

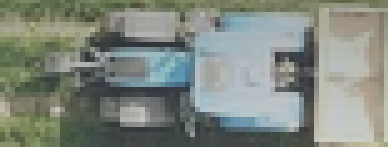


TRANSCENDENT

The journey to positive impact

LA TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL

Transformar pérdidas en margen: el caso
económico de la agricultura regenerativa y
de precisión



RESUMEN EJECUTIVO

El campo español tiene un problema que ya no puede ignorarse. Más del 60% de las explotaciones cerealistas pierde dinero si se descuentan las ayudas europeas que reciben. Los suelos se degradan —el 74% del territorio es susceptible de desertificación—, el agua escasea, y dos de cada tres agricultores superan los 55 años sin que haya relevo generacional a la vista. A esto se suma un cambio regulatorio profundo: la próxima reforma de la PAC (2028-2034) recortará los pagos directos en torno a un 20% y los vinculará a resultados ambientales medibles. El modelo productivo convencional, que ya opera en pérdidas, se enfrenta a un horizonte aún más difícil.

Pero dentro de este diagnóstico **hay una oportunidad real y cuantificable.** Este informe demuestra que la combinación de agricultura regenerativa y tecnologías de precisión no solo resuelve los problemas ambientales del sector, sino que transforma su ecuación económica. No se trata de dos enfoques separados: la agricultura regenerativa reconstruye la fertilidad natural del suelo, y la agricultura de precisión optimiza cada decisión de manejo con datos y tecnología. Cuando se integran, sus efectos se multiplican.

Los números lo ilustran con claridad. En cereales de secano —el sistema más extendido del país, con 5,7 millones de hectáreas—, el modelo convencional arroja un margen de -46 €/ha. El sistema combinado, una vez consolidado a partir del cuarto año, alcanza +87 €/ha: una mejora de 133 euros por hectárea y año.

Los ahorros no son puntuales sino estructurales: un 34% menos en fertilizantes, un 45% menos en combustible de maquinaria y un 19% menos en pesticidas. La inversión se recupera en 5 a 8 años según la escala de la explotación, y se acorta a 5 años si se monetizan los créditos de carbono. Si la mitad de la superficie cerealista adoptara este modelo, el beneficio agregado para el sector sería de 379 millones de euros anuales.

El valor ambiental refuerza el económico en lugar de competir con él. Los suelos regenerativos capturan entre 2,0 y 2,5 toneladas de CO₂ por hectárea al año, reducen la erosión en más de un 80% y retienen un 25% más de agua. En un país como España donde la sequía de 2023 causó pérdidas de 5.550 millones de euros, esa resiliencia no es un beneficio accesorio: es una ventaja competitiva directa.

Sin embargo, **la adopción sigue siendo marginal. Solo el 5% de la superficie agraria aplica prácticas regenerativas de forma integral**, y muy pocas explotaciones combinan estas prácticas con tecnologías de precisión avanzadas. Las razones son conocidas: la inversión inicial es elevada, falta conocimiento técnico adaptado al contexto español y los incentivos actuales son insuficientes.

Por eso, este informe no se dirige únicamente a los agricultores, sino que **identifica oportunidades concretas para los tres tipos de actores con capacidad de catalizar el cambio:**

Instituciones financieras.

La transición abre un mercado emergente de financiación verde de entre 2.250 y 3.750 millones de euros, con una demanda respaldada por regulación, activos tangibles como garantía y retornos demostrables. Financiar esta transformación mejora además el Green Asset Ratio y reduce la exposición crediticia al riesgo climático, en un contexto donde el 42% de las operaciones agrarias registró morosidad en 2024.

Empresas de consumo y retail.

Invertir en la sostenibilidad de sus proveedores no es filantropía: es gestión de riesgos.

Asegura la resiliencia del suministro frente a eventos climáticos, permite medir y reducir las emisiones de alcance 3 —que suponen el 70-90% de la huella total de una empresa alimentaria— y abre la puerta a diferenciación de marca en un mercado donde dos de cada tres hogares les preocupa el uso de pesticidas en la alimentación.

Gestoras de capital y private equity.

La transformación de las empresas agroalimentarias actúa sobre las tres palancas que determinan la valoración en una operación de venta: mejora de EBITDA de 5 a 10 puntos porcentuales por reducción de costes operativos, menor volatilidad de cash flows gracias a la resiliencia climática, y una prima de múltiplo de 0,5-0,6x por credenciales ESG verificables.

La ventana de oportunidad es finita. Los actores que lideren la adopción en los próximos 3-5 años construirán ventajas competitivas difíciles de replicar. Los que esperen enfrentarán un sector donde los costes de adaptación solo crecen y la ventaja ya ha sido capturada por otros. El modelo convencional ya no es la opción segura: es la opción de mayor riesgo.



ÍNDICE

- 01. Introducción
- 02. La necesidad del cambio sistémico en el sector agroalimentario
- 03. Dos caminos para la transformación: soluciones maduras y escalables
- 04. El caso de negocio: impacto económico y medioambiental
- 05. Call to action: oportunidad de inversión por actor
- 06. Conclusión
- 07. Sobre Transcendent





INTRODUCCIÓN

El sector agroalimentario español gestiona 23,2 millones de hectáreas y representa el 8,6% del PIB nacional y el 11,5% de empleo nacional, es decir en torno a 2,5 millones de personas¹, pero enfrenta una crisis silenciosa: más del 60% de explotaciones cerealistas opera con márgenes negativos sin considerar ayudas, mientras el 74% del territorio es susceptible de desertificación. Este informe documenta cómo transformar esta vulnerabilidad estructural en una oportunidad de negocio cuantificable para actores con capacidad de liderarla: empresas del sector, instituciones financieras y gestoras de capital.

La pregunta es cómo debe el sector cambiar de forma que mejore simultáneamente rentabilidad económica y salud ambiental. La respuesta existe y es técnicamente madura: **la combinación de agricultura regenerativa y tecnologías de precisión.**

La primera reconstruye la fertilidad natural mediante rotación de cultivos, cubiertas vegetales y siembra directa.

La segunda optimiza el uso de recursos mediante monitorización en tiempo real, riego inteligente y aplicación variable de inputs. El análisis en este informe en cereales de secano —sistema representativo que gestiona 5 millones de hectáreas— demuestra que la integración de ambas permite pasar de un margen deficitario de -46 €/ha (modelo convencional) a +87 €/ha en fase consolidada (año 4+), una mejora de +133 €/ha. El periodo de recuperación de la inversión es de 5-8 años según escala de explotación. La mejora proviene de reconfiguraciones estructurales de los costes: reducción en fertilizantes, en pesticidas, y en combustible, combinadas con mayor resiliencia ante eventos climáticos extremos.

Pese a su viabilidad demostrada en proyectos piloto a escala comercial, la adopción permanece limitada por barreras estructurales que ningún actor individual puede superar aisladamente:

apenas el 5% de la superficie agraria aplica sistemáticamente prácticas regenerativas en todo el territorio de sus fincas, y aunque el 50% de las empresas de todo el sector alimentario utiliza alguna tecnología de precisión, solo una minoría implementa sistemas integrados que capturan las sinergias documentadas en este análisis. Las barreras estructurales —inversión inicial elevada, déficit de conocimiento técnico, ausencia de incentivos suficientes— requieren movilización coordinada de múltiples actores del ecosistema.

Este informe articula **tres contribuciones** dirigidas a quienes tienen capacidad de acelerar esta transformación:

Primero, documentar con rigor el caso económico y ambiental de la transformación hacia modelos regenerativos y de precisión, basado en datos de campo españoles, desmontando la falsa dicotomía entre rentabilidad y sostenibilidad. Los sistemas regenerativos y de precisión no son inversiones éticas con retornos diferidos sino decisiones de optimización económica que además generan valor ambiental cuantificable.

Segundo, identificar oportunidades específicas por tipo de actor:

- **Empresas del sector agroalimentario:** programas de acompañamiento a proveedores que aseguran suministro resiliente, acceden a mercados premium, y permiten cumplir con requisitos para la medición del alcance 3 de las emisiones.
- **Instituciones financieras:** un mercado emergente de 2.250 - 3.750 millones de euros en financiación verde con características atractivas (demanda estructural respaldada por regulación, activos tangibles como garantía, retornos demostrables).
- **Gestoras de capital:** protección de valor en participadas mediante reducción de riesgos climáticos, mejora estructural de EBITDA de 10 puntos porcentuales, y primas de exit por credenciales ESG verificables.

Tercero, establece marcos de seguimiento con métricas cuantificables que permiten evaluar y monitorizar la creación de valor de forma correlacionada: evolución de costes variables, EBITDA/ha, volatilidad de rendimientos, tCO₂ secuestradas, contenido de materia orgánica del suelo, reducción de uso de agua e inputs.

Este informe documenta el caso económico y ambiental de esta transformación e identifica oportunidades concretas para los actores con capacidad de acelerarla:

“Los sistemas regenerativos y de precisión no son inversiones éticas con retornos diferidos sino decisiones de optimización económica que además generan valor ambiental cuantificable.”

un mercado emergente de financiación verde de 2.250 - 3.750 millones de euros para instituciones financieras, programas de acompañamiento a proveedores para empresas del sector agroalimentario, y mejoras estructurales de EBITDA de 10 puntos porcentuales para gestoras de capital con participadas en el sector. La ventana de oportunidad es finita. Los actores que lideren la adopción en los próximos 3-5 años capturarán ventajas competitivas estructurales. Los que esperen enfrentarán costes crecientes de adaptación reactiva y ventaja competitiva cedida. El coste de la inacción supera con creces el coste de la transformación. El sector puede construir un futuro más resiliente y competitivo, pero solo si actúa con visión estratégica y compromiso colectivo.

Antes de entrar en el análisis detallado, el estudio pone de manifiesto una serie de conclusiones clave que reconfiguran la forma en que se suele entender la viabilidad económica y estratégica de la transición del modelo agrícola en España:

La **combinación de agricultura regenerativa y tecnologías de precisión** no es una suma de prácticas, sino un sistema integrado que permite capturar valor económico y ambiental de forma simultánea; abordarlas de manera aislada reduce significativamente su impacto y su viabilidad.

La **mejora de la rentabilidad no depende de un cambio inmediato de modelo productivo**, sino de una transición progresiva en la que los beneficios económicos comienzan a materializarse antes de que el sistema esté plenamente consolidado.

La **escala deja de ser el principal determinante de la viabilidad económica**: explotaciones pequeñas y medianas pueden alcanzar niveles de rentabilidad y periodos de retorno comparables a los de grandes operadores cuando el modelo de adopción, financiación y soporte técnico se adapta a su realidad operativa.

El principal cuello de botella no es la falta de incentivos económicos ni de tecnología disponible, sino **la ausencia de mecanismos de coordinación entre los actores clave de la cadena** —productores, empresas tractoras, sector financiero y proveedores de conocimiento— capaces de reducir riesgo, acelerar adopción y escalar el impacto.

2) LA NECESIDAD DEL CAMBIO SISTÉMICO EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

La transformación hacia modelos productivos más sostenibles en el sector agroalimentario español responde a una convergencia de factores estructurales que están redefiniendo las condiciones de viabilidad del sector. La adopción de prácticas como la agricultura regenerativa, y tecnologías de precisión emerge como respuesta estratégica ante presiones regulatorias, cambios sociales, deterioro de márgenes económicos, riesgos climáticos intensificados y nuevas demandas de mercado.



Driver Regulatorio: El marco normativo como catalizador del cambio

El marco normativo europeo establece un nuevo paradigma donde la rentabilidad depende crecientemente del cumplimiento de estándares de sostenibilidad. La próxima reforma de la **Política Agraria Común** (PAC) para el periodo 2028-2034 marca un punto de inflexión para la agricultura española. No se trata solo de una redistribución de ayudas, sino de un cambio de modelo: las subvenciones europeas se vincularán cada vez más a resultados ambientales medibles, y la rentabilidad de las explotaciones dependerá de su capacidad para regenerar suelo, agua y biodiversidad. La reducción prevista de los pagos directos —en torno al 20%— obligará a redirigir la gestión hacia prácticas regenerativas. En un país donde las ayudas comunitarias siguen siendo esenciales para la viabilidad del campo, este giro convierte la sostenibilidad en condición necesaria para mantener ingresos estables.

En paralelo, la estrategia Farm to Fork refuerza este giro estructural al fijar objetivos comunes para toda la Unión Europea: reducir en un 50 % el uso de plaguicidas, en un 20 % el consumo de fertilizantes y alcanzar un 25 % de superficie agrícola ecológica en 2030.

Estos objetivos no operan de forma aislada: se integran en el marco de la PAC y orientan tanto las ayudas como las inversiones públicas hacia modelos productivos más eficientes y menos dependientes de insumos externos.

Este marco se complementa con la **Directiva Marco del Agua y la nueva Ley de Restauración de la Naturaleza**, que introducen obligaciones directas sobre la gestión del suelo, la contaminación por nitratos y la recuperación de hábitats agrícolas. Las restricciones hídricas añaden presión adicional en un contexto singularmente vulnerable. España, con 3,8 millones de hectáreas de regadío (la mayor superficie europea), enfrenta estrés hídrico estructural agravado por el cambio climático. Cuencas críticas como la del Segura (déficit de 400 hm³/año), Júcar (90% de masas subterráneas sobreexplotadas) y Guadalquivir implementan límites cada vez más restrictivos. La Directiva Marco del Agua establece además requisitos de reducción de contaminación difusa en las 455 zonas vulnerables declaradas en España. Casos de alta visibilidad como Doñana, el Mar Menor o las Tablas de Daimiel intensifican el escrutinio regulatorio sobre el uso agrario del agua.



Driver de Resiliencia: Riesgos Climáticos y Degradación Ambiental

España es el país europeo más vulnerable al cambio climático, con proyecciones que anticipan incrementos de temperatura de 2-3°C para 2050 y reducción del 20-30% en recursos hídricos disponibles. El país ya experimenta **sequías recurrentes** (2005, 2012, 2017, 2019, 2022-2023) que generan mermas de cosecha del 30-50% en secanos. La alternancia entre sequías extremas y episodios de precipitación torrencial (DANAs) desafía la capacidad de adaptación, mientras las olas de calor afectan polinización y cuajado de frutos, comprometiendo rendimientos en cultivos estratégicos.

