



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

El desafío de la digitalización agrícola en España
The challenge of agricultural digitalization in
Spain

Autor/es

Gonzalo Canales de Uña

Director/es

Luis Antonio Sáez Pérez

Facultad de Economía y Empresa || Grado de Economía

2024

AGRADECIMIENTOS

A todos mis familiares, amigos y gente que me rodea que han hecho este camino universitario más fácil y llevadero, gracias por su paciencia, ánimos y comprensión en los momentos donde más se necesita.

A los profesores que han hecho que, tras cuatro años, mi pasión e interés por la economía siga intacta, e incluso sea mayor que cuando empecé el grado. Por supuesto, también a Luis, que no dudó ni un instante en dirigir este TFG y aconsejarme en todo momento.

Por último, a mi padre, que ha hecho que el mundo de la agricultura me apasione y entusiasme desde hace más de 20 años.

RESUMEN

La digitalización cada vez está más presente en nuestro día a día: todos y cada uno de nosotros contamos con un teléfono inteligente, ordenador, relojes inteligentes... No solo eso, sino que cada vez está más presente en campos que hace unos años sería impensable: medicina, transmisión de información (periódicos digitales, redes sociales...), gestión empresarial y de proyectos (software, aplicaciones...), etc. Además, esta creciente presencia de digitalización parece no tener techo en nuestra sociedad, por lo que podemos augurar unos años venideros donde la tecnología tenga un importante peso en nuestra vida.

Por otro lado, la agricultura ha sufrido importantes transformaciones en las últimas décadas, produciéndose increíbles ganancias de productividad y rendimientos de la tierra. Todo ello se ha conseguido implementando la tecnología existente en cada momento, desde el motor de combustión a biotecnología desarrollo químico.

Todo ello nos lleva a pensar que esta combinación digitalización-agricultura ha sido y puede ser muy provechosa. Pero para ello se debe tener en cuenta los factores estructurales del sector agrícola, como el envejecimiento, y las dificultades burocráticas y del mercado a la que están sometidos los agricultores. Por ende, es importante conocer en qué medida y forma se puede y debe aprovechar esta digitalización en el mundo agrícola para que no suponga una piedra en el camino del devenir de este sector. A través de diferentes datos históricos y testimonios podemos conocer que esta digitalización deberá contar con unas medidas que marque unos tiempos y exigencias precisas para hacer de la agricultura un sector atractivo y no se produzca un efecto rechazo.

PALABRAS CLAVE

Digitalización, agricultura, sector agrícola, calidad de vida, envejecimiento, despoblamiento rural.

ABSTRACT

Digitalization is increasingly present in our daily lives: each and every one of us has a smartphone, computer, smart watches... Not only that, but it is increasingly present in fields that a few years ago would be unthinkable: medicine, information transmission (digital newspapers, social networks...), business and project management (software, applications...), etc. Furthermore, this growing presence of digitalization seems to have no ceiling in our society, so we can predict a few years to come where technology will have an important weight in our lives.

On the other hand, agriculture has undergone important transformations in recent decades, producing incredible gains in productivity and land yields. All of this has been achieved by implementing the technology that exists at all times, from the combustion engine to biotechnology and chemical development.

All of this leads us to think that this digitalization-agriculture combination has been and can be very beneficial. But to do this, the structural factors of the agricultural sector must be taken into account, such as aging, and the bureaucratic and market difficulties to which farmers are subjected. Therefore, it is important to know to what extent and how this digitalization can and should be taken advantage of in the agricultural world so that it does not represent a stone in the way of the future of this sector. Through different historical data and testimonies we can know that this digitalization must have measures that establish precise times and requirements to make agriculture an attractive sector and not produce a rejection effect.

KEYWORDS

Digitalization, agriculture, agricultural sector, quality of life, aging, rural depopulation.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.JUSTIFICACIÓN.....	5
1.2.OBJETIVO.....	6
2. DESARROLLO.....	8
2.1.LITERATURA AL RESPECTO.....	8
2.2.METODOLOGÍA Y DATOS.....	12
2.3.ANÁLISIS DATOS.....	15
2.4.TESTIMONIOS PERSONAS DEL SECTOR.....	27
3. CONCLUSIONES.....	30
4. BIBLIOGRAFÍA.....	32
5. ANEXOS.....	33

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

El sector de la agricultura, a lo largo de toda la historia, ha vivido importantes transformaciones y avances que han supuesto mejoras muy importantes, tanto en la producción y productividad de la tierra, como en el bienestar de los agricultores y familias que vivían y viven del sector primario. Antes de definir innovación tal y como la entendemos a día de hoy, es crucial comenzar por definir qué podemos entender por innovación agrícola. Así pues, consideraremos innovación agrícola aquel cambio tecnológico, o aplicación de nuevas ideas, técnicas y prácticas que permiten un avance en productividad, mejorar la eficiencia y asegurar la sostenibilidad de los diferentes cultivos y explotaciones agrícolas. Volviendo a las transformaciones que ha vivido el sector agrícola a lo largo de la historia, estas innovaciones se empezaron a dar con mayor frecuencia e intensidad en el siglo XX: de cultivar con animales de tiro (bueyes, burros, mulas...) se pasó a hacerlo con tractores y maquinaria a motor y con sistemas hidráulicos, se introdujeron fertilizantes y abonos especializados... Por ende, se produjo un incremento de la productividad y, en consecuencia, se redujo la mano de obra necesaria para cultivar una hectárea, también se mejoró la calidad de los cereales o forrajes y se produjo un aumento en la producción bruta de cereales, frutas, hortalizas... Pasando ya al siglo XXI, el desarrollo de la agricultura está derivando, siguiendo la tónica de otros sectores de la economía, hacia una digitalización más intensa y tecnificada, que combina técnicas y conocimientos tradicionales con electrónica y nuevas tecnologías: monitorización de cultivos, maquinaria con cada vez más tecnología (sensores, indicadores de nivel, avisos del cultivo y la tierra en tiempo real, etc.) y hasta drones o aviones no tripulados para sulfatar o realizar fotografías y controlar los cultivos desde el aire.

