/horticultura/>

Intergovernmental Panel On Climate Change. (2022). *Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems* (1.^a ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988>

Jayasinghe, S. L., Thomas, D. T., Anderson, J. P., Chen, C., & Macdonald, B. C. T. (2023). Global Application of Regenerative Agriculture: A Review of Definitions and Assessment Approaches. *Sustainability*, 15(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/su152215941>

La agricultura y el Pacto Verde—Comisión Europea. (s. f.). Recuperado 13 de octubre de 2024, de https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/agriculture-and-green-deal_es

La Donaira. (s. f.). La Donaira. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://www.ladonaira.com>

LA JUNQUERA. (s. f.). LA JUNQUERA. Recuperado 19 de noviembre de 2024, de <https://www.lajunquera.com>

La PAC en pocas palabras—Comisión Europea. (2024, septiembre 27). https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_es

La Producción Ecológica. (s. f.). Recuperado 20 de octubre de 2024, de <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/produccion-eco/>

La Selvatana: Cura y cría de vacas para producción de leche. (s. f.). Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://www.laselvatana.net/es/>

Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., Henry, K., Hottle, R., Jackson, L., Jarvis, A., Kossam, F., Mann, W., McCarthy, N., Meybeck, A., Neufeldt, H., Remington, T., ... Torquebiau, E. F. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change*, 4(12), 1068-

1072. <https://doi.org/10.1038/nclimate2437>

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

Newton, P., Civita, N., Frankel-Goldwater, L., Bartel, K., & Johns, C. (2020). What Is Regenerative Agriculture? A Review of Scholar and Practitioner Definitions Based on Processes and Outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.577723>

Nuevos Mundos. (s. f.). Mundos Nuevos. Recuperado 20 de noviembre de 2024, de <https://mundosnuevos.es/>

Pomoni, D. I., Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. G., & Vasiliadis, L. (2023). A Review of Hydroponics and Conventional Agriculture Based on Energy and Water Consumption, Environmental Impact, and Land Use. *Energies*, 16(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/en16041690>

Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>

Regenera.cat. (2024, mayo 27). <https://regenera.creaf.cat/es/verdcamp-fruits/>

Regenerative Agriculture Definition. (s. f.). The Carbon Underground. Recuperado 13 de octubre de 2024, de <https://thecarbonunderground.org/our-initiative/definition/>

Rethinking Food Systems. (2021, abril 6). <https://www.unep.org/news-and-stories/story/rethinking-food-systems>

Scaling up Agroecology Initiative | Agroecology Knowledge Hub | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <http://www.fao.org/agroecology/overview/scaling-up-agroecology-initiative/en/>

Schreefel, L., Schulte, R. P. O., de Boer, I. J. M., Schrijver, A. P., & van Zanten, H. H. E. (2020). Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security*, 26, 100404. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>

Sumberg, J., & Giller, K. E. (2022). What is ‘conventional’ agriculture? *Global Food Security*, 32, 100617. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100617>

Tal, A. (2018). Making Conventional Agriculture Environmentally Friendly: Moving beyond the Glorification of Organic Agriculture and the Demonization of Conventional Agriculture. *Sustainability*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/su10041078>

The Transformative Partnership Platform on Agroecology | FAO. (s. f.). Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1376154/>

Troya Cantos, Manuel. (2022, diciembre). *EL MANEJO HOLÍSTICO EN LA AGRICULTURA REGENERATIVA: ANÁLISIS DE UN CASO EMPÍRICO.*

UN Decade | Ecosystem Restoration Monitoring | Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s. f.). ERM. Recuperado 3 de noviembre de 2024, de <https://www.fao.org/ecosystem-restoration-monitoring/about/un-decade/en>

Unilever potencia la agricultura regenerativa junto al Grupo Conesa en Extremadura. (2023, septiembre 27). El Español.

https://www.elspanol.com/invertia/empresas/20230927/unilever-potencia-agricultura-regenerativa-junto-grupo-conesa-extremadura/797670480_0.html

United Nations Environment Programme. (2021). *Making Peace with Nature: A Scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity and Pollution Emergencies.* United Nations.

Water and Food, Alterra - Sustainable soil management, Alterra - Soil, water and land use, Heesmans, H., Hendriks, C., Barbieri, L., Van Egmond, F., Van Der Veer, J., & Teuling, K. (2023). *Regenerative agriculture - a case study: Application and analyses of regenerative versus conventional agriculture in a case study in De Hoeksche Waard, the Netherlands.* Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/590704>