El **estrés hídrico** en España es crítico: la agricultura consume 17.200 hm³ al año (el 80% del total) y casi una cuarta parte de las aguas subterráneas están sobreexplotadas, con bajadas del nivel del agua de más de 100 metros en zonas como Campo de Cartagena o La Mancha Oriental.

La **degradación del suelo** completa el cuadro de vulnerabilidad: el 18% del territorio sufre erosión superior a 50 t/ha/año (España lidera Europa en erosión), el 45% de suelos agrícolas presentan menos del 2% de materia orgánica, y más de 3 millones de hectáreas están afectadas por salinización. El 74% del territorio es susceptible de desertificación, especialmente en el sureste, valle del Ebro e interior andaluz.

Esta situación implica un riesgo significativo para el sector agroalimentario español. Según análisis de Transcendent, estimamos pérdidas potenciales superiores a **6.000 millones de euros** derivadas de eventos climáticos extremos, degradación de suelos y restricciones hídricas en los principales subsectores afectados: cereales, hortalizas y cítricos.



Driver Económico: La Erosión de Márgenes y la Crisis de Rentabilidad

El modelo productivo convencional enfrenta una crisis estructural de rentabilidad. **La compresión de márgenes** resulta de la combinación de costes crecientes —fertilizantes, energía, mano de obra— con precios en origen que permanecen estancados o a la baja. En cultivos extensivos como el cereal de secano, los márgenes operativos son negativos (-46 €/ha en promedio) y solo se compensan mediante las ayudas de la PAC, evidenciando una dependencia que la próxima reforma presupuestaria pondrá en cuestión.

La **volatilidad de los costes de producción** entre 2020 y 2025 ilustra esta presión. Los precios de los fertilizantes alcanzaron un pico histórico en 2022 (+144% respecto a 2020) y, aunque han descendido, en 2025 se mantienen un 54% por encima del nivel prepandemia (MAPA, Índices de Precios Pagados, junio 2025). La electricidad en el mercado mayorista pasó de 34 €/MWh en 2020 a un máximo de 167 €/MWh en 2022; en 2024 se estabilizó en torno a 76 €/MWh, aún el doble que antes de la crisis (CNMC; REE, 2024).

Sin embargo, los precios percibidos por los agricultores no han absorbido estos incrementos: en 2024 continuaron cayendo un 6,6% interanual (MAPA, agosto 2024). Esta asimetría traslada el riesgo de mercado íntegramente al productor, erosionando la capacidad de inversión y renovación de las explotaciones.

La agricultura regenerativa y las tecnologías de precisión emergen como respuesta estructural a esta presión. Aunque requieren inversión inicial, permiten reducir la dependencia de inputs externos —con ahorros del 20-40% en fertilizantes y combustible— y mejorar la eficiencia hídrica. Las explotaciones que adopten estos modelos transformarán una estructura de costes vulnerable en una ventaja competitiva sostenible.



Driver Social: El Cambio Generacional y la Despoblación Rural

El sector agrario español enfrenta una crisis demográfica que amenaza su continuidad. Según el Censo Agrario del INE (2020), el **67% de los jefes de explotación tiene más de 55 años** y solo el 4% es menor de 35. La edad media de un agricultor en la UE es de 57 años, y en España la situación es especialmente grave en determinados cultivos: los titulares de explotaciones cítricas superan los 65 años de media, mientras que en frutales no cítricos alcanzan los 58,6 años (MAPA, 2020). En 2024, apenas el 9% de los perceptores de ayudas PAC tenía menos de 40 años, una proporción que permanece estancada desde 2020 (FEAGA, 2025).

Esta tendencia se enmarca en un contexto más amplio de despoblación rural. Entre 2020 y 2023, España perdió más de 130.000 explotaciones agrarias, un 12,4% del total en apenas tres años (INE). Ocho de cada diez municipios menores de 5.000 habitantes han perdido población en la última década, y el 70% del territorio nacional alberga solo al 15% de la población. Las proyecciones del Parlamento Europeo anticipan que para 2030 más de dos millones de hectáreas agrarias quedarán abandonadas en España, la mayoría en la denominada "España vaciada".



La Comisión Europea ha reconocido esta urgencia lanzando en octubre de 2025 una "Estrategia de relevo generacional en la agricultura" con el objetivo de duplicar la proporción de jóvenes agricultores de aquí a 2040 y recomendando a los Estados miembros destinar al menos el 6% del gasto agrario a este fin.

En España, el Plan Estratégico de la PAC 2023-2027 ofrece incentivos de hasta 70.000 euros por joven agricultor que se instale por primera vez, pero las barreras estructurales —alto precio de la tierra, escasa rentabilidad, exceso de burocracia— siguen desincentivando la incorporación. Los sistemas regenerativos y de precisión, al mejorar la rentabilidad y reducir la dependencia de inputs externos, pueden contribuir a hacer viable el relevo generacional y a fijar población en el territorio.

Los cuatro factores actúan de forma simultánea en el contexto español, donde vulnerabilidad climática extrema y estrés hídrico estructural se combinan con presiones regulatorias crecientes y una crisis demográfica sin precedentes. La transición hacia prácticas sostenibles no es una opción voluntaria sino condición de viabilidad para un sector estratégico que debe adaptarse o enfrentar declive estructural. Las explotaciones que lideren esta transformación mitigarán riesgos y capturarán oportunidades en un sector en profunda reconfiguración.



Las consecuencias trascienden lo demográfico: sin relevo generacional no hay adopción de innovación, ni digitalización, ni transición hacia modelos más sostenibles.

Figura 1. La necesidad del cambio sistémico en el sector agroalimentario



Fuente: Elaboración propia.



3) DOS CAMINOS PARA LA TRANSFORMACIÓN: SOLUCIONES MADURAS Y ESCALABLES

Ante el contexto de presión múltiple, el sector agroalimentario dispone de dos vectores — la agricultura regenerativa y la agricultura de precisión — complementarios de transformación que, lejos de excluirse mutuamente, se refuerzan y potencian. Ambos comparten un objetivo común — mejorar la eficiencia económica mientras se regeneran los recursos naturales de los que depende la productividad futura— pero operan a través de mecanismos distintos. Su implementación combinada ofrece el mayor potencial de creación de valor, tanto económico como ambiental.

3.1 Agricultura Regenerativa: Estado actual y principales prácticas

La agricultura regenerativa es un enfoque de manejo agrícola que mejora e incrementa los recursos que utiliza en lugar de degradarlos.

Frente al modelo convencional, busca restaurar los ecosistemas agroalimentarios mediante prácticas como el mínimo laboreo, la cobertura permanente del suelo, la diversidad de cultivos y la integración de enmiendas orgánicas. En España, su adopción sigue siendo incipiente: apenas el 5% de la superficie agraria aplica este enfoque de forma integral.

Pese a ello, en el contexto español, la agricultura regenerativa ofrece una oportunidad estratégica para combinar productividad, resiliencia y sostenibilidad.

Entre las distintas técnicas existentes, tres prácticas destacan por su madurez, viabilidad técnica y potencial de impacto tanto económico como ambiental: la rotación de cultivos, la cobertura vegetal y la labranza mínima o siembra directa:

Rotación de cultivos: consiste en alternar diferentes especies vegetales en una misma parcela a lo largo de los ciclos productivos. Esta práctica es aplicable principalmente a cultivos herbáceos anuales —cereales, leguminosas, oleaginosas y hortalizas— donde la alternancia es técnicamente viable. En España presenta niveles de adopción relativamente elevados, impulsados principalmente por los requisitos de condicionalidad de la PAC, aunque rara vez se integra en un enfoque regenerativo completo que combine múltiples prácticas de forma sinérgica.

Su impacto es significativo: la inclusión de leguminosas en la rotación reduce la necesidad de fertilizantes nitrogenados en un 20-30%, e interrumpe los ciclos de plagas y patógenos disminuyendo la presión fitosanitaria. Además, incrementa el contenido de materia orgánica del suelo (0,1-0,2 puntos porcentuales anuales), mejorando su capacidad de retención hídrica, resiliencia ante sequías, y potencial de secuestro de carbono². Desde el punto de vista operativo, la dependencia de fertilizantes sintéticos y disminuye el gasto en fitosanitarios al romper ciclos de patógenos.

Cobertura vegetal: Las cubiertas vegetales representan quizás la práctica regenerativa con mayor potencial de doble impacto (económico y ambiental).

Las cubiertas vegetales son especialmente relevantes en cultivos leñosos —olivar, viñedo, frutales y frutos secos— donde la PAC incentiva su adopción mediante eco-regímenes específicos, aunque también pueden implementarse en sistemas herbáceos como intercultivos³. Consiste en mantener el suelo cubierto con vegetación viva durante los periodos entre cultivos principales.

Su función es tanto física como ecológica: protege el suelo frente a la erosión (+80% de reducción de erosión de suelo), mejora la infiltración del agua y favorece la retención de carbono (2,0-2,5 tCO₂/ha-año, según estudios del IFAPA y datos de la Asociación Española de Agricultura de Conservación).

En términos empresariales, la cobertura vegetal conlleva unos costes anuales más altos que el resto de las medidas, pero su beneficio es relevante especialmente a partir de tercer año: reduce la necesidad de insumos externos, ya que la mejora de la estructura del suelo y su fertilidad natural permite disminuir progresivamente el uso de fertilizantes y pesticidas. Además, contribuye a estabilizar los rendimientos agrícolas incluso en condiciones de mayor variabilidad climática.

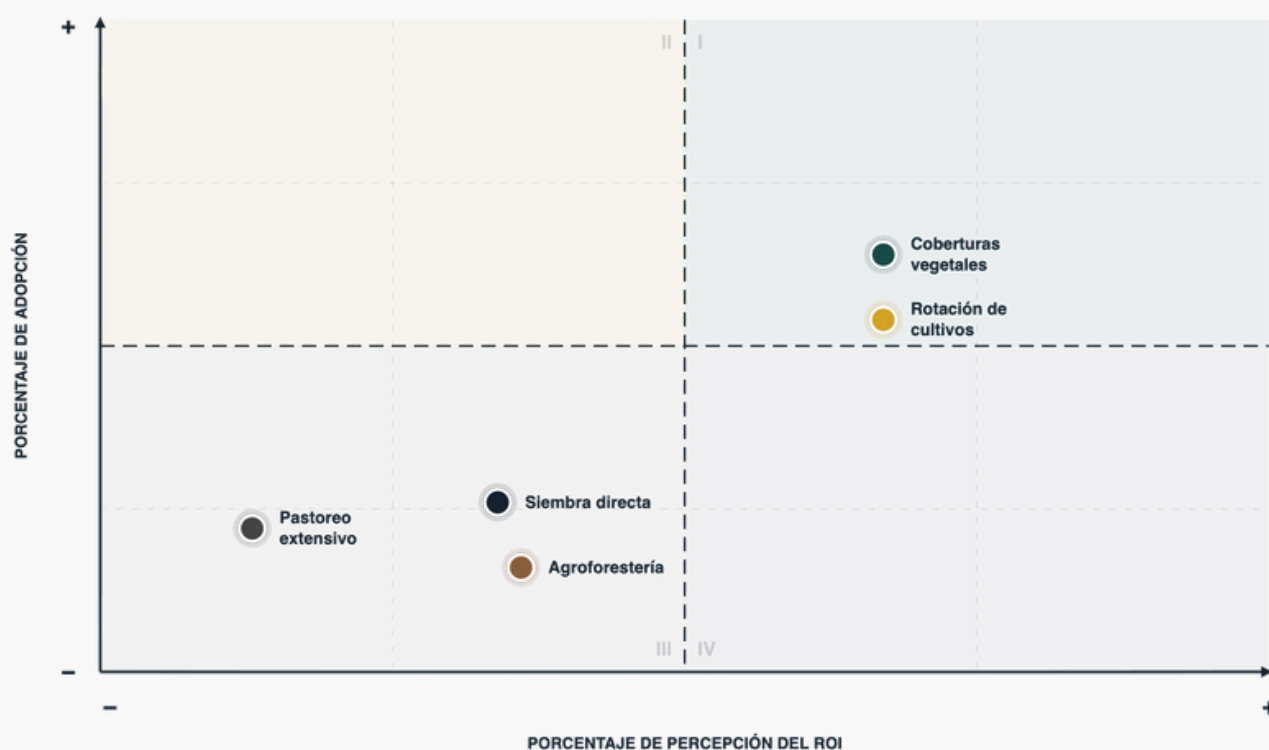
Siembra directa: representa un cambio estructural en la gestión del suelo. Esta técnica se aplica principalmente en cultivos herbáceos extensivos de secano —cereales, girasol y forrajes—, que representan la mayor superficie agraria española y los mayores riesgos de erosión⁴. Esta práctica elimina el arado tradicional y minimiza la perturbación del terreno.

Requiere sembradoras específicas, más costosas que las convencionales, y un periodo de transición de 3-5 años en el que pueden surgir problemas de compactación superficial, proliferación de malas hierbas y ajustes en la fertilización⁵. A pesar de ello, sus beneficios son múltiples. Desde el punto de vista ambiental, evita la degradación del suelo, reduce la erosión entre un 60-90%⁶ y mantiene el carbono orgánico estabilizado.

Desde el plano económico, disminuye el número de pasadas de maquinaria, reduce el consumo de combustible en un 40-50%, y genera ahorros anuales en laboreo. También mejora la eficiencia operativa al permitir siembras más rápidas, menos compactación y una mayor conservación de humedad, con incrementos de rendimiento de hasta 15%⁷ en algunos casos.

Es importante considerar que además de estas tres prácticas mencionadas, existen otras prácticas también relevantes para el sector con diferentes grados de adopción y grados de percepción. La siguiente comparación permite observar cómo algunas prácticas con beneficios reconocidos, como la rotación de cultivos o las coberturas vegetales, se perciben con mayor retorno, mientras que otras, como la siembra directa, la agroforestería o el pastoreo extensivo, continúan en fases más incipientes de adopción o con una percepción más limitada del valor que generan.