Es por ello que, contando con este contexto de creciente digitalización y aplicación de nuevas tecnologías, es interesante preguntarse si esta dinámica de crecimiento e implementación del sector digital en la agricultura se traduce en un incremento real de la producción de cereales. No solo eso, sino que también es importante estudiar si esta implementación supone una mejora en los ingresos y costes de producción a los que hacen frente los agricultores o mejora su calidad de vida (facilidad del control de la explotación, menos trabajo “físico”...) lo que haría al sector más atractivo, asunto que es crucial para el devenir del sector y la sostenibilidad de unos pueblos que cada vez

ven más resentida su población. Todo este análisis se debe realizar teniendo presente que la tierra cultivable tiene una productividad potencial máxima (o, dicho con otras palabras, rendimientos decrecientes a escala), la cual está a punto (si no se ha alcanzado ya) de alcanzarse. No solo eso, sino que el rendimiento de estas tierras depende en mucha mayor medida de factores ajenos al agricultor y maquinaria utilizada en el cultivo, como pueden ser la calidad de la tierra, la cantidad de la lluvia en época después de sembrar o del calor necesario durante la primavera. Por ello, ¿hasta qué punto compensa introducir tecnologías como pantallas que reflejan ciertos datos en los tractores, sensores en las cosechadoras o drones en el proceso de sulfatado? No solo eso, sino que también se debe tener presente el factor “social” y estructural de la agricultura: un sector crecientemente envejecido y con relativamente pocos conocimientos tecnológicos, que comenzaron en el trabajo agrario en mayor parte por herencia familiar y con una maquinaria y tecnología mucho más rudimentaria, que puede ser reacio a acoger toda esta tecnología en su día a día. Este factor tiene un peso importante en España, como bien demuestra un informe de PwC argumenta que el hasta el 31% de los agricultores tienen más de 65 años, lo que nos confirma esa particular característica demográfica del sector en nuestro país.

1.2.Objetivo

Así pues, podemos establecer como objetivos de este trabajo el hecho de conocer si verdaderamente esta digitalización que ha fascinado y fascina a día de hoy a toda la sociedad y tanto dinero se está invirtiendo en su desarrollo supone un punto importante y crucial a desarrollar en el sector de la agricultura, o por el contrario es importante tener en cuenta las limitaciones que tiene incorporar la digitalización a dicho sector, por lo que introducirlo de forma “forzosa” pudiera ser incluso contraproducente.

Las protestas de los últimos meses de los agricultores han tenido un gran eco y han hecho visibilizar un problema que este sector venía arrastrando y avisando, aunque con respuesta omisa, desde hace bastantes años. El despoblamiento rural, las crecientes trabas burocráticas, el no control fitosanitario de productos provenientes de otros países o la falta de correspondencia entre el coste de producción y precio del cereal son algunos de los graves problemas a los que se enfrenta este sector y que pueden marcar el devenir del mismo. Además, podemos argumentar que este devenir de la agricultura influirá en el mundo rural, pudiendo hacer frente a la despoblación que sufre, o acelerarla.

Todo ello nos deja claro que la agricultura en nuestro país se tiene que enfrentar a dificultades y retos, tanto a día de hoy como en los años venideros, por lo que este trabajo va a estar centrado en el sector de la agricultura en España, concretamente en el siglo XXI, ya que, como se ha comentado anteriormente es cuando más y mejor se puede demostrar los efectos de la inclusión de la tecnología en este sector y cómo esta afecta al sector. Debemos tener en cuenta que las dos décadas del siglo actual reflejan perfectamente el proceso de digitalización: cómo se pasa de un tractor relativamente primitivo, a un tractor más digitalizado, maquinaria con cada vez más funciones y precisión, y hasta el uso de las nuevas tecnologías para monitorizar los cultivos y llevar el control de la explotación.

Para acercarnos al objetivo de este trabajo, el desarrollo del mismo tendrá cuatro partes diferenciadas. En primer lugar la literatura que existe al respecto, tratando de demostrar que es un tema de actualidad y relevancia, así como la existencia de diferentes opiniones y puntos de vista sobre este controvertido tema. En segundo lugar, se presenta la metodología a seguir y los datos tomados para intentar demostrar la hipótesis del trabajo. En tercer lugar, se analizan los datos tomados y cómo nos pueden dar unas primeras conclusiones sobre la tesis que se sigue. Por último, se presenta el testimonio de tres personas relacionadas con el tema, pero con diferentes puntos de vista y con diferente posición en el mercado de tecnología agrícola.

2. DESARROLLO

2.1.Literatura al respecto

A la hora de tratar temas como la digitalización e innovación tecnológica en la agricultura debemos tener presente que este tema está ganando cada vez más peso en revistas especializadas, artículos científicos y publicaciones de gente relevante, pues tanto la agricultura como la digitalización están en momentos de plena actualidad. Por ello, es crucial conocer qué tendencias u opiniones siguen algunos expertos (economistas, ingenieros agrónomos...) sobre el tema que se aborda en este trabajo, por lo que a continuación se exponen algunos artículos relacionados con el tema y cómo los autores afrontan este asunto. Nos será de gran importancia este acercamiento a la literatura relacionada con el tema y el creciente protagonismo de la misma, pues marcará el devenir de un sector que puede sufrir graves consecuencias de unas políticas públicas poco acertadas debido a su “estructura social”: sector envejecido, progresivo despoblamiento rural, grandes inversiones iniciales...

Uno de los autores españoles que más conoce sobre digitalización en la agricultura es el Doctor en Ingeniería Agrónoma, Emilio Gil Moya. Escribió en 2019 un artículo titulado “Agricultura 4.0, ¿Estamos preparados? ¿Realidad o ficción?”. En este artículo el autor analiza cómo la tecnología está transformando el sector agrícola, dando paso a lo que llama agricultura 4.0. Dicha agricultura 4.0 pretende mejorar la productividad, sostenibilidad y eficiencia del sector agrario. El autor, en este artículo afirma que existen múltiples beneficios potenciales de la relación digitalización-agricultura, como el uso de sensores, drones, robótica y software para el análisis de datos con el fin de mejorar la toma de decisiones y el rendimiento. Pese a ello, Gil Moya también es consciente de que existen desafíos y retos importantes que deben superarse para que esta transformación digital en el sector agrario se convierta en una realidad, como pueden ser la falta de acceso a tecnología y formación de las personas del sector, la reticencia al cambio tecnológico por parte de los agricultores o la necesidad de establecer regulaciones precisas y políticas adecuadas para asegurar un desarrollo correcto, sostenible y consistente de esta “nueva agricultura”. El artículo concluye con la certeza de que la agricultura 4.0 de la que se habla es ya una realidad palpable, de la misma forma que se puede tomar como una fantástica oportunidad para abordar los desafíos a los que se enfrenta el sector agrícola actualmente con el fin de poder situar al sector un paso más adelante en innovación y dinamismo tecnológico.

Este artículo de Gil Moya se amolda bastante al tema a tratar en este trabajo, pero, de la misma forma que podemos encontrar puntos en común entre el artículo y la hipótesis del trabajo (los beneficios potenciales de la tecnología son amplísimos y muy tentadores, así como que el sector de la agricultura no es el que más facilidades tiene para introducir la tecnología por su estructura demográfica), también podemos encontrar puntos más distantes, los cuales se pretenden demostrar en la investigación que se llevará a cabo más adelante: el sector agrícola y sus trabajadores en la práctica real están más distanciados del mundo tecnológico de lo que nos dice el artículo, y esos beneficios potenciales de los que se habla no son lo suficientemente altos o atractivos (porque no son sumamente elevados, y porque la inversión necesaria es alta) como para hacer que el sector agrícola sea sostenible en el largo plazo y atraiga a jóvenes a comenzar su andadura en el sector o personas de otros sectores o desempleadas interesadas en comenzar la labor agrícola.