Figura 2. Matriz de grado de madurez y percepción de retorno de las principales prácticas de agricultura regenerativa



■ Coberturas vegetales

■ Rotación de cultivos

■ Siembra directa

■ Agroforestería

■ Pastoreo extensivo

Los porcentajes de adopción de cada práctica se han clasificado en cuatro rangos: 0-25% como nivel incipiente, 25-50% como nivel intermedio, 50-75% como nivel avanzado, y 75-100% como nivel consolidado. La estimación de la percepción del retorno (ROI) se ha elaborado a partir de un análisis de fuentes externas que recogen la percepción de los agricultores adoptantes de las prácticas evaluadas, permitiendo posicionarlas según el valor que reportan quienes ya las aplican.

Fuente: elaboración propia Transcendent a partir de FAO (2012; 2019; n.d.), Smit et al. (2019), Eurostat (2020) y Bremmer et al. (2021).

3.2 Agricultura de Precisión: Estado actual y principales prácticas

La agricultura de precisión representa un cambio en la gestión agrícola: el paso de decisiones uniformes aplicadas a parcelas completas hacia intervenciones diferenciadas basadas en la variabilidad real del terreno, el cultivo y las condiciones ambientales. El resultado es una agricultura que optimiza recursos, reduce desperdicios y maximiza la eficiencia productiva. Durante las dos últimas décadas, la adopción de tecnologías de precisión ha crecido de forma sostenida, con tasas cercanas al 30% anual en los últimos años⁸. Hoy, se estima que alrededor del 50% de las industrias alimentarias⁹ españolas aplican alguna herramienta de precisión, especialmente en sistemas de riego localizado, sensores de campo y control de maquinaria. No obstante, la integración plena —que abarque desde la monitorización de datos hasta la toma de decisiones automatizada— sigue siendo limitada.

La agricultura de precisión opera en dos fases complementarias. Primero, tecnologías de captura y análisis de datos generan información sobre el estado real del cultivo, el suelo y las condiciones climáticas. Segundo, tecnologías de acción en campo traducen esa información en intervenciones específicas y automatizadas que optimizan el uso de agua, fertilizantes y fitosanitarios.

Tecnologías de captura y análisis de datos

Las tecnologías de obtención de información agrupan todas las herramientas que hacen posible conocer con precisión el estado real del cultivo y del suelo. Incluyen soluciones que capturan datos en tiempo real, transformándolos en conocimiento para la gestión agrícola. Entre ellas destacan:

Drones y teledetección por satélites: Los drones equipados con cámaras multispectrales y los satélites capturan imágenes que permiten evaluar el estado del cultivo mediante índices de vegetación.

Sensores remotos de humedad: Los sensores de humedad se instalan y monitorizan continuamente el contenido de agua disponible, transmitiendo datos en tiempo real a plataformas que generan recomendaciones de riego automáticas. Esta monitorización elimina la incertidumbre del agricultor sobre cuándo y cuánto regar, optimizando el uso de agua con ahorros de hasta un 40%¹⁰.



El impacto económico es especialmente significativo en zonas con bombeo desde pozos profundos, donde el ahorro energético puede representar la mitad del coste total del riego.

Plataformas digitales y programas de gestión:

Plataformas que integran datos de sensores, meteorología, imágenes satelitales e historial de la explotación, aplicando modelos agronómicos para generar recomendaciones accionables. Su valor principal es sintetizar información compleja en decisiones concretas, reduciendo tratamientos innecesarios al aplicar solo cuando las condiciones realmente lo requieren.

Tecnologías de acción en campo

Las tecnologías de acción en campo permiten aplicar medidas de precisión directamente sobre el terreno, ajustando riegos, fertilización, tratamientos o intervenciones operativas según las necesidades reales del cultivo o del entorno de acuerdo con la información obtenida por las tecnologías de captura y análisis de datos. Entre ellas destacan:

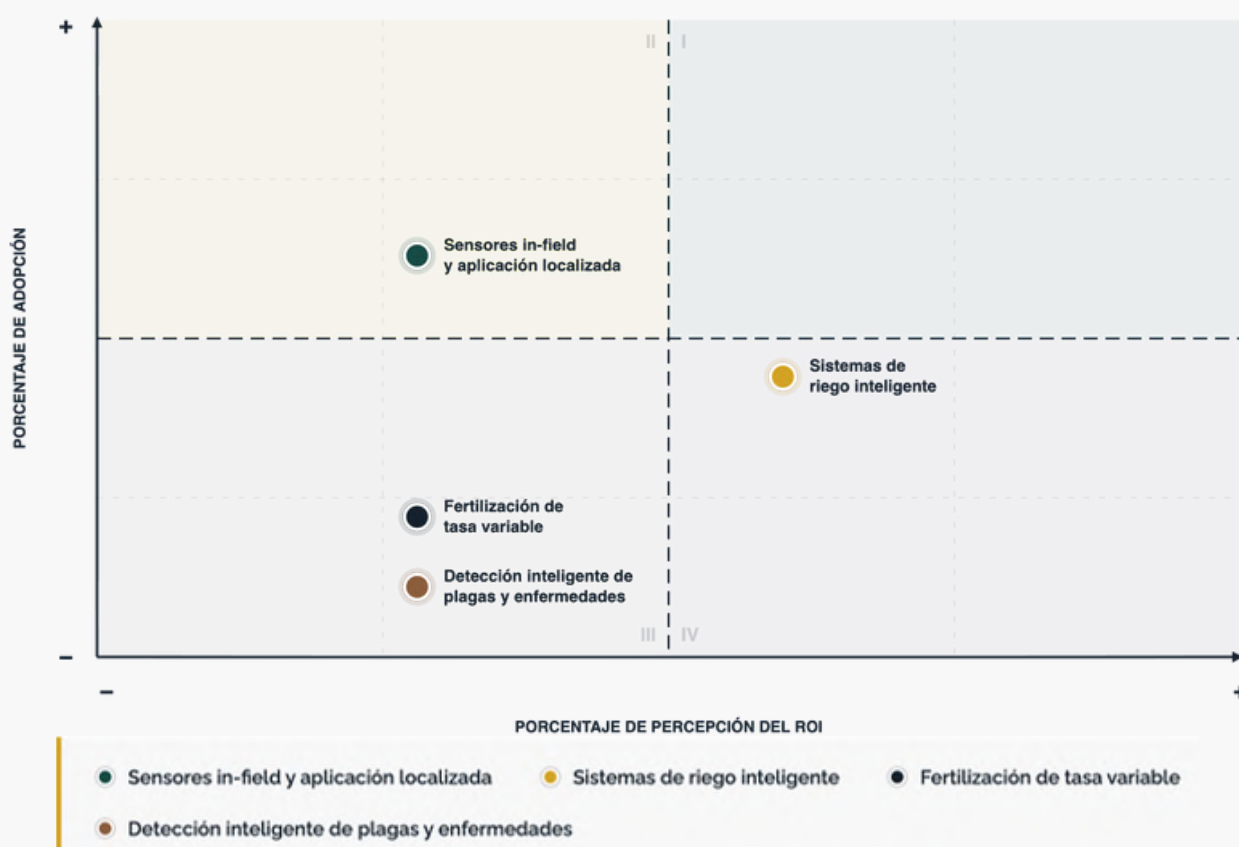
Sistemas de riego inteligente: Los sistemas de riego inteligente combinan sensores de humedad, datos meteorológicos y modelos de evapotranspiración para ajustar automáticamente el riego según las necesidades reales del cultivo. En España, donde el estrés hídrico y los altos costes energéticos son estructurales, esta tecnología ofrece uno de los mayores retornos económicos y ambientales. Permite ahorrar hasta un 50% de agua sin pérdida de rendimiento, reduciendo también el consumo energético del bombeo —que puede representar hasta el 60% del coste del riego— y las emisiones asociadas.

Fertilización de tasa variable: La fertilización de tasa variable ajusta la dosis de nutrientes a la variabilidad del terreno mediante mapas de prescripción basados en análisis de suelo, imágenes de vegetación o históricos de rendimiento. Requiere maquinaria equipada con GPS y sistemas de dosificación variable. Permite reducir el uso total de fertilizantes en 20–40%¹¹, y aumentar la homogeneidad de los rendimientos.

Sensores in-field y aplicación localizada: Los sensores montados en maquinaria (abonadoras, pulverizadores) permiten ajustar automáticamente las dosis de fertilizantes o herbicidas en función de los datos captados durante la aplicación. Los sensores ópticos de vegetación reducen el uso de fertilizantes en torno a un 15%¹², mientras que los sistemas de detección de malas hierbas permiten ahorrar hasta un 50%¹³ de herbicidas aplicando solo en las zonas necesarias. Las principales prácticas de agricultura de precisión presentan niveles desiguales de adopción y percepción de retorno.

Los sistemas de riego inteligente destacan por una percepción de retorno elevada pese a su implantación limitada, lo que señala un claro potencial de escalabilidad. Los sensores in-field y la aplicación localizada consolidan una posición intermedia, mientras que la fertilización de tasa variable y la detección inteligente de plagas muestran un espacio significativo para mejorar su adopción.

Figura 3. Matriz de grado de madurez y percepción de retorno de las principales prácticas de agricultura de precisión



Los porcentajes de adopción de cada práctica se han clasificado en cuatro rangos: 0-25% como nivel incipiente, 25-50% como nivel intermedio, 50-75% como nivel avanzado, y 75-100% como nivel consolidado. La estimación de la percepción del retorno (ROI) se ha elaborado a partir de un análisis de fuentes externas que recogen la percepción de los agricultores adoptantes de las prácticas evaluadas, permitiendo posicionarlas según el valor que reportan quienes ya las aplican.

Fuente: Fuente: elaboración propia Transcendent a partir de Zarco-Tejada et al. (2014), Barnes et al. (2019), Soto Embodas et al. (2019), He (2023), Abbes et al. (2024), Soussi et al. (2024), Su & Singh (2024) y Bremmer et al. (2021).

3.3 Síntesis: complementariedad y sinergias entre ambos caminos

Aunque operan mediante mecanismos distintos, la agricultura regenerativa y las tecnologías de precisión son altamente complementarias: la primera reconstruye la capacidad del sistema para mantener su fertilidad; la segunda optimiza cada intervención para maximizar productividad con mínimos inputs. Su integración genera sinergias que multiplican el impacto: un suelo regenerativo retiene mejor el agua aplicada mediante riego inteligente, las cubiertas vegetales reducen la necesidad de herbicidas que la aplicación localizada minimiza aún más, la siembra directa se beneficia del guiado GPS para sembrar sin preparación previa del suelo, y las rotaciones con leguminosas aportan nitrógeno natural que la fertilización de tasa variable complementa solo donde sea deficiente.

3.4. Barreras comunes para la adopción

Tanto la agricultura regenerativa como las soluciones tecnológicas enfrentan tres barreras estructurales comunes que limitan su expansión en el sector agroalimentario español.

La **inversión inicial** constituye la primera barrera crítica. Tanto la transición regenerativa como la incorporación de tecnologías de precisión exigen desembolsos elevados, con beneficios que se consolidan a partir del cuarto-quinto año. El diferimiento temporal del retorno representa un riesgo financiero considerable para explotaciones con márgenes ajustados, agravado por la ausencia de modelos de financiación flexibles como leasing tecnológico o créditos verdes con carencia.

El **conocimiento técnico** representa la segunda barrera. Los sistemas regenerativos requieren competencias en ecología del suelo y gestión adaptativa; las tecnologías de precisión demandan capacidades en análisis de datos y gestión agronómica digital. En ambos casos, la oferta formativa es limitada y la brecha digital en zonas rurales agrava el problema.

Los **incentivos de mercado** son la tercera barrera. Los instrumentos de apoyo resultan inadecuados: las ayudas se centran en maquinaria física sin contemplar software, asesoramiento o formación. La PAC prevé requisitos más exigentes en sostenibilidad, pero proyecta reducciones presupuestarias del 20% para 2028-2037, generando contradicción entre objetivos y recursos.

Estas barreras explican por qué, pese al potencial técnico y económico documentado, la adopción permanece limitada. Superarlas requiere coordinación entre actores públicos y privados: desarrollo de productos financieros adaptados, inversión en formación y ecosistemas de conocimiento, y rediseño de incentivos que alineen el interés individual del agricultor con los objetivos colectivos de sostenibilidad del sector.



4) EL CASO DE NEGOCIO: IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL

La cuantificación del impacto económico y ambiental de la agricultura regenerativa y de precisión sigue siendo uno de los mayores desafíos para impulsar su adopción a escala. La escasez de datos empíricos robustos limita la capacidad de agricultores y empresas para evaluar el retorno de la inversión.

El impacto varía según tipo de cultivo, zona geográfica y estado de los recursos naturales, lo que hace fundamental un diagnóstico inicial que evalúe el potencial de cada práctica y sus sinergias antes de la adopción.

No obstante, la evidencia disponible confirma que los principios fundamentales —reconstrucción de la salud del suelo, reducción de dependencia de insumos externos, optimización del uso de recursos mediante tecnología— son transferibles entre cultivos y generan resultados comparables en rentabilidad, resiliencia climática y sostenibilidad ambiental.

La integración de prácticas regenerativas y tecnologías de precisión genera mejoras estructurales que van más allá de la reducción puntual de costes. A continuación se presenta un análisis económico detallado utilizando como caso ilustrativo el cereal de secano por su representatividad estadística y su vulnerabilidad estructural.

EL CASO PARA EL MERCADO DE CEREALES EN SECANO

El análisis de viabilidad económica que se presenta a continuación evalúa la integración de agricultura regenerativa y agricultura de precisión en un sistema combinado. Si bien cada enfoque genera beneficios por separado, su aplicación conjunta produce sinergias que potencian los resultados: la agricultura regenerativa reconstruye la salud del suelo y reduce la dependencia de insumos externos, mientras que la agricultura de precisión optimiza cada decisión de manejo mediante datos y tecnología.