Pasando a un artículo más antiguo, Miren Etxezarreta escribió en 1998 un artículo titulado “Tendencias de evolución de la agricultura del siglo XXI”, donde se analiza la evolución de la agricultura desde la revolución agrícola hasta la revolución verde. Con este análisis, a partir de esa evolución pasada, a la que suma el contexto que se vivía a finales del siglo XX (enfocado hacia la globalización y una tecnología cada vez más presente en el día a día), nos explica cómo se espera que evolucione en el futuro. En el artículo se nos habla de tres tendencias principales que dan forma y establecen el punto de partida de la agricultura en el siglo XXI: sostenibilidad (mantenimiento del medio ambiente en el largo plazo), calidad (alimentos seguros y con una sustancial carga nutritiva) y tecnología (nuevas herramientas y técnicas que mejoren productividad y eficiencia de las explotaciones agrícolas). Concluye con la idea de que la agricultura del siglo XXI deberá aprovechar las oportunidades para innovar y mejorar la producción agrícola a través de la tecnología y la cooperación internacional.

Teniendo presentes las tres claves de las que habla este artículo (sostenibilidad, calidad y tecnología) del devenir del sector agrario en el siglo presente, una vez pasado casi un cuarto de siglo, podemos afirmar que tanto la calidad como la sostenibilidad están aseguradas por diferentes normativas (especialmente, la normativa europea, que es estricta y exigente con ambos asuntos). Pero lo que se pretende demostrar en este trabajo es el verdadero impacto de la tecnología: de igual forma que los dos primeros “pilares” de los que se habla están bien asentados y con una aceptación generalizada en la sociedad, la tecnología, por el momento, ¿cumple esa función de “pilar” de desarrollo agrícola?

¿Cuánto tiempo debemos darle para afirmar que es favorable introducirla en el sector? En definitiva, en este trabajo trata de demostrar que la tecnología puede que no sea este pilar fundamental del que nos habla Miren, debido a las circunstancias ya mencionadas: alta inversión, poca formación tecnológica, o un sector envejecido, entre otras.

Por otra parte, Anabel Pascual publicó en la agencia EFEAgro en el año 2017 un breve artículo donde comenta todas las ventajas a las que se puede acoger la agricultura con esta digitalización. Entre ellas comenta el uso del big data para realizar predicciones y mediciones exactas, la reducción de la huella de carbono, la posibilidad de reciclaje y realización de biomásas más sostenibles. Si bien es cierto que todas estas ventajas pueden ser muy provechosas y diferenciales en un futuro próximo, pero no debemos olvidar las complejas y marcadas características del sector que limitan mucho los tiempos y grado de introducción de estas tecnologías en la agricultura.

El artículo publicado en la revista Ingeniería Agrícola, titulado “La agricultura de precisión: una necesidad actual”, analiza el impacto de la tecnología de precisión en la agricultura española, en las diferentes facetas del ciclo productivo y de cosecha. El artículo desarrolla el uso de tractores autoguiados con GPS y sistemas de tasa variable (VRT), que permiten una siembra y aplicación de productos (abonos, herbicidas...) más eficientes y específicas según las necesidades de la tierra y el cultivo. Estas tecnologías mejoran la profundidad y densidad de siembra, reducen costos y optimizan la gestión del cultivo al proporcionar datos en tiempo real. Además, se enumeran las ventajas como la mejora en la rentabilidad, reducción de la contaminación por uso excesivo de químicos y un uso más adecuado del agua. Sin embargo, también se mencionan desventajas como el alto costo de la tecnología a implementar, la falta de conocimiento entre agricultores y la necesidad de personal especializado para el mantenimiento y operación de los equipos. Este artículo muestra tanto los argumentos buenos como los inconvenientes y retos a los que se debe hacer frente para introducir la tecnología. Es un artículo realista que tiene en cuenta esas limitaciones existentes que suponen un lastre a la hora de introducir las nuevas tecnologías al sector agrícola.

Siguiendo con la revisión de la literatura, el estudio titulado “El futuro del sector agrícola español” publicado por la consultora PwC en el año 2017 va en la misma línea que alguno de los artículos ya expuestos: se enfoca en el futuro de la agricultura en España y en cómo se pueden y deben aprovechar las oportunidades que las nuevas tecnologías

nos brindan, así como enfocar los problemas hacia un futuro sostenible y rentable económicamente. En este caso, en el artículo se afirma que la tecnología, la digitalización y la innovación son claves para el futuro del sector agrícola: agricultura de precisión, implementación de la inteligencia artificial o el uso de drones son ejemplos tecnológicos que pueden mejorar esa eficiencia, productividad y sostenibilidad que ya hemos mencionado en el mundo agrícola. También en este informe se hace mención de la importancia de la colaboración entre las diferentes y muy diversas empresas del sector, el sector público y grupos de investigación (alimentaria, biotecnológica, de desarrollo de producto...) para impulsar la innovación. De la misma forma, se nombra la necesidad de adaptación a los cambios que ofrece el sector agrícola en la demanda de los consumidores (productos orgánicos, de proximidad, más sostenibles...). En resumen, este artículo se basa en temas como la innovación para adaptarse a las nuevas demandas y la colaboración para garantizar el futuro del sector agrícola en nuestro país.

Al igual que con el artículo de Gil Moya, podemos encontrar algunas similitudes entre el artículo y este trabajo, pero en otros aspectos (que considero cruciales) hay diferencias: no se puede obviar el envejecimiento del sector, el obstáculo que suponen las grandes inversiones que hay que realizar para la implementación de estas tecnologías, la falta de conocimientos tecnológicos de muchas personas del sector, el fallo (de momento) de la tecnología a la hora de su introducción por falta de desarrollo...

Como ya se ha comentado en la introducción, este informe de PwC dice que hasta el 31% de los agricultores tienen más de 65 años, lo que supone un gran hándicap para introducir las nuevas tecnologías en el sector agrícola. A este factor estructural se le suma que el sector agrícola está prácticamente desarrollado en su totalidad en el entorno rural del interior de la península, el cual está sufriendo un proceso de despoblamiento acelerado, en parte, por lo poco atractivos que resultan para los jóvenes los sectores estrechamente relacionados con el mundo rural, entre los que destaca la agricultura o ganadería. Como bien comenta Luis Camarero en un artículo publicado en 2020 por Funcas, se puede dar la paradoja de la pescadilla que se muerde la cola: la agricultura no es lo suficientemente atractiva para ligar a los jóvenes de un pueblo a quedarse a vivir y generar valor en él, lo que hace aumentar la despoblación del mundo rural y, por ende, resulte todavía más complicado atraer a este mundo de nuevo a los jóvenes que se han ido (o, incluso, a jóvenes “de ciudad”), lo que hará agravar todavía más los problemas del sector agrícola.