El modelo se ilustra con cereales de secano tres razones fundamentales. Primera, su **representatividad**: con más de 5,7 millones de hectáreas, los cereales ocupan en torno a un tercio de la superficie cultivada en España y constituyen el sistema productivo más extendido del paisaje agrario, concentrado mayoritariamente en Castilla y León, Castilla-La Mancha y Aragón¹⁴. Segunda, su **vulnerabilidad estructural**: el modelo convencional presenta márgenes operativos negativos (-46 €/ha antes de ayudas PAC), con una dependencia crítica de subvenciones que la reforma de la PAC pondrá progresivamente en cuestión. Tercera, su **potencial de transformación**: las características del cultivo extensivo de secano —amplias superficies, ciclos anuales, exposición a erosión y sequía— lo convierten en el escenario ideal para demostrar el impacto de las prácticas regenerativas y de precisión.

Sin embargo, **los principios económicos son transferibles a otros sistemas productivos**: olivar, viñedo, frutales, horticolas, pastos y forrajes para ganadería.

Las palancas de valor —reducción de dependencia de insumos externos, mejora de la eficiencia hídrica, estabilización de rendimientos, acceso a mercados diferenciados— operan de forma similar en todos los cultivos, aunque con parámetros específicos de inversión, plazos de transición y magnitud de beneficios que varían según el sistema productivo.

Los resultados que se presentan corresponden al sistema combinado (regenerativo + precisión), que representa el escenario de mayor creación de valor. El modelo financiero se ha construido con parámetros conservadores, validados con datos de proyectos piloto en España y literatura técnica especializada.

La estructura de costes del cereal de secano convencional ilustra esta fragilidad: con un rendimiento medio de 2.700 kg/ha y un precio de venta de 0,22 €/kg, los ingresos alcanzan apenas 594 €/ha, mientras que los costes operativos superan los 640 €/ha. Los fertilizantes, pesticidas y combustible concentran más del 75% del gasto, convirtiendo cualquier volatilidad en estos inputs en una amenaza directa a la viabilidad de la explotación.

Tipologías de explotación analizadas

Para modelizar la viabilidad económica, se han definido tres tipologías representativas del sector cerealista español:



- **Explotación pequeña (40-60 ha):** modelo familiar que minimiza inversión inicial mediante contratación de servicios externos y tecnología digital de bajo coste.
- **Explotación mediana (100-150 ha):** modelo empresarial donde la propiedad de maquinaria resulta más rentable que la externalización.
- **Explotación grande (>350 ha):** estructura profesionalizada con capacidad para sistemas integrados de precisión completos.

Estas tipologías no son categorías rígidas, sino arquetipos que ilustran cómo el modelo de adopción debe adaptarse a la escala y capacidad de inversión de cada explotación. Los parámetros económicos que se presentan a continuación son estimaciones basadas en análisis de mercado, literatura técnica especializada y experiencias piloto documentadas, calibradas para reflejar escenarios conservadores y factibles en el contexto español actual¹⁵.

Inversión inicial y modelos de adopción

La viabilidad económica depende fundamentalmente del **modelo de implementación elegido**, no únicamente del tamaño de la explotación. Las estimaciones se basan en precios de mercado 2024-2025 y experiencias documentadas en proyectos piloto españoles:

- **Explotaciones pequeñas (40-60 ha):** inversión inicial de 6.700 € (168 €/ha), basada en contratación de servicios externos y asesoría técnica, con un OPEX recurrente de 40 €/ha-año.
- **Explotaciones medianas (100-150 ha):** inversión de 45.300 € (378 €/ha), con propiedad de maquinaria, sensores y software de gestión.
- **Explotaciones grandes (>300 ha):** inversión de 120.000 € (342 €/ha), con sistemas integrados completos: maquinaria con dosis variable, red de sensores, software y drones.

Beneficios ambientales del sistema combinado

El sistema combinado genera beneficios ambientales significativos.

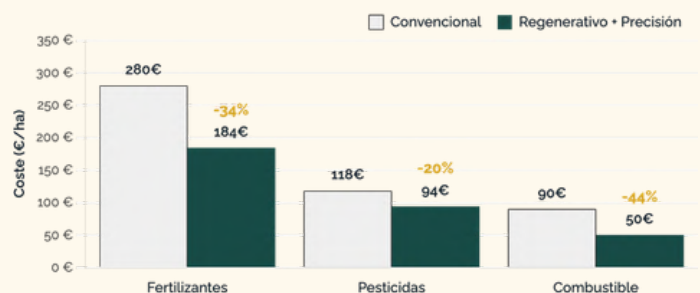
Los suelos regenerativos incrementan su contenido de materia orgánica en 0,5-1,5% durante los primeros 5-7 años, mejorando la retención de agua en un 25% y reduciendo la erosión en 60-90%. Este proceso secuestra entre 0,5-1 tonelada de CO₂ por hectárea anualmente. La reducción en fertilizantes y pesticidas disminuye además las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de insumos.

Evolución de beneficios por fase

El sistema combinado genera beneficios que evolucionan en dos fases diferenciadas. Durante la **fase de transición (años 1-3)**, el balance operativo es negativo debido a los costes de adaptación del sistema. Los ahorros iniciales en combustible y la reducción parcial en fertilizantes y pesticidas se ven compensados por los costes adicionales del nuevo sistema: semillas de cobertura, terminación de cubiertas y asesoramiento técnico. Este deterioro temporal es inherente al proceso de reconstrucción del suelo.

La fase consolidada (año 4 en adelante) es donde se materializa la transformación económica. El sistema optimizado logra reducciones de costes del 30-45% en las tres partidas principales: fertilizantes (-34%), pesticidas (-20%) y combustible (-44%). **El resultado es un margen operativo de +87 €/ha, que representa una mejora de 133 €/ha-año respecto al sistema convencional.**

Figura 4. Reducción de Costes Operativos en Fase Consolidada (Año 4+)



Fuente: Elaboración propia basada en datos de campo de proyectos piloto en España.

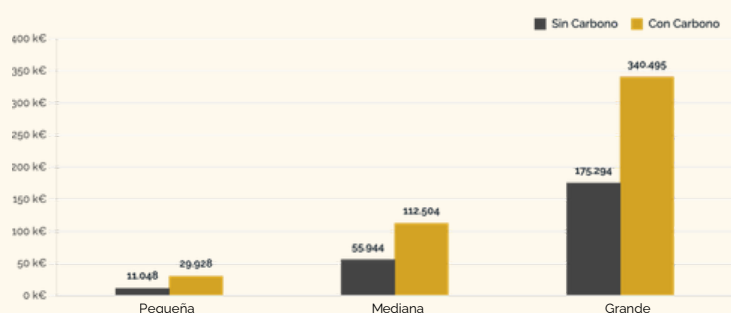
Escenario adicional: monetización de créditos de carbono

Más allá del beneficio operativo, el sistema regenerativo genera un activo adicional que puede transformar la ecuación financiera: el secuestro de carbono en suelo.

El impacto en la viabilidad financiera es significativo: los créditos de carbono reducen el periodo de recuperación de la inversión de 7-8 años a 5 años en todas las tipologías de explotación, y multiplican significativamente el beneficio acumulado a 10 años¹⁶.

Este diferencial convierte a los créditos de carbono en una palanca estratégica, no solo ambiental sino financiera: El carbono puede ser la diferencia entre un proyecto viable y uno atractivo.

Figura 5. Beneficio acumulado a 10 años por tipología



Fuente: Elaboración propia.

Implicaciones para el sector

Con 5,7 millones de hectáreas de cereal en secano en España, la adopción generalizada de sistemas combinados regenerativo-precisión podría transformar estructuralmente la economía del sector. Si el 50% de la superficie adoptara estas prácticas, el beneficio agregado alcanzaría los 379 millones de euros anuales adicionales respecto a la situación actual de pérdidas estructurales¹⁷.

El análisis demuestra que el principal obstáculo para la adopción no es económico sino informativo. Los periodos de recuperación de 7-8 años son estándar para inversiones agrícolas de esta naturaleza, y se reducen a 5 años con la monetización de carbono. Sin embargo, persisten dos percepciones erróneas que frenan la adopción:

“Solo es viable para grandes explotaciones”: El análisis demuestra que las explotaciones pequeñas pueden acceder al sistema mediante modelos de servicios contratados, alcanzando beneficios equivalentes en términos relativos (€/ha).

2. “La transición es demasiado arriesgada”:

Aunque los primeros 3 años implican un coste de transición, este “coste de aprendizaje” se recupera ampliamente en la fase consolidada (+133 €/ha/año de mejora).

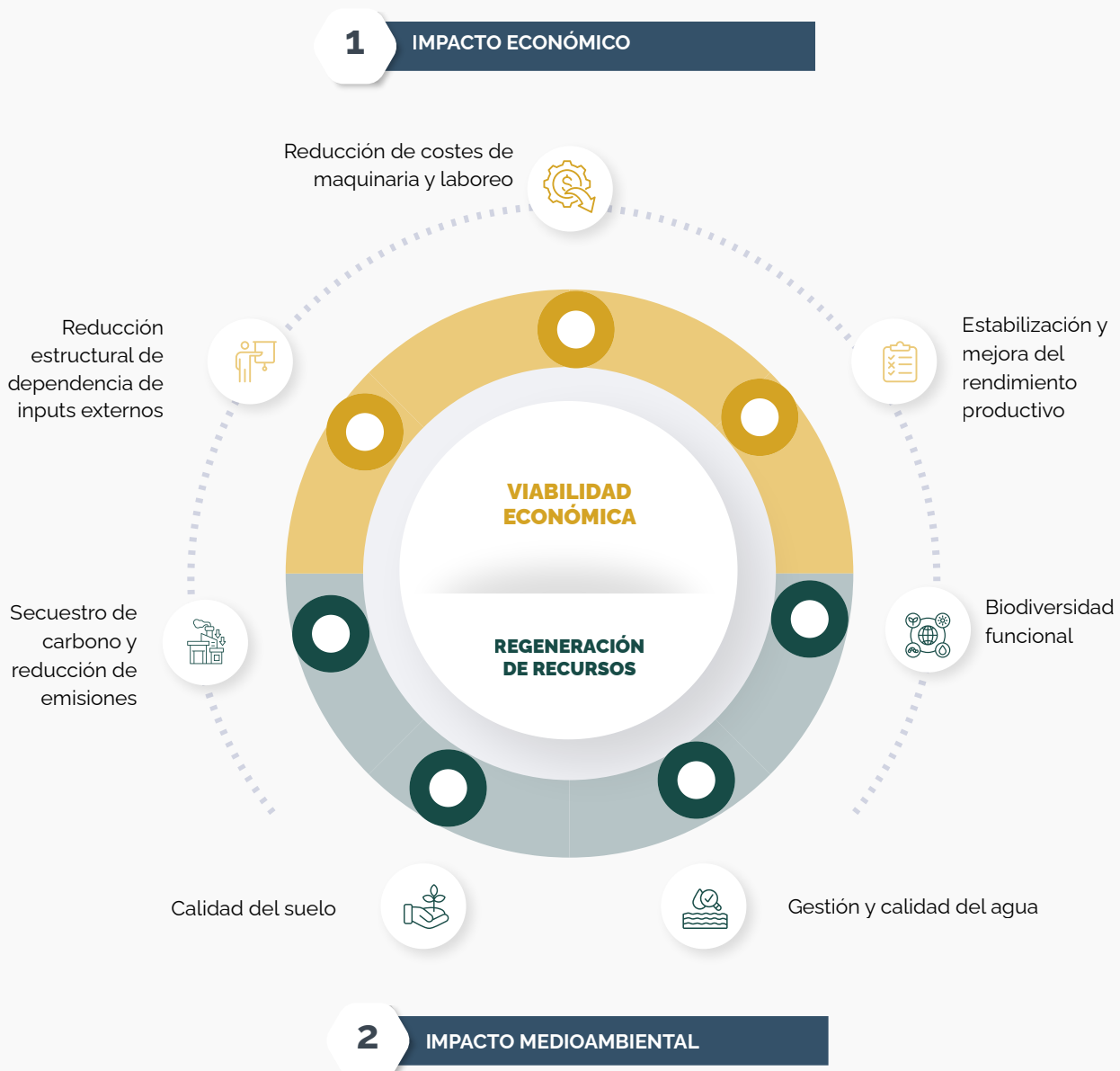
El mensaje clave para el sector es claro:

el sistema convencional ya opera en pérdidas (-46 €/ha). La transición regenerativa no es un lujo sino una necesidad estratégica para garantizar la viabilidad a largo plazo de las explotaciones cerealistas españolas.



Rentabilidad y regeneración no compiten: se alimentan mutuamente. El sistema combinado actúa sobre tres palancas económicas que reconfiguran la estructura de costes desde su raíz, y construye simultáneamente cuatro activos ambientales con valor monetizable creciente. Este doble mecanismo —menos dependencia de inputs volátiles, más capital natural acumulado— es precisamente lo que hace al modelo irreversiblemente superior al convencional.

Figura 6. Impacto económico y ambiental de la agricultura regenerativa y de precisión



Fuente: Elaboración propia.

4.1. Análisis económico: de la transición a la consolidación

En la mayoría de las explotaciones agrícolas, más del 70 % del coste directo se concentra en fertilizantes, fitosanitarios, agua de riego y combustible. Esta estructura de costes hace que el margen dependa en gran medida de la volatilidad de los insumos. La agricultura regenerativa y las tecnologías de precisión actúan sobre estos mismos vectores, pero desde ángulos distintos y complementarios: la primera reconstruye la fertilidad y la estabilidad del sistema, mientras la segunda optimiza cada decisión de manejo. Cuando se aplican conjuntamente, el resultado no es solo una reducción puntual de costes, sino una reconfiguración estructural del modelo económico de la explotación, al actuar sobre los principales vectores de gasto y riesgo¹⁸.

Reducción estructural de dependencia de insumos externos.

La agricultura regenerativa reduce progresivamente **la dependencia de fertilizantes minerales reconstruyendo la fertilidad natural del suelo.** La **agricultura de precisión optimiza la aplicación de los insumos** que aún se requieren, ajustando dosis según la variabilidad real del terreno. La combinación genera un efecto multiplicador: cada kilogramo de fertilizante aplicado en un suelo biológicamente activo genera mayor respuesta productiva y menores pérdidas.

Las magnitudes alcanzables son significativas. Ensayos de fertilización de tasa variable en trigo de invierno muestran reducciones del 25% en la dosis total de fertilizantes NPK con rendimientos estadísticamente equivalentes al manejo convencional y con mejora de la rentabilidad neta por hectárea¹⁹. En sistemas regenerativos consolidados, las reducciones pueden alcanzar hasta el 100% en insecticidas sintéticos.

Un suelo más vivo y bien estructurado permite que la agricultura de precisión funcione mejor, debido a que los sensores identifican diferencias reales de potencial productivo y no simples efectos de degradación local.

Este ahorro tiene implicaciones estratégicas inmediatas para la viabilidad de las explotaciones españolas. En cereales de secano, donde fertilizantes, pesticidas y combustible concentran más del 75% de los costes operativos directos, una reducción del 30-40% en estas partidas transforma estructuralmente el margen operativo. En un contexto de volatilidad creciente de precios de insumos, esta menor dependencia no solo mejora la rentabilidad, sino que reduce significativamente la exposición al riesgo de mercado.

Reducción de costes de maquinaria, combustible y laboreo.

La transición a mínimo laboreo o siembra directa **reduce el número de pasadas de tractor, las horas de trabajo y el consumo de combustible.** Las tecnologías de precisión refuerzan este efecto: el guiado por GPS evita solapes, reduce compactación y permite sembrar sin preparación previa del suelo con precisión milimétrica.

Ensayos en sistemas basados en agricultura de conservación (siembra directa, cubiertas vegetales, rotaciones) en cereales de invierno en Cataluña muestran ahorros en costes de laboreo del orden del 30-50%, ligados principalmente a menos operaciones y menor tiempo de maquinaria²². Estos datos son transferibles a agricultura regenerativa, que incorpora estas mismas prácticas como elementos centrales. La combinación de menos operaciones (regenerativa) y operaciones más precisas (tecnología) sitúa de manera realista los ahorros de combustible y labores en una horquilla del 30-50%, con valores superiores en explotaciones que partían de un uso muy intensivo de la maquinaria.



En el contexto español, donde el precio del gasóleo agrícola ha experimentado incrementos superiores al 60% entre 2020-2023, esta reducción estructural del consumo de combustible genera ahorros inmediatos y protege frente a volatilidad futura.

Los ahorros no se limitan al combustible: la reducción de operaciones disminuye el desgaste de equipos y los costes de mantenimiento, y libera capacidad que permite compartir maquinaria entre explotaciones.

Impacto sobre el rendimiento productivo

La literatura distingue entre la fase de transición y la fase de sistema consolidado en términos de rendimiento. En los primeros 1-4 años de adopción de prácticas regenerativas pueden aparecer pequeñas caídas o mayor variabilidad de rendimiento, sobre todo si el suelo parte de un estado muy degradado y no se acompaña de un asesoramiento técnico adecuado²³. Sin embargo, la agricultura de precisión desempeña un papel decisivo para suavizar esta fase de transición: sensores de suelo ajustan el riego, las plataformas de dosificación variable identifican zonas que aún no han recuperado su fertilidad, y la monitorización continua facilita la detección temprana de problemas.

Los datos medios de España muestran que las diferencias de rendimiento entre siembra directa y siembra convencional en cereales de invierno son muy reducidas, y ensayos de largo plazo muestran incluso mejoras de rendimiento medio del 5-15% bajo mínimo laboreo o siembra directa, asociadas a una mayor acumulación de agua en el perfil del suelo²⁴. Ensayos de fertilización de tasa variable demuestran que la rentabilidad por hectárea puede incrementarse precisamente porque el ahorro en insumos supera el coste de la tecnología, incluso manteniendo rendimientos constantes²⁵.

En sistemas maduros, donde el suelo ha recuperado su estructura y funcionalidad biológica, la combinación regenerativa-precisión genera rendimientos más estables frente a condiciones climáticas adversas. Esta estabilidad es particularmente relevante en el contexto español de creciente variabilidad climática: explotaciones con suelos regenerativos muestran menor pérdida de rendimiento en años de sequía (10-20% menos de pérdida que sistemas convencionales) debido a la mayor capacidad de retención de agua y la mayor resiliencia del sistema radical²⁶.

Los costes de adopción varían según el punto de partida de cada explotación, pero la evidencia disponible indica que la integración de tecnologías de precisión con prácticas regenerativas mejora el balance coste-beneficio mediante ahorros en insumos, ganancias progresivas de eficiencia y mayor estabilidad de los rendimientos.^{27 28} Más que producir incrementos espectaculares del rendimiento, esta combinación produce explotaciones más rentables ajustadas al riesgo, con una menor dependencia de insumos volátiles y una capacidad sistemática de producir más con menos.

4.2. Regeneración de recursos naturales

Desde la perspectiva ambiental, la combinación de agricultura regenerativa y tecnologías de precisión no solo reduce impactos, sino que reconstruye activamente los recursos naturales que sostienen la productividad. Esta regeneración se manifiesta en cuatro dimensiones interdependientes: El secuestro de carbono, la calidad del suelo, la eficiencia hídrica y la biodiversidad funcional.

Secuestro de carbono y reducción de emisiones.

Las prácticas regenerativas transforman el suelo agrícola de fuente neta de emisiones en sumidero climático mediante la acumulación de materia orgánica. La agricultura de precisión refuerza este proceso: la fertilización de tasa variable reduce sobredosis de nitrógeno que en sistemas convencionales generan emisiones elevadas de N₂O, un gas con potencial de calentamiento 265 veces superior al CO₂.

La iniciativa internacional "4 por 1000", impulsada por Francia en la COP21 y respaldada por instituciones como INRAE, FAO y la Comisión Europea, establece como objetivo incrementar las reservas de carbono del suelo un 0,4% anual para compensar una parte significativa del aumento anual de CO₂ en la atmósfera³⁰.

En entornos mediterráneos como los españoles, donde los suelos suelen tener bajos contenidos de materia orgánica debido a décadas de laboreo intensivo y erosión, los análisis estiman que alcanzar ese objetivo implicaría un incremento aproximado de 0,24-0,30 toneladas de carbono por hectárea y año³¹.

Los sistemas regenerativos bien consolidados tienden a situarse por encima de ese intervalo, demostrando que pueden invertir la tendencia histórica de pérdida de carbono y transformar el suelo en un auténtico sumidero climático.

Estudios del IFAPA y datos de la Asociación Española de Agricultura de Conservación documentan tasas de secuestro de carbono de 2,0-2,5 tCO₂/ha·año en sistemas con cubiertas vegetales y siembra directa consolidados³². Este diferencial posiciona a las explotaciones que incorporan estas prácticas con la oportunidad para capturar valor en mercados voluntarios de carbono. Considerando tasas de secuestro de 2,0-2,5 tCO₂/ha·año durante la fase de acumulación activa (primeros 5-10 años en suelos degradados), el valor potencial del carbono capturado durante esta fase oscila entre 40-75 €/ha·año (usando precio medio de 20-30 €/tCO₂).

El resultado es un doble dividendo climático: menos emisiones y más carbono retenido en el sistema. Este valor representa una oportunidad de monetización adicional a los beneficios operativos, condicionada a la certificación verificable y al acceso a mercados de carbono, que puede ser la diferencia entre un proyecto viable y uno atractivo desde la perspectiva financiera.

Mejora de la calidad del suelo.

Los sistemas regenerativos incrementan la materia orgánica del suelo en 0,5-1,5 puntos porcentuales durante los primeros 5-7 años, ofreciendo una transformación en la estructura y funcionalidad del suelo con múltiples consecuencias operativas³³. La agricultura de precisión protege estos avances: los sensores de humedad ajustan el riego, y los mapas de variabilidad aplican fertilizantes solo donde son necesarios, evitando salinización y degradación. El resultado es un círculo virtuoso con implicaciones directas críticas:

En primer lugar, mejora la capacidad de retención de nutrientes en un 25%, traduciendo en mayor eficiencia del uso de fertilizantes³⁴.

En segundo lugar, reduce la erosión del suelo en >80% frente a sistemas con laboreo intensivo³⁵. España pierde 1.200 millones de toneladas de suelo fértil anualmente por erosión, con costes asociados estimados en 1.000-3.000 millones de euros³⁶. La cobertura vegetal y la siembra directa eliminan prácticamente la erosión hídrica y eólica, conservando el capital del suelo que constituye la base física de la producción agrícola.

En explotaciones españolas que han adoptado agricultura de conservación durante más de 10 años, los análisis muestran incrementos medios de materia orgánica de 0,8-1,2 puntos porcentuales, con mejoras asociadas en capacidad de retención de agua del 20-30% y reducciones de erosión superiores al 80% según datos de la Asociación Española de Agricultura de Conservación³⁸. Estos cambios no son cosméticos: representan la reconstrucción del capital natural sobre el que se asienta la productividad agrícola a largo plazo.



Gestión y calidad del agua.

La mayor capacidad de retención de agua en suelos regenerativos se combina con tecnologías de riego de precisión que ajustan los volúmenes a las necesidades reales del cultivo, eliminando aplicaciones excesivas. En cítricos y hortalizas, los ensayos muestran que la programación basada en sensores de humedad **permite reducir entre un 15 y un 30% el agua utilizada sin pérdida de rendimiento**³⁹.

En un país donde más del 70% del agua dulce se destina a agricultura y el 20% de las masas de agua subterránea están sobreexplotadas, esta mejora en eficiencia hídrica tiene implicaciones estratégicas inmediatas⁴⁰. Primera: reduce la vulnerabilidad operativa a restricciones hídricas crecientes, permitiendo a las explotaciones mantener producción en años de sequía. Segunda: disminuye los costes energéticos de bombeo —el gasto energético del sector agrícola español destinado a extracción de agua subterránea supera los 500 millones de euros anuales⁴¹—, ya que menor volumen de agua significa menor consumo eléctrico. Tercera: mejora el cumplimiento de normativa europea sobre estado ecológico de masas de agua, reduciendo el riesgo de sanciones.

Adicionalmente, **la reducción de fertilizantes y pesticidas mediante sistemas combinados disminuye la contaminación difusa de acuíferos por nitratos y fitosanitarios**. España enfrenta diferentes procedimientos de infracción de la UE por contaminación de aguas por nitratos⁴². Las prácticas regenerativas reducen las aplicaciones de nitrógeno, mientras que la agricultura de precisión ajusta las dosis para minimizar excedentes que terminan en acuíferos.

Estudios en cuencas agrícolas españolas muestran reducciones de concentración de nitratos en agua subterránea del 30-50% en áreas donde se ha adoptado agricultura de conservación y fertilización de precisión durante más de 5 años⁴³.

"La combinación de menor extracción de agua, mayor eficiencia de uso y menor contaminación química posiciona a las explotaciones con sistemas regenerativos-precisión como parte de la solución al estrés hídrico estructural que enfrenta España, en lugar de ser parte del problema".

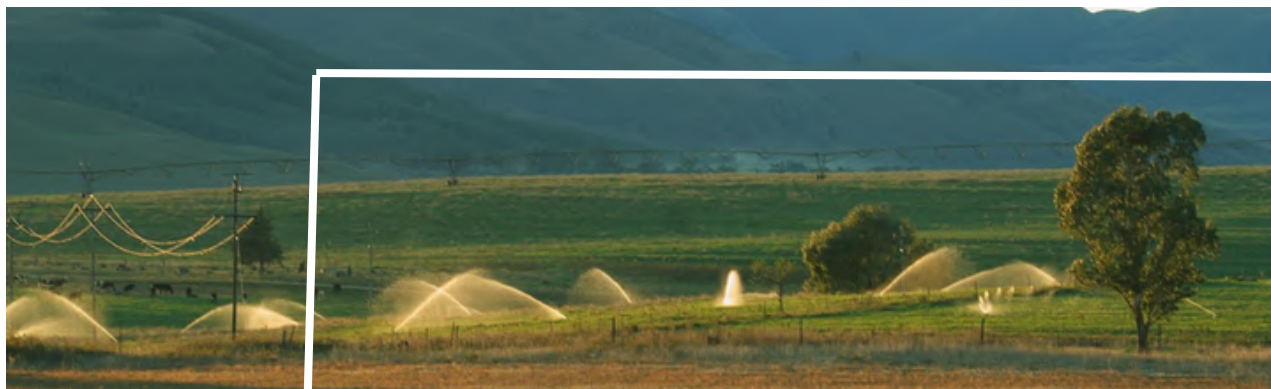
Este cambio de posicionamiento tiene valor estratégico creciente en un contexto de endurecimiento normativo y restricciones físicas al acceso hídrico.

Biodiversidad funcional: Servicios ecosistémicos como activos productivos.

Las prácticas regenerativas incrementan las poblaciones de polinizadores, fauna auxiliar y microorganismos beneficiosos. Las tecnologías de precisión refuerzan este efecto al limitar la aplicación de pesticidas solo donde son necesarios, minimizando el impacto sobre organismos no objetivo.

Los polinizadores son responsables del 35% de la producción agrícola global según la FAO (75% en frutales y hortalizas)⁴⁴.

España ha experimentado declives del 40% en poblaciones de abejas silvestres en las últimas décadas, con impactos documentados en rendimiento de cultivos dependientes de polinización⁴⁵. Las cubiertas vegetales floridas proporcionan recursos alimenticios y refugio para polinizadores durante todo el año, estabilizando sus poblaciones. Estudios muestran incrementos de rendimiento del 10-25% en parcelas con manejo regenerativo respecto a convencionales de la misma zona, atribuibles directamente a mayor abundancia y eficiencia de polinizadores⁴⁶.



La fauna auxiliar de la zona de cultivo proporciona control biológico de plagas reduciendo la necesidad de aplicaciones de insecticidas. En cultivos hortícolas con cubiertas vegetales y márgenes de flores, la presencia de fauna auxiliar es 3-5 veces superior que, en sistemas convencionales, con reducciones documentadas del 40-60% en aplicaciones de insecticidas sin incremento de daños por plagas⁴⁷. La agricultura de precisión potencia este control biológico: trampas de feromonas conectadas y análisis de imágenes detectan focos de plaga cuando aún son pequeños, permitiendo tratar solo esas zonas y preservar las poblaciones de auxiliares en el resto de la parcela.