Por ello, en las siguientes páginas se va a intentar demostrar que estos inconvenientes que los artículos valoran como “menores”, se denominan “desafíos” o son considerados un simple factor a tener en cuenta, son en realidad verdaderos obstáculos que pueden poner en jaque el sector agrícola y a su futuro tan incierto.

2.2. Metodología y datos

Pasando ya a la hipótesis del trabajo, a través del análisis de algunos datos y testimonios a personas relacionadas con la digitalización agrícola se tratará de demostrar que la creciente y rápida digitalización de la agricultura en nuestro país durante el siglo XXI no tiene porqué suponer ni conllevar una mejora en la producción agrícola, que tampoco incrementa los ingresos de los agricultores, y que mantiene, o incluso hace subir los gastos e inversiones iniciales a las que tienen que hacer frente los jóvenes agricultores o aquellos que, ya asentados en el sector, quieren renovar su explotación. Todo ello puede conducirnos a la conclusión de que esta digitalización, que, aparentemente, ayuda y facilita a las nuevas generaciones no solo su vida cotidiana, sino sus labores agrícolas, hace de este sector poco atractivo para la entrada de gente joven o trabajadores provenientes de otros sectores. En otras palabras, de la misma forma que en otros sectores las nuevas tecnologías suponen un gran avance y una mejora fundamental que debemos tomar y afianzar por las importantes novedades y ganancias que introduce, en el sector de la agricultura, ¿suponen un avance o una “piedra en el camino” en el devenir de este sector?

En primer lugar, para tratar de demostrar esta hipótesis con algunos datos que nos permitan ilustrar algunas conclusiones, se analizarán diferentes series históricas de datos relacionadas con la SAU (superficie agrícola utilizada), el tamaño medio de la explotación, con los rendimientos de cultivos, los índices de precios pagados por los agricultores, así como los índices de los precios recibidos (ingresos) por estos agricultores. Como bien se ha mencionado, los datos del siglo XXI de la agricultura en España están actualizados y son abundantes gracias a la labor realizada, en mayor medida, por administraciones y entes públicos, por lo que es relativamente sencillo tomar los datos que nos interesan. Tanto el INE como el Ministerio de Agricultura del Gobierno de

España aportan algunos datos y sus correspondientes series históricas que nos serán de gran utilidad para llevar a cabo el análisis.

A la hora de realizar la investigación basada en datos puramente estadísticos, antes de entrar en su análisis, cabe destacar que puede que sea un tanto atrevido sacar conclusiones contundentes y en firme basadas únicamente en los datos obtenidos debido a la propia naturaleza del sector agrícola que se ha mencionado con anterioridad: se trata de un sector muy dependiente del clima, por lo que habrá años en los que la tendencia de producción y, por ende, de productividad se rompa de forma abrupta (tanto hacia arriba como hacia abajo). Pese a ello, hay diversas variables que toman como referencia un año como año base (actualizado cada 5 años) para medir la variación respecto a dicho año base de la variable a estudiar. De la misma forma, hay series de datos que, pese a poder tener irregularidades entre un año y otro, sí que conservan cierta tendencia de la que podemos extraer conclusiones.

Recordemos que el objeto de estudio de estos datos es contrastar la hipótesis de si verdaderamente que la introducción de digitalización se materializa en mejoras de costes e ingresos para los agricultores o supone un aumento de la producción o productividad agrícola. Para poder extraer unas primeras conclusiones, se estudiarán cinco variables estadísticas principales.

En primer lugar, se analizarán los últimos datos de la Estadística Anual de Superficies y Producciones de Cultivo, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Esta serie de datos nos proporciona información anual sobre las superficies cultivables, la producción obtenida, y los rendimientos (kg/ha) de cultivos de mayor importancia económica en nuestro país (trigo, cebada, maíz...). Los datos vienen bien diferenciados y divididos por superficie cultivable(en términos llanos, campos cultivables), superficie cultivada, prados, etc., por lo que nos permite deducir si la tecnología ha influido y ha permitido incrementar la superficie aprovechable para obtener rendimientos de la tierra, así como ver la tendencia que puede seguir el sector primario español. Respecto a este último asunto, como ya se ha comentado, se puede intuir en decadencia debido al progresivo envejecimiento de la población dedicada a la agricultura y creciente despoblamiento rural, factores que no favorecen que el sector agrícola sea dinámico o con crecimiento.

Esta serie de datos nos los da en las siguientes magnitudes: la unidad de medida de los datos referidos a la superficie ocupada es hectáreas (ha), la producción se da en toneladas (t), mientras que los rendimientos de los cultivos se miden en kilogramos/hectárea (kg/ha). Los datos de esta variable van desde el año 2000 hasta 2019¹.

En segundo lugar, el INE ha elaborado estadísticas sobre las explotaciones agrícolas. En este caso, tomaremos (al ser los datos más clarificadores e ilustrativos) tanto el número de explotaciones agrícolas existentes en España, como el número de hectáreas ocupadas por las mismas. Con ello, lo que se pretende comprobar es la existencia de una caída de ese número de explotaciones y hectáreas trabajadas y cómo este hecho refuerza la teoría de que el sector agrícola está en peligro por las características socio-económicas que se han comentado del mismo.

En tercer lugar, el INE elabora la estadística del tamaño medio de la explotación. El censo agrario de 2020 toma las explotaciones agrícolas con al menos 1 hectárea o con cierta importancia económica. El tamaño medio de la explotación nos da una referencia de cómo se ha podido producir una reestructuración del sector agrario y la forma de gestionar las explotaciones, pudiendo intuir que se haya producido una agrupación de tierras y explotaciones más pequeñas para aprovechar las economías de escala e incluso para facilitar el ciclo de producción de las tierras con el surgimiento de empresas especializadas, de las que se hablará en el punto siguiente en la realización de labores agrícolas a propietarios de tierras.

Por otro lado, la estadística de Índices y Precios pagados agrarios mide a través de números índice la evolución nacional de los precios que paga el agricultor por los medios de producción utilizados en su explotación (maquinaria, aperos, abonos, semillas...). La Base de referencia actual es el año 2015=100, aunque este año base se ha ido actualizando cada 5 años, por lo que los datos anteriores a 2015 están en un contexto acorde con los años que se vivían. En este caso, se nos proporcionan datos a partir de 2005, existiendo “años base” en dicho año, en 2010 y en el ya mencionado 2015. Los datos sobre precios pagados por los agricultores se dividen en dos categorías fundamentales: los bienes y servicios de uso corriente o diario, recogidos en el INPUT I

¹ Debido a un Reglamento que entró en vigor en 2009, los datos se empezaron a tomar usando otra metodología, pero difiere muy poco de la que se había empleado los años anteriores, por lo que se daremos por equivalentes los dos sistemas de recogida de datos.

(semillas, fertilizantes, protección fitopatológica, conservación y reparación de maquinaria, energía y lubricantes, material y pequeño utillaje y gastos generales); y los bienes de inversión (no corrientes), recogidos en el INPUT II (maquinaria, otros bienes de equipo, y obras de inversión como naves).

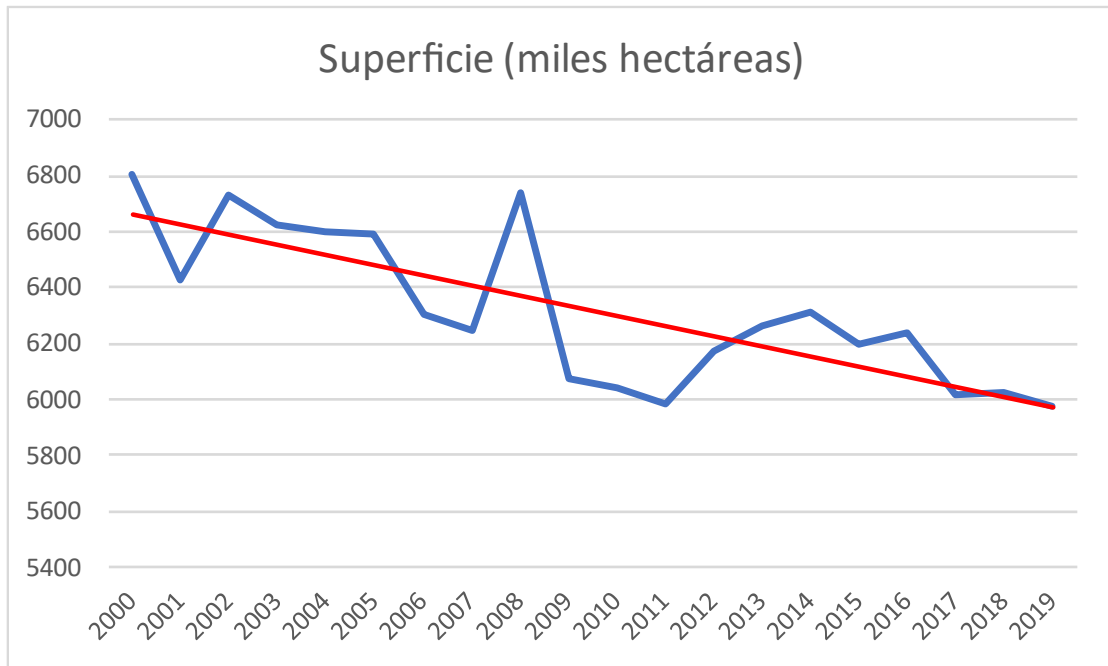
En cuarto y último lugar, la estadística de Índices y Precios percibidos agrarios mide mediante números índice, al igual que la variable anterior, la evolución nacional de los precios que percibe el agricultor por la venta de los productos agrarios que genera. Igual que el caso anterior, la base actual es el año 2015=100. En este caso, se calculan los precios que perciben los agricultores por los productos de mayor peso y relevancia en nuestro país: cereales, leguminosas, patatas, cultivos forrajeros, cítricos, frutas no cítricas, hortalizas... De la misma forma que con las estadísticas de precios pagados, los años base se han ido modificando, por lo que cada año está valorado con respecto a un año relativamente similar por proximidad temporal.

2.3. Análisis de datos

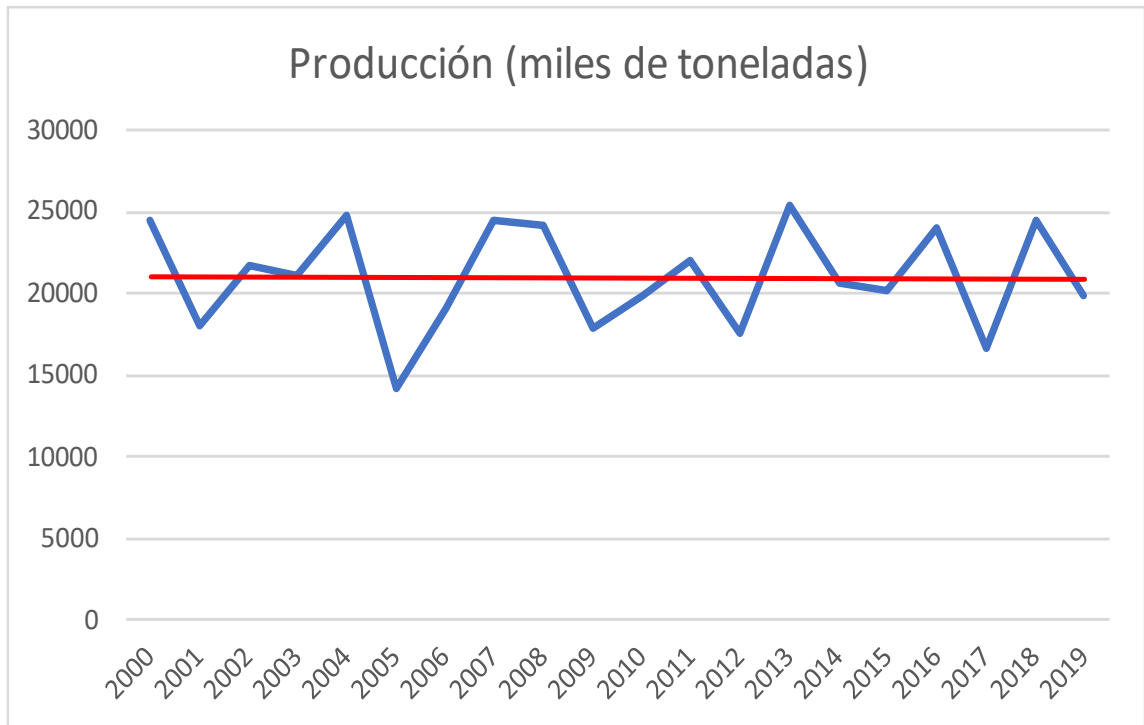
Una vez explicados los datos a tomar, por qué son importantes de analizar, y antes de pasar a los resultados obtenidos, deberíamos retomar algo que se comentaba al principio de este desarrollo: repasadas ya las diferentes estadísticas y datos del siglo XXI, a continuación se podrán ver determinadas tendencias en las variables que han sido analizadas, siempre teniendo presente los años excepcionales por motivos climatológicos que rompen la tendencia, por lo que, pese a esas irregularidades cíclicas, se pueden sacar conclusiones de dichas tendencias.