En conjunto, estos cuatro elementos ambientales no solo contribuyen a la sostenibilidad ecológica del modelo productivo, sino que generan valor económico directo: el carbono secuestrado es monetizable, la mejora del suelo reduce costes de reposición de fertilidad, la eficiencia hídrica disminuye gastos energéticos y vulnerabilidad a restricciones, y la biodiversidad funcional sustituye insumos externos por servicios ecosistémicos gratuitos. La regeneración de recursos naturales no es un coste ni una externalidad, sino una inversión en los activos biológicos que sostienen la productividad a largo plazo.



4.3. El camino adelante: De los datos a la decisión estratégica

El análisis presentado no pretende ofrecer certezas absolutas sino un marco de referencia riguroso. Los datos convergen en tres conclusiones estratégicas:



1. El modelo convencional no es económicamente sostenible.

Con márgenes operativos negativos, el sistema tradicional representa una trayectoria de erosión patrimonial programada. Mantener el statu quo no es conservar estabilidad sino gestionar un declive inevitable, frecuentemente invisibilizado por subsidios.



2. Los sistemas alternativos generan ventajas económicas crecientes.

El sistema combinado alcanza márgenes positivos a partir del 4º año. La transición no es un acto de responsabilidad ambiental que sacrifica rentabilidad sino una decisión de optimización económica que además genera valor ambiental.



3. El valor ambiental constituye un activo estratégico creciente.

El secuestro de carbono, la eficiencia hídrica, la mejora del suelo y la biodiversidad funcional son vectores de creación de valor con monetización creciente.

El desafío ya no es demostrar que la transición es viable sino comprender que el modelo convencional no lo es.

Esta transición, sin embargo, no ocurrirá espontáneamente. Requiere tres condiciones habilitadoras: datos empíricos a escala comercial, mecanismos financieros que reduzcan las barreras de inversión inicial, y ecosistemas de conocimiento que aceleren la curva de aprendizaje del sector.

5) CALL TO ACTION: OPORTUNIDAD DE INVERSIÓN POR ACTOR

El análisis precedente ha establecido que el modelo convencional es insostenible, que existen soluciones maduras capaces de generar valor económico y ambiental, y que su adopción permanece limitada por barreras que ningún actor individual puede superar aisladamente.

Romper este círculo requiere movilización coordinada. Esta sección articula la propuesta de valor para tres categorías de actores críticos —instituciones financieras, empresas de consumo y gestoras de capital— qué oportunidad existe, qué ganan invirtiendo en esta transformación y cómo pueden participar.

5.1 Instituciones financieras y banca: financiar la transición como nuevo vector de negocio

La oportunidad: un mercado emergente de alto potencial

España cuenta con 25 millones de hectáreas de superficie agraria, de las cuales apenas el 5% aplica prácticas regenerativas de forma sistemática. Asumiendo que el 30% adoptara sistemas integrados en los próximos 10 años —objetivo alineado con el Pacto Verde Europeo—, con inversiones de 300-500 €/ha, el volumen total de financiación necesario oscilaría entre 2.250 y 3.750 millones de euros.

Este mercado emergente de financiación sostenible agraria presenta características atractivas desde la perspectiva bancaria: demanda latente significativa y estructural, respaldada por drivers regulatorios sólidos (PAC, Farm to Fork); clientes con activos tangibles que proporcionan garantías; retornos de inversión demostrables en horizontes de 6-8 años que permiten estructurar productos de crédito viables; y creciente presión regulatoria sobre las propias instituciones financieras para canalizar capital hacia la transición verde, creando tanto oportunidades de negocio como imperativos de cumplimiento.

Qué ganan los bancos invirtiendo en esta transformación

El valor para las instituciones financieras opera en tres dimensiones complementarias.

Primero: un nuevo segmento de negocio con demanda estructural creciente.

La financiación verde agraria constituye un segmento de mercado emergente con características atractivas para la banca, en un contexto en el que el mercado global de préstamos sostenibles alcanzó aproximadamente 907 mil millones de euros en 2024, con un crecimiento interanual de 17%⁴⁸. A diferencia de otros nichos de financiación sostenible, combina demanda estructural con clientes que disponen de activos tangibles como garantía. El agricultor que invierte en transición regenerativa no busca financiación puntual: necesita acompañamiento financiero durante 6-8 años, generando una relación de largo plazo con ingresos recurrentes por múltiples productos (crédito campaña, anticipos PAC, seguros, medios de pago).

A esto se suma el acceso a líneas europeas en condiciones preferentes: el Banco Europeo de Inversiones ha anunciado un paquete de 3.000 millones de euros para agricultura y bioeconomía que movilizará 8.400 millones adicionales, incluyendo esquemas de garantía que reducen el riesgo para los bancos participantes.

Segundo: cumplimiento regulatorio y mejora del Green Asset Ratio

Desde enero de 2024, las entidades financieras deben reportar su Green Asset Ratio (GAR) conforme al Artículo 8 del Reglamento de Taxonomía. El GAR medio de los bancos europeos está entre un 2-4%, lo que evidencia el enorme camino por recorrer. Los bancos con carteras agrarias convencionales enfrentan un doble problema: exposición a riesgo climático no mitigado y baja contribución a objetivos de taxonomía.

Financiar agricultura regenerativa y de precisión permite:

- **Incrementar el numerador del GAR:** operaciones alineadas con taxonomía verde
- **Reducir exposición a riesgo de transición:** menor dependencia de sectores intensivos en emisiones
- **Anticipar requisitos SFDR:** productos financieros clasificables como Artículo 8 o 9
- **Mejorar ratings ESG corporativos:** atracción de inversores institucionales sensibles a sostenibilidad



Tercero: reducción del riesgo crediticio en un contexto de volatilidad climática creciente.

Esta dimensión resulta la más relevante desde la perspectiva de gestión de riesgos, aunque sigue siendo la menos comprendida por los comités de crédito tradicionales. Los datos confirman su gravedad: la sequía de 2023 causó pérdidas económicas de 5.550 millones de euros en España. Estos impactos no son aislados, ya que el 42% de las operaciones comerciales agrarias registró morosidad en 2024, mientras que el 44% de las empresas del sector anticipa más impagos en los próximos 12 meses.

Las explotaciones regenerativas presentan mayor resiliencia ante eventos climáticos extremos por su capacidad de retención hídrica mejorada, menor dependencia de inputs con precios volátiles, y mayor estabilidad de ingresos. En sequías moderadas, mantienen el 70-85% de sus rendimientos habituales, frente al 40-60% de suelos degradados, con menor dependencia de insumos volátiles como fertilizantes o pesticidas⁴⁹. Además, diversifican ingresos mediante créditos de carbono y primas de mercado.

Cómo pueden participar: productos y modelos de financiación

La participación efectiva de las instituciones financieras no empieza por el producto sino por el diagnóstico. Antes de diseñar instrumentos de financiación, los bancos con exposición al sector agrario necesitan entender qué parte de su cartera está en riesgo y en qué medida. A partir de ahí, se puede construir una estrategia de transformación coherente que combine acompañamiento a clientes y productos financieros adaptados.

El punto de partida es un diagnóstico de cartera y mapeo de riesgos físicos climáticos y de naturaleza. El análisis cruza cada operación con los riesgos físicos a los que está expuesta: sequías, inundaciones, degradación de suelo, estrés hídrico y pérdida de biodiversidad funcional.

Este ejercicio permite responder preguntas concretas: ¿qué porcentaje de la cartera está concentrado en zonas con riesgo hídrico crítico? ¿Cuántas operaciones dependen de cultivos con alta exposición a restricciones regulatorias inminentes por uso de fitosanitarios?

"El 42% de las operaciones comerciales agrarias registró morosidad en 2024, mientras que el 44% de las empresas del sector anticipa más impagos en los próximos 12 meses."

Este análisis transforma el riesgo climático — habitualmente tratado como un factor difuso— en un riesgo crediticio concreto y gestionable, con implicaciones directas sobre provisiones, pricing y política de admisión.

Con el mapa de riesgos en la mano, la entidad puede diseñar un plan de transformación de su cartera agraria. La segmentación de clientes según perfil de riesgo y potencial de adopción permite identificar a los agricultores estratégicos —aquellos con mayor volumen, mayor riesgo o mayor capacidad de transición— y proponerles un programa de acompañamiento técnico-financiero con objetivos cuantificables a 3-5 años: reducción de dependencia de insumos, incremento de materia orgánica, mejora de eficiencia hídrica.

En paralelo, la entidad revisa sus criterios internos de riesgo para incorporar variables de resiliencia climática en los modelos de scoring, de modo que las nuevas operaciones ya reflejen el riesgo real del solicitante. No se trata de desinvertir en el sector sino de acompañar activamente el cambio de modelo, convirtiendo un riesgo de cartera en una oportunidad de negocio a largo plazo.

Los préstamos con carencia alineada constituyen la herramienta fundamental para financiar la transición, que requiere inversión inicial significativa con retornos que se consolidan a partir del cuarto o quinto año. Los periodos de carencia de 3-5 años permiten atravesar la fase de adaptación antes de comenzar amortizaciones, con tipos bonificables para operaciones que cumplan criterios verificables de sostenibilidad.

La financiación colectiva a cooperativas multiplica el impacto y distribuye el riesgo. Un préstamo a una cooperativa de 50-100 agricultores permite adquirir maquinaria compartida, negociar condiciones ventajosas en inputs y reducir la exposición individual de cada operación.

Los productos vinculados a sostenibilidad (sustainability-linked loans) completan el arsenal, ajustando condiciones —tipo de interés, plazo, comisiones— en función del cumplimiento de objetivos ambientales verificables.

5.2 Empresas de consumo y retail: seguridad de suministro y diferenciación de marca

La oportunidad: de riesgo de cadena a ventaja competitiva

Las empresas de consumo y retail que operan en el sector alimentario —desde industria transformadora (lácteos, cárnicos, procesados vegetales) hasta cadenas de supermercados y restauración— enfrentan múltiples presiones crecientes. Por un lado, **el 66% de españoles están extremadamente preocupados por pesticidas en alimentos**⁵⁰ y dos de cada tres hogares compraron productos ecológicos durante 2024, evidenciando una clara orientación hacia consumo más consciente y sostenible⁵¹.

Por otra parte, el marco regulatorio europeo exige crecientemente medir y reportar el impacto ambiental de toda la cadena de valor, incluidas las emisiones de alcance 3 de proveedores agrícolas, que para empresas alimentarias representan el 70-90% de su huella total. La presión avanza hacia la medición del Product Carbon Footprint (PCF) por producto específico, cada vez más demandado por grandes compradores e inversores.

Simultáneamente, **proveedores agrícolas en zonas de alta degradación o estrés hídrico presentan vulnerabilidad creciente ante eventos climáticos extremos**, con disrupciones que generan costes de sustitución y pérdida de cuota de mercado ante competidores con resilientes.

En España, la sequía de 2023 generó pérdidas económicas de 5.550 millones de euros, con reducciones de producción de hasta 50% en sectores clave como olivar y cereal.

Esta exposición a riesgo climático indirecto rara vez se cuantifica adecuadamente en análisis de riesgos corporativos, pero sus consecuencias pueden ser severas.

Qué ganan las empresas impulsando proveedores sostenibles

El valor se materializa en tres vectores complementarios.

Primero, seguridad y resiliencia de suministro.

Proveedores que adoptan prácticas regenerativas desarrollan sistemas productivos más resilientes ante perturbaciones climáticas. Estudios del Instituto Rodale con 40 años de datos demuestran que, en años de sequía moderada, las explotaciones regenerativas mantienen gran parte del rendimiento frente de sistemas degradados convencionales cuya caída del rendimiento es mucho mayor, gracias a mayor retención de agua y mejor salud del suelo (*Ver apartado 4.1*)⁵². Esta estabilidad se traduce en mayor predictibilidad de volumen, calidad y coste de aprovisionamiento.

Segundo, diferenciación de marca y acceso a segmentos premium.

Productos con atributos verificables de sostenibilidad acceden a canales de comercialización premium y justifican sobreprecio. Las preocupaciones de los consumidores europeos sobre seguridad alimentaria refuerzan este posicionamiento: el 39% considera los residuos de pesticidas su principal preocupación alimentaria, seguido de residuos de antibióticos y hormonas en carne (36%) y microplásticos (33%), según el Eurobarómetro 2025 sobre seguridad alimentaria⁵³. Las prácticas regenerativas —que reducen drásticamente el uso de pesticidas y antibióticos— responden directamente a estas preocupaciones, permitiendo a las empresas comunicar atributos diferenciadores verificables. En un mercado con márgenes comprimidos y competencia feroz —especialmente de marcas de distribuidor (MDD) que representan más del 40% de cuota en retail alimentario español— y consumidores cada vez más sensibles a precio, esta diferenciación proporciona ventaja competitiva tangible.

Tercero, cumplimiento regulatorio y mejora de ratings ESG.

La presión de reportar emisiones Scope 3 coloca a las empresas ante la necesidad de conocer, cuantificar y, crecientemente, reducir las emisiones asociadas a sus proveedores. Programas de acompañamiento a proveedores en transición regenerativa generan reducciones verificables de emisiones que mejoran directamente el perfil corporativo y el posicionamiento en ratings ESG.

Cómo pueden participar: modelos de acompañamiento a proveedores y producción propia⁵⁴

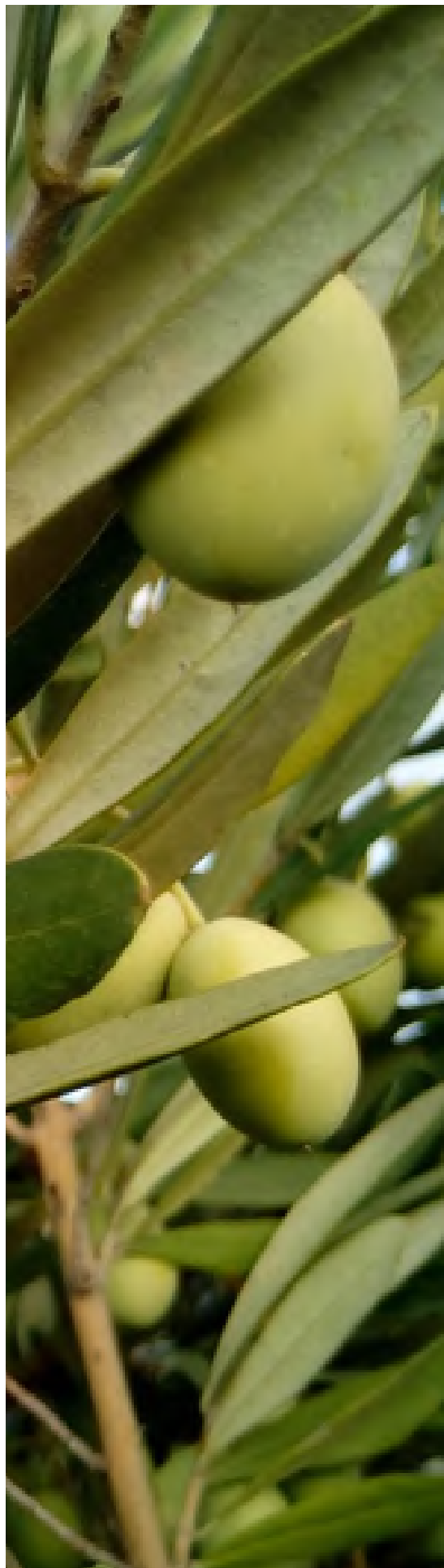
Para las empresas de consumo y retail, el punto de partida es operativo: **¿qué pasaría si el 30% del volumen de un ingrediente clave desapareciera en un año de sequía extrema?** Esa pregunta, que hasta hace poco parecía hipotética, es hoy una variable de planificación real.

El primer paso es traducirla en datos concretos: **qué proveedores concentran el mayor volumen, en qué zonas operan, qué cultivos suministran y cuál es su exposición real a eventos climáticos.**

La participación efectiva requiere **diseñar programas estructurados de acompañamiento** que combinen incentivos económicos, soporte técnico y compromiso de largo plazo, tanto en cadenas de suministro con proveedores independientes como en modelos de producción propia o integración vertical.

Los programas de transición co-diseñados establecen relaciones de партнериo de largo plazo que van más allá de la transacción tradicional. La empresa identifica a sus proveedores estratégicos —típicamente el 20% que representa el 60-80% del volumen— o, en el caso de grupos de integración vertical, sus propias explotaciones clave, ...y propone co-diseñar un plan de transición a 5 años que especifica prácticas concretas a adoptar, objetivos cuantitativos a alcanzar e inversiones necesarias, ya sea por parte de proveedores estratégicos o en explotaciones propias en modelos de integración vertical. El plan incorpora compromisos claros de la empresa tractora: en cadenas con terceros, mediante volumen mínimo garantizado, primas de precio, posible co-financiación y acceso a asesoramiento técnico; en producción propia, mediante asignación de capital, acompañamiento técnico y un horizonte estable para capturar retornos operativos y de resiliencia.

El pago de prima diferencial por sostenibilidad certificada crea un incentivo económico directo y gradual. La empresa establece un esquema de precios en diferentes niveles, desde el precio base para producción convencional hasta primas crecientes asociadas a la implementación completa de sistemas regenerativos certificados por tercera parte.



5.3 Gestoras de capital y private equity: valor en participadas y diferenciación ESG

La oportunidad: proteger valor y crear upside en portfolio companies

Las gestoras con participadas en el sector agroalimentario tienen ante sí una oportunidad de creación de valor que pocos competidores están capturando. La transformación hacia modelos regenerativos y de precisión actúa simultáneamente sobre tres palancas que determinan la valoración en exit: mejora estructural de EBITDA, reducción de riesgos que afectan a la predictibilidad de cash flows, y posicionamiento ESG que impacta directamente en el múltiplo.

Qué ganan las gestoras impulsando esta transformación

El valor se materializa en tres dimensiones tangibles que impactan directamente en el retorno de las inversiones.

En primer lugar, creación de valor mediante mejora estructural de EBITDA. Como se ha explicado anteriormente, la transformación regenerativa actúa sobre las principales palancas de margen operativo del sector agroalimentario: reducción de insumos y costes de laboreo, y estabilización de los rendimientos

En conjunto, estas palancas pueden traducirse en mejora de EBITDA margin de 5-10 puntos porcentuales según tipo de explotación, debido a la alta proporción de costes variables en la estructura de costes agrícola (típicamente 60-70% del coste total).

Segundo, protección de valor mediante reducción de volatilidad. Las participadas del sector agroalimentario enfrentan riesgos que se están materializando aceleradamente. **Riesgo físico climático:** las pérdidas pueden alcanzar el 30-50% de cosechas en años extremos. Las explotaciones regenerativas mantienen el 70-85% de sus rendimientos en años de sequía moderada frente al 40-60% en suelos degradados, con menor exposición a volatilidad de precios de insumos y diversificación de ingresos vía créditos de carbono y primas de mercado. **Riesgo regulatorio:** restricciones crecientes sobre fertilizantes nitrogenados y fitosanitarios (Farm to Fork busca reducción del 50% para 2030). Las empresas que anticipan estos cambios evitan costes de adaptación reactiva y potenciales sanciones.

Tercero, posicionamiento ESG que mejora el múltiplo de exit. El impacto de ESG en valoración ha dejado de ser teórico. Los Limited Partners demandan cada vez más evidencia cuantificable del impacto de las inversiones, y los fondos que pueden demostrar creación de valor sostenible acceden a mejores condiciones en fundraising. Para participadas agroalimentarias, esto se traduce en métricas concretas que construyen la narrativa de exit: toneladas de CO₂ secuestradas o evitadas, incremento documentado de materia orgánica del suelo, reducción verificable de uso de agua y químicos, certificaciones reconocidas por el mercado.

Este análisis permite identificar riesgos ocultos (suelos severamente degradados que comprometen productividad futura, exposición alta a restricciones regulatorias inminentes) que comprometen viabilidad futura y oportunidades de mejora de EBITDA que otros compradores pueden no valorar (potencial de mejora de EBITDA mediante eficiencia operativa, acceso a mercados premium).

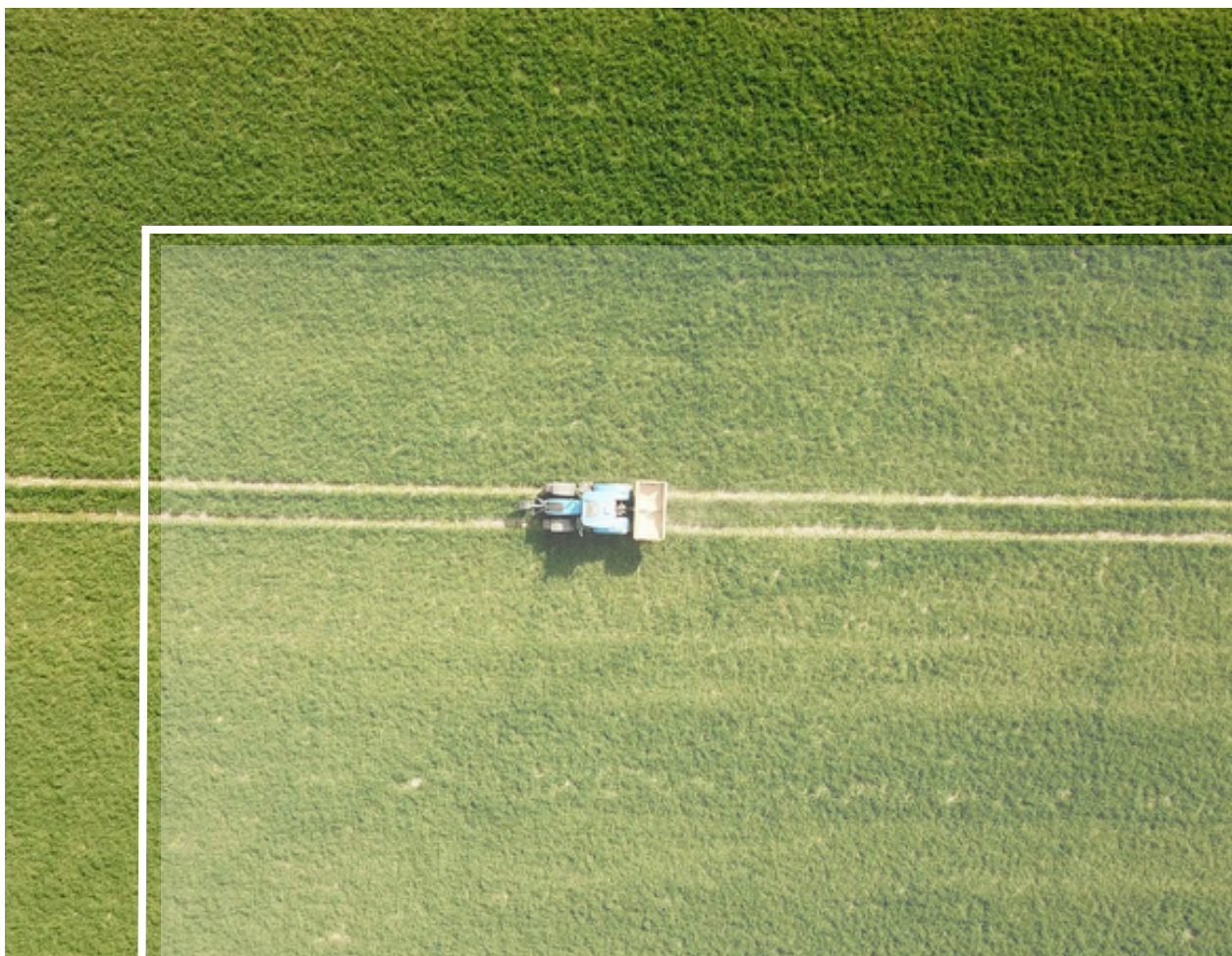
Durante los primeros 12 meses post-adquisición, implementar un diagnóstico profundo y plan de transformación estructurado. Esto incluye auditoría completa de operaciones (análisis de suelo, cuantificación de uso de inputs, etc.), diseño de plan de transición a 5 años con roadmap específico (qué prácticas adoptar, en qué secuencia, en qué porcentaje de superficie), establecimiento de pilotos en 10-20% de superficie para validar el modelo antes de escalar, definición de KPIs específicos vinculados a objetivos de management, y asignación de presupuesto capex dedicado para la transición. Los pilotos son críticos: permiten demostrar viabilidad técnica y económica en condiciones reales antes de comprometer inversiones mayores, reduciendo el riesgo de implementación masiva sin validación.

Durante los años 2-5 de tenencia, escalar progresivamente según resultados de pilotos, monitorizando rigurosamente impacto. La expansión debe ser gradual y basada en evidencia. Esta progresión minimiza riesgo de disrupciones operativas y permite ajustes técnicos iterativos. El seguimiento riguroso mediante métricas cuantificables —evolución de costes variables por hectárea, rendimientos, contenido de materia orgánica del suelo, tCO₂ secuestradas— proporciona evidencia para reporting construyendo progresivamente la narrativa de creación de valor que sustentará la valoración en el momento de exit.

Para las gestoras, la implicación es clara: el valor de la transformación regenerativa se crea durante el periodo de tenencia, pero se captura en el exit. Cada año de retraso en iniciar la transición es un año menos de track record demostrable, un año menos de mejora de suelos acumulada, y un año menos de métricas ESG verificables para presentar a compradores

Las gestoras que integren esta transformación en su tesis de inversión hoy construirán activos diferenciados; las que esperen venderán commodities en un mercado que premia la diferenciación.





CONCLUSIÓN

El sector agroalimentario español se encuentra en un momento de inflexión. La confluencia de presiones regulatorias, riesgos climáticos y de naturaleza materializándose aceleradamente y márgenes estructuralmente comprimidos ha creado las condiciones para una transformación sistémica del modelo productivo. Lo notable es la convergencia temporal de tres factores críticos: existe un diagnóstico compartido sobre la insostenibilidad del status que, existen soluciones técnicamente maduras y económicamente viables —agricultura regenerativa y tecnologías de precisión—, y los actores que pueden movilizar capital y conocimiento comienzan a reconocer los incentivos que justifican su participación.

Sin embargo, esta convergencia no garantiza que la transformación ocurra con la velocidad necesaria.

Las barreras estructurales —inversión inicial elevada, brecha de conocimiento, incentivos limitados— requieren coordinación deliberada entre actores y mecanismos que alineen incentivos privados con objetivos colectivos. Existe un período crítico de 3-5 años durante el cual los actores que lideren la adopción capturarán ventajas competitivas estructurales: agricultores con sistemas consolidados generando beneficios plenos, bancos captando un mercado emergente, gestoras obteniendo múltiplos superiores, y empresas de consumo posicionadas en mercados premium con cadenas resilientes.

Retrasar la acción esperando mayor claridad acumula riesgos. Cada año de retraso es un año adicional de degradación de suelos y ventaja competitiva cedida.

La incertidumbre sobre retornos específicos es real y debe gestionarse mediante pilotos y progresión gradual, pero la certeza sobre la insostenibilidad del modelo actual es suficiente para justificar acción inmediata.

Este informe ha articulado el caso de negocio económico y ambiental, cuantificado beneficios esperables e identificado barreras estructurales. Los números son tangibles: mejoras en eficiencia operativa, reducción de riesgos climáticos, cumplimiento regulatorio anticipado y acceso a mercados premium.

El momento de actuar es ahora. La convergencia de crisis y oportunidad que caracteriza este momento histórico no se repetirá. Los actores que muevan primero, con decisión, pero también con rigor, construirán las bases de un sector agroalimentario español más resiliente, más competitivo y más sostenible para las próximas décadas.

"Cada año de retraso es un año adicional de degradación de suelos y ventaja competitiva cedida."

Los que esperen, enfrentarán un futuro de adaptación reactiva, pérdida de ventajas competitivas y erosión progresiva de viabilidad económica ante presiones que solo se intensificarán.

La transformación del sector agroalimentario español hacia modelos regenerativos y de precisión no es inevitable, pero sí es posible. Hacerla realidad depende de las decisiones de inversión, compromiso y liderazgo que se tomen en los próximos meses y años. Este informe ha buscado proporcionar la evidencia, los argumentos y las propuestas concretas para facilitar esas decisiones. El resto depende de la audacia, la visión y el compromiso de quienes están en posición de actuar.