Una vez analizadas las diferentes variables de datos y la evolución de estas a lo largo del siglo XXI, podemos obtener unos resultados que, posteriormente, nos arrojarán las conclusiones y respuestas a las preguntas planteadas a lo largo de la introducción.

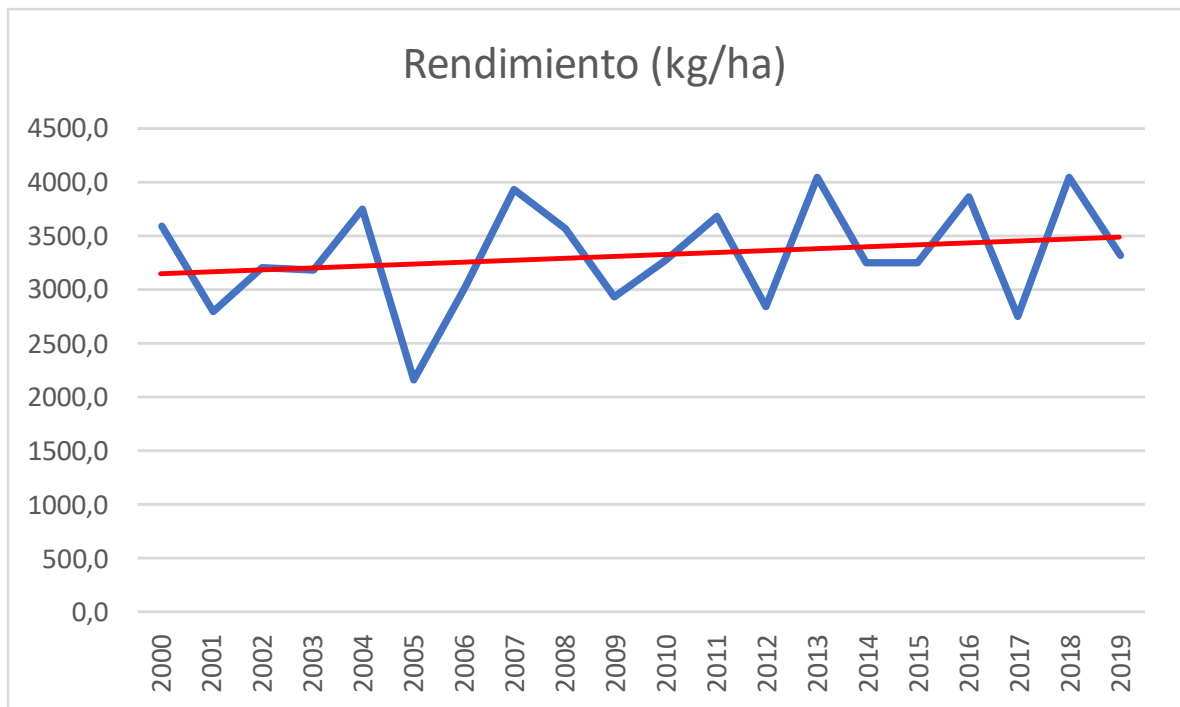
En primer lugar, a través de la Estadística Anual de Superficies y Producciones de Cultivo, se han tomado las variables referentes a la superficie cultivada (miles de ha), la producción de cereales (miles de t) y valor de esta producción (miles de €). Además, he transformado (Anexo 1) la variable producción para pasarla a kg para así, dividiéndola entre el número de ha, se pueda obtener el rendimiento medio de la tierra, es decir kg de cereal obtenido por hectárea cultivada (Anexo 1).



Esta gráfica corresponde a la superficie cultivada desde el año 2000, con su correspondiente línea de tendencia. A la vista está la caída en la superficie cultivada en las dos últimas décadas, pasando de cerca de 7.000.000 de hectáreas a escasas 6.000.000. Estos datos representados en el gráfico refuerzan dos ideas principales de la tesis que se está siguiendo en este trabajo: cada vez hay menos mano de obra disponible en el sector agrícola (por ende, menos tierra cultivada), lo que concuerda con la creciente movilización del sector primario hacia otros sectores o con el propio despoblamiento rural que ya se ha mencionado, que provocan que cada vez haya menos empleados en el sector agrícola y una menor capacidad de cultivar un elevado número de hectáreas o, al menos, mantener esa cifra; y, en segundo lugar, que la digitalización no permite la expansión de la superficie cultivada o, en otras palabras, no permite suplir esta caída en la mano de obra disponible, por lo que en cuanto a la capacidad de cultivo de las hectáreas que se cultivaban hace 25 años, no aporta ninguna ventaja introducir digitalización en cuanto a aprovechamiento de la superficie de cultivo, lo que haría las explotaciones de mayor tamaño y permitiría a los agricultores el aprovechamiento de economías de escala.



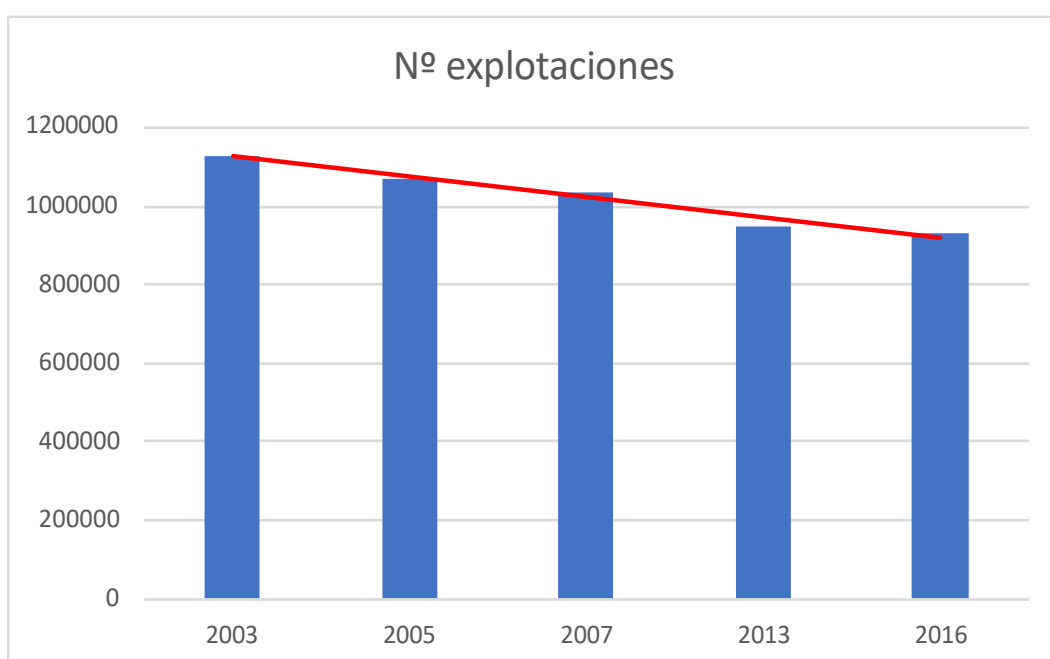
Este segundo gráfico explica la producción de cereales durante el siglo XXI, medido en miles de toneladas. Aquí de nuevo se puede ver y se demuestra lo que se ha comentado con anterioridad: la inestabilidad de los ciclos agrícolas y su producción, debido principalmente al clima vivido durante cada campaña. Pese a ello, la línea de tendencia se muestra prácticamente constante a lo largo de lo que va de siglo. No solo eso, sino que en ningún año se ha conseguido romper la “barrera” de las 25.000.000 toneladas de cereales producidos. Ambos hechos nos llevan a la conclusión de que el desarrollo tecnológico agrario no supone un incremento en la producción, y tampoco ayuda a combatir los ciclos climáticos desfavorables para, así, mejorar la producción de los años en los que el clima no permite obtener la producción potencial de la tierra.