SOBRE TRANSCENDENT

Transcendent es una consultora estratégica B Corp especializada en sostenibilidad e impacto.

Acompañamos a las empresas en su transformación para generar impacto positivo en la sociedad y el planeta, fortaleciendo su negocio. Con un enfoque integral que abarca desde el cumplimiento normativo hasta la medición rigurosa de impacto y la innovación de modelos de negocio,

Transcendent combina excelencia metodológica con un modelo de consultoría distintivo: cercano, flexible y profundamente comprometido con el éxito de sus clientes. Especialistas en convertir ambiciones de sostenibilidad en resultados cuantificables que refuerzan la competitividad del negocio. Más de 100 organizaciones en 15 sectores.

Fundadores del Observatorio de Impacto y miembros de la junta directiva del Consejo Asesor para la Inversión de Impacto en España (SpainNAB).



Transcendent

Calle Serrano 110
28006 Madrid

Teléfono: 911 905 468

Correo electrónico: info@transcendent.es

Web: www.transcendent.es



REFERENCIAS

1. Observatorio Cajamar-Ivie (2024). *El sector agroalimentario español en el contexto europeo: Informe 2024*. Observatorio Cajamar-Ivie
2. Ensayos de rotación en secano cerealista muestran que la cebada en rotación produce rendimientos un 30-50% superiores a la cebada en monocultivo. Lacasta, C. y Meco, R. (2005), CSIC-IMIDRA. La reducción de fertilizantes nitrogenados con leguminosas está ampliamente documentada en la literatura agronómica y en las directrices de eco-regímenes de la PAC 2023-2027.
3. En 2021, las cubiertas vegetales ocupaban 1,35 millones de hectáreas en España (25% de la superficie de cultivos leñosos), con especial implantación en olivar (28% del cultivo). MAPA, Informe Agricultura de Carbono, 2023; Proyecto Cubiwood (UPA-Fundación Biodiversidad).
4. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2021). Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE): Resultados 2021. Gobierno de España. La siembra directa en España alcanzó 845.000 hectáreas en 2021, de las cuales casi 750.000 corresponden a cereal (12% de la superficie total del cultivo)..
5. U.S. Department of Agriculture (USDA) (2016). Seeing is Believing: Soil Health Practices and No-Till Farming Transform Landscapes and Produce Nutritious Food. USDA. Blog publicado el 19 de diciembre de 2016 por Garrett Duyck y Diane Petit. URL: <https://www.usda.gov/about-usda/news/blog/seeing-believing-soil-health-practices-and-no-till-farming-transform-landscapes-and-produce>
6. Environmental and Energy Study Institute (EESI) (s. f.). No-Till Farming Improves Soil Health and Mitigates Climate Change. Environmental and Energy Study Institute
7. Nascimento, G., Villegas, D., Álvaro-Fuentes, J. & Cantero-Martínez, C. (2024). Alternative cereal crop rotations in a no-tillage dryland under Mediterranean conditions. *Agronomy Journal*, 116(6), 3117–3129. Wiley. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.21683s>
8. Pandz Consulting (2024). *The Impact of Precision Agriculture on the Fresh Produce Industry: A Comparative Analysis of Spain, the UK, and Peru*. Pandz Consulting. URL: <https://pandzconsulting.com/2024/08/the-impact-of-precision-agriculture-on-the-fresh-produce-industry-a-comparative-analysis-of-spain-the-uk-and-peru/>
9. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) & Grupo Cajamar (2024). Observatorio de la Digitalización del Sector Agroalimentario Español: Monitorización de la transformación digital. MAPA – Observatorio de la Digitalización del Sector Agroalimentario Español.
10. Geopard.tech (2024). Role of Precision Irrigation Methods in Modern Farming. Geopard.tech. URL: <https://geopard.tech/blog/role-of-precision-irrigation-methods-in-modern-farming/>
11. Jayakrishna, E., Palled, V., Sushilendra, Veerangouda, M., Ajayakumar, M. Y. & Veeresh, H. (2025). A review on variable rate technologies for fertilizer application status, challenges and future prospects. *International Journal of Research in Agronomy*, 8(10S), 202–209. DOI: <https://doi.org/10.33545/2618060X.2025.v8.i10Sc.4072>
12. Silva, L., Brunelli, C., Moreira, R., Barbosa, S., Fernandes, M., Miguel, A., Maçãs, B., Valero, C., Patanita, M., Cebola Lidon, F. & Conceição, L. A. (2025). Response of Nearby Sensors to Variable Doses of Nitrogen Fertilization in Winter Fodder Crops Under Mediterranean Climate. *Sensors*, 25(18), 5811. MDPI. DOI: <https://doi.org/10.3390/s25185811>
13. Gerhards, R., Andújar Sánchez, D., Hamouz, P., Peteinatos, G. G., Christensen, S. & Fernandez-Quintanilla, C. (2022). Advances in site-specific weed management in agriculture — A review. *Weed Research*, 62(2), 123–133. Wiley-Blackwell. DOI: <https://doi.org/10.1111/wre.12526>
14. Superficie de cereales en España: 5,76 millones de hectáreas (MAPA, ESYRCE 2023). Distribución: Castilla y León (2,1 M ha, 36%), Castilla-La Mancha (1,4 M ha, 24%), Aragón (0,9 M ha, 16%), Extremadura (0,5 M ha), Andalucía (0,5 M ha). El cereal representa el 33% de la superficie cultivada total en España.
15. Las estimaciones de inversión (CAPEX) se basan en: (1) cotizaciones de proveedores de maquinaria agrícola y servicios de siembra directa en España (2024-2025); (2) datos de proyectos piloto documentados como Navarra 360° (EIT Food), Danone Regenerative Agriculture, y experiencias de la AEAC-SV; (3) análisis de literatura técnica especializada. Los parámetros de reducción de costes y mejora de rendimiento se calibran con valores conservadores dentro de los rangos documentados en la literatura científica.
16. Los sistemas de agricultura regenerativa en clima mediterráneo secuestran entre 1,5-2,5 tCO₂/ha-año (media: 1,8 tCO₂). A precios actuales de mercado voluntario (30-50 €/tCO₂), esto representa un ingreso adicional de 50-65 €/ha-año —un incremento del 70% sobre el margen operativo consolidado.
17. Cálculo del potencial nacional: 5,7 millones de hectáreas de cereal en secano × 50% de adopción × beneficio incremental de 133 €/ha-año = 379 millones de euros anuales. Esta estimación asume adopción del 50% de la superficie, un escenario más realista que la adopción universal, y utiliza el beneficio incremental consolidado verificado en el modelo financiero.

18. La agricultura regenerativa incorpora como elementos centrales las prácticas de agricultura de conservación (siembra directa o mínimo laboreo, cobertura permanente del suelo, rotación de cultivos), definidas técnicamente por la FAO. Dado que la mayor parte de datos empíricos españoles provienen de estudios sobre agricultura de conservación, utilizamos estos datos como base para proyectar impactos en sistemas regenerativos. Esta extrapolación es válida porque las prácticas de conservación constituyen el núcleo técnico de los sistemas regenerativos, aunque estos últimos puedan incorporar elementos adicionales (integración ganadera, agroforestería, mayor énfasis en biodiversidad funcional).
19. Basso, B., Dumont, B., Cammarano, D., Pezzuolo, A., Marinello, F., & Sartori, L. (2016). Environmental and economic benefits of variable rate nitrogen fertilization in a nitrate vulnerable zone. *Science of the Total Environment*, 545-546, 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.104>.
20. LaCanne, C.E. & Lundgren, J.G. (2018). Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *PeerJ*, 6:e4428. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
21. Navarra 360º - Programa de agricultura regenerativa en secano cerealista. Gobierno de Navarra, Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (2023).
22. Asociación Catalana de Agricultura de Conservación - ARCA (2022). Resultados técnicos y económicos de agricultura de conservación en cereales de invierno en Cataluña. Informe técnico 2022.
23. Pittelkow, C.M., Liang, X., Linnquist, B.A., van Groenigen, K.J., Lee, J., Lundy, M.E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R.T., & van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, 517(7534), 365-368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
24. Asociación Española de Agricultura de Conservación - Suelos Vivos - AEAC.SV (2021). Efectos de la agricultura de conservación en cereales de secano: rendimientos y eficiencia hídrica. Resultados de ensayos de larga duración (>10 años) en España.
25. Schimmelpfennig, D. & Ebel, R. (2016). Sequential Adoption and Cost Savings from Precision Agriculture. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 41(1), 97-115.
26. Kaye, J.P. & Quemada, M. (2017). Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37:4. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0410-x>
27. Lowenberg-DeBoer & Erickson (2019) - Análisis sobre adopción y retorno económico de agricultura de precisión en *Agronomy Journal*
28. Snapp et al. (2005) - Evaluación de costos-beneficios de cover crops en sistemas agrícolas
29. Soluciones basadas en la naturaleza, el modelo de Masia el Carmen para un futuro sostenible
30. Iniciativa "4 por 1000: Los suelos para la seguridad alimentaria y el clima". Lanzada por Francia en la COP21 (2015). Respaldada por INRAE (Instituto Nacional de Investigación para la Agricultura, Alimentación y el Medio Ambiente de Francia), FAO y Comisión Europea. <https://4p1000.org/>
31. Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., & Gimeno, B.S. (2013). Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 168, 25-36.
32. IFAPA (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía) (2020). Secuestro de carbono en sistemas de agricultura de conservación en Andalucía. Informe técnico. Asociación Española de Agricultura de Conservación - Suelos Vivos (2021). Datos de parcelas experimentales con cubiertas vegetales y siembra directa.
33. Poeplau, C. & Don, A. (2015). Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 200, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.jagee.2014.10.024>
34. Lal, R. (2016). Soil health and carbon management. *Food and Energy Security*, 5(4), 212-222. <https://doi.org/10.1002/fes3.96>
35. González-Sánchez, E.J., Ordóñez-Fernández, R., Carbonell-Bojollo, R., Veroz-González, O., & Gil-Ribes, J.A. (2012). Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of conservation agriculture. *Soil and Tillage Research*, 122, 52-60. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.03.001>
36. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES). Pérdidas estimadas de suelo fértil en España: 1.200 millones de toneladas anuales. Costes económicos asociados estimados en 1.000-3.000 millones de euros.
37. Bender, S.F., Wagg, C., & van der Heijden, M.G.A. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(6), 440-452. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>
38. Asociación Española de Agricultura de Conservación - Suelos Vivos - AEAC.SV (2020). Evolución de la calidad del suelo en explotaciones con más de 10 años de agricultura de conservación en España. Análisis de 150 explotaciones en distintas regiones.
39. Romero, P., Botía, P., & García, F. (2004). Effects of regulated deficit irrigation under subsurface drip irrigation conditions on water relations of mature almond trees. *Plant and Soil*, 260(1-2), 155-168. Fereres, E. & Soriano, M.A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147-159.

40. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022). Plan Hidrológico Nacional 2022-2027. Datos sobre uso del agua en agricultura (>70% del total) y estado de masas de agua subterránea (20% sobreexplotadas).
41. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía - IDAE (2021). Consumo energético del sector agrícola español. Gasto en extracción de agua subterránea estimado >500 millones €/año.
42. Comisión Europea (2018-2023). Procedimientos de infracción contra España por incumplimiento de la Directiva de Nitratos (91/676/CEE). Casos abiertos en varias comunidades autónomas por contaminación de acuíferos.
43. Sánchez-Pérez, J.M., Antigüedad, I., Arrate, I., García-Linares, C., & Morell, I. (2003). The influence of nitrate leaching through unsaturated soil on groundwater pollution in an agricultural area of the Basque country: a case study. *Science of the Total Environment*, 317(1-3), 173-187.
44. FAO (2018). Why bees matter: The importance of bees and other pollinators for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. Datos: 35% de producción agrícola global depende de polinizadores, 75% en frutales y hortalizas.
45. Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W.E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345-353. Aplicado al contexto español: declives del 40% en abejas silvestres documentados en últimas décadas.
46. Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., et al. (2013). Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339(6127), 1608-1611. Incrementos de rendimiento del 10-25% en cultivos con alta presencia de polinizadores.
47. Letourneau, D.K., Armbrrecht, I., Rivera, B.S., Lerma, J.M., et al. (2011). Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21(1), 9-21. Datos sobre fauna auxiliar y reducciones de 40-60% en aplicaciones de insecticidas en sistemas diversificados.
48. BBVA Corporate & Investment Banking (2025) Green and Sustainability-Linked Loans. <https://www.bbvacib.com/green-and-sustainability-linked-loan-newsletter/>
49. Rodale Institute (2022). Farming Systems Trial: 40-Year Report. Rodale Institute, Kutztown, Pennsylvania. <https://rodaleinstitute.org/science/farming-systems-trial/>
50. PwC (2025). Voice of the Consumer 2025: A new recipe for the food industry. 21.075 consumidores en 28 países. <https://www.pwc.com/gx/en/issues/c-suite-insights/voice-of-the-consumer-survey.html>
51. Nielsen/Biogran (2024). Estudio de consumo de productos ecológicos en España. Citado en: <https://www.ecoticias.com/alimentos-ecologicos/hogares-compraron-productos-ecologicos-espana> (19 junio 2025)
52. Rodale Institute (2022). Farming Systems Trial: 40-Year Report. Rodale Institute, Kutztown, Pennsylvania. <https://rodaleinstitute.org/science/farming-systems-trial/>
53. Comisión Europea (2025). Food Safety in the European Union. Special Eurobarometer 103.3. European Food Safety Authority (EFSA). 26.370 entrevistas en 27 Estados miembros (26 marzo - 22 abril 2025). <https://www.efsa.europa.eu/en/corporate/pub/eurobarometer25>
54. La credibilidad del programa de sostenibilidad depende críticamente de la verificación independiente de las prácticas adoptadas y los impactos generados. Sin certificación robusta por tercera parte, el riesgo de greenwashing es elevado y la capacidad de comunicación al consumidor final queda comprometida. El modelo debe incluir: auditorías independientes, reporting público, y procesos de trazabilidad.



TRANSCENDENT

The journey to positive impact