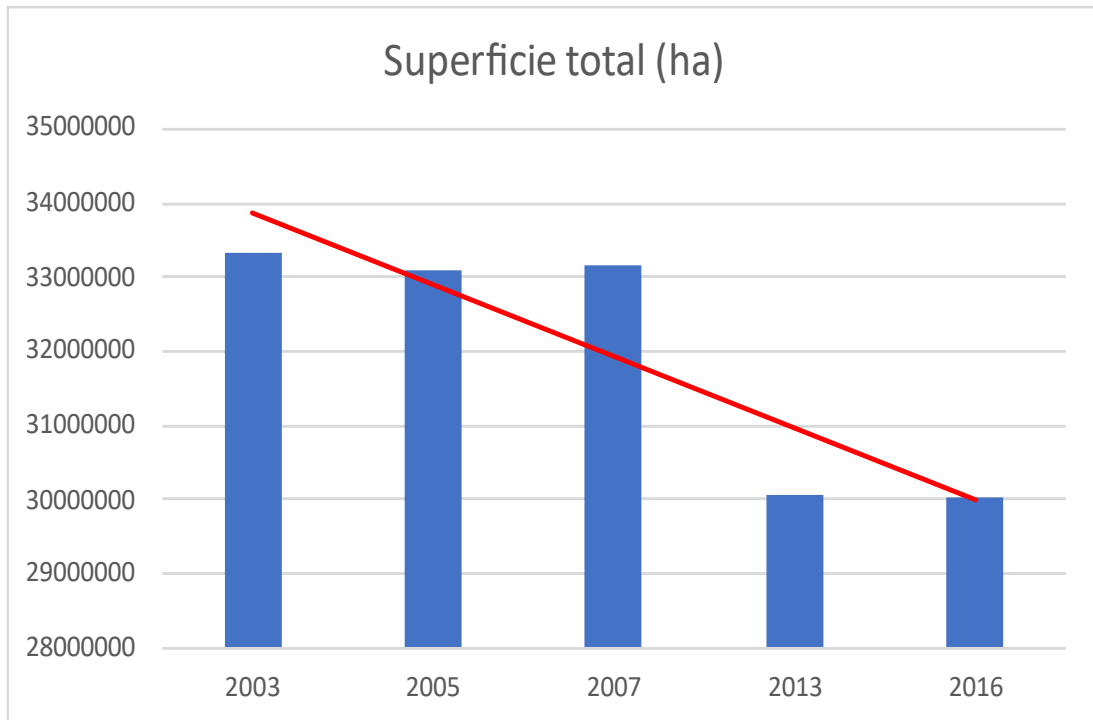


Con los dos primeros gráficos se podía deducir una hipótesis a través de una simple argumentación lógica: si el número de hectáreas cultivadas cae, pero la producción no lo hace (salvo por motivos climáticos), es lógico pensar que el rendimiento de cada hectárea habrá aumentado. Y, efectivamente, es lo que explica este tercer gráfico: representa el rendimiento de las hectáreas de cereales en nuestro país (kg/ha), y se puede intuir un ligero pero, por qué no decirlo, meritorio aumento en los últimos 20 años. Pese a ello, podemos seguir viendo que se producen esas caídas de rendimiento provocadas por los ciclos climáticos, así como ese “techo de cristal” o lo que al principio del trabajo llamábamos como producción potencial media de la tierra máxima de la que se habló con anterioridad, que en este caso se sitúa en cerca 4.000 kg/ha. Por ejemplo, la revista mensual, en este caso de agosto de 2022, que publica el Grupo AN (uno de los mayores grupos cooperativos del país), indica lo mismo: la digitalización no permite aprovechar en la mayoría de casos el clima favorable, y tampoco tiene poder para minimizar las pérdidas en años o épocas con clima desfavorable. Por ello, se puede concluir que la introducción de la tecnología sí que ha favorecido, aunque en justa medida, la mejora del rendimiento de la tierra, pese a que sigue sin ser capaz de paliar los efectos climáticos en años “malos”, y aprovechar las ventajas del clima en los años “buenos”, es decir, se refuerza la idea de que el rendimiento depende más de esos factores ajenos al agricultor que de la posible digitalización que podría aplicar ese mismo agricultor. Además, cabe destacar que no podemos atribuir todo ese incremento del rendimiento de la tierra a la

digitalización, sino que también entran en juego algunos factores como la mejora de conocimientos científicos y su aplicación en la cosecha (abonos, fertilizantes...), las mejores predicciones climáticas... Si bien es cierto que estos factores tienen como “aliado” principal la digitalización, podríamos tomarla como una digitalización indirecta, pues no se produce directamente en la explotación agrícola ni en el día a día del trabajo de la explotación.

Pasando a los segundos datos estadísticos explicados arriba, los datos elaborados por el INE sobre las explotaciones agrícolas (ver Anexo 2) refuerzan lo recién expuesto con la primera serie de datos analizada:

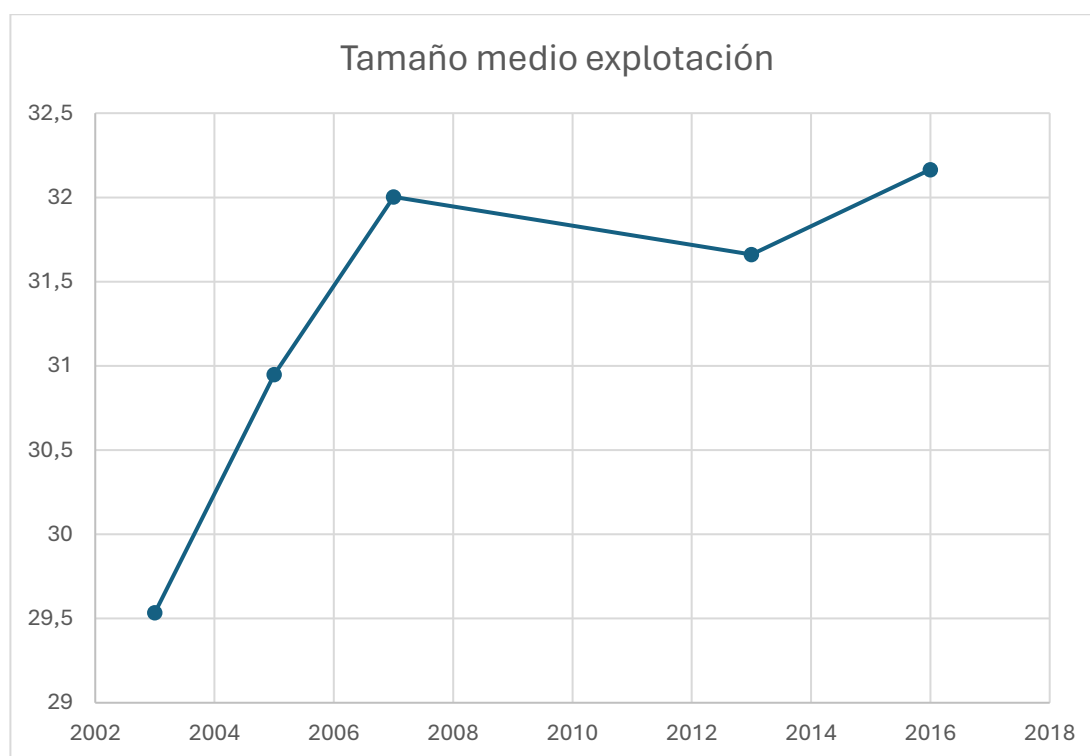




A primera vista se aprecia perfectamente una caída del número de explotaciones agrícolas y ganaderas en nuestro país a lo largo del siglo XXI, pasando de 1.150.000 poco más de 900.000 en menos de 20 años. Además, a ello se le suma la superficie total ocupada por estas explotaciones ha caído de forma abrupta: se han perdido 3 millones de hectáreas ocupadas (que se realice alguna labor agrícola sobre ellas) en 3 lustros. La caída fundamental vino a lo largo de la crisis de 2008: los agricultores propietarios de tierra prefirieron cultivar y trabajar menos hectáreas, y aquellas que cultivaran fueran las que les daban rendimientos buenos y/o les eran más cómodas de cultivar, pues la alternativa era tener asalariados a su cargo para cultivar la totalidad de las hectáreas de las que dispone. Es decir, los agricultores se hicieron “selectivos” con la tierra a cultivar, por lo que tanto el número de explotaciones como de superficie ocupada por las mismas cayó de esta forma acelerada tras la crisis de 2008. Todo ello supone otro pilar de la argumentación de este trabajo: la digitalización no ha permitido ni permite mitigar la caída de la mano de obra disponible en el sector primario, por lo que esa caída del trabajo en la agricultura condujo, inevitablemente, a una caída en la superficie ocupada por explotaciones agrícolas. Si bien es cierto que la digitalización agrícola puede traducirse en una mejora (por lo menos potencial, a la que se aspira) de la productividad de la tierra, no ha conseguido hasta el momento crear un efecto “imán” que hagan que las nuevas generaciones o personas provenientes de otros sectores se queden a trabajar como agricultores o, en el caso de que sí que haya creado ese efecto, no es lo suficientemente

potente como para paliar los efectos del envejecimiento del sector y despoblamiento rural, lo que se traduce en una caída en picado de empleados del sector primario.

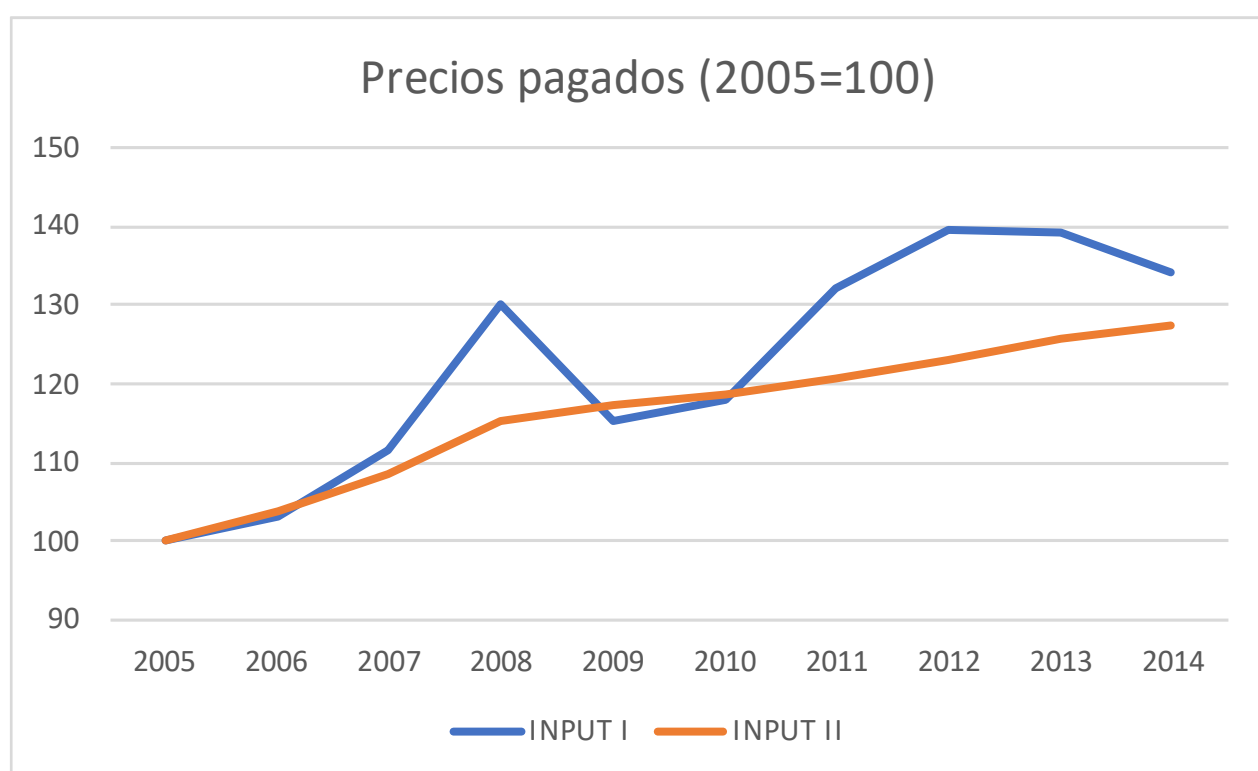
Siguiendo con datos relacionados con las explotaciones, ya hemos mencionado que el INE elabora la estadística de la superficie media de las explotaciones, por lo que podremos conocer si en los últimos años se ha producido una reagrupación de las tierras o si ha cambiado la forma de gestionar las pequeñas explotaciones especialmente.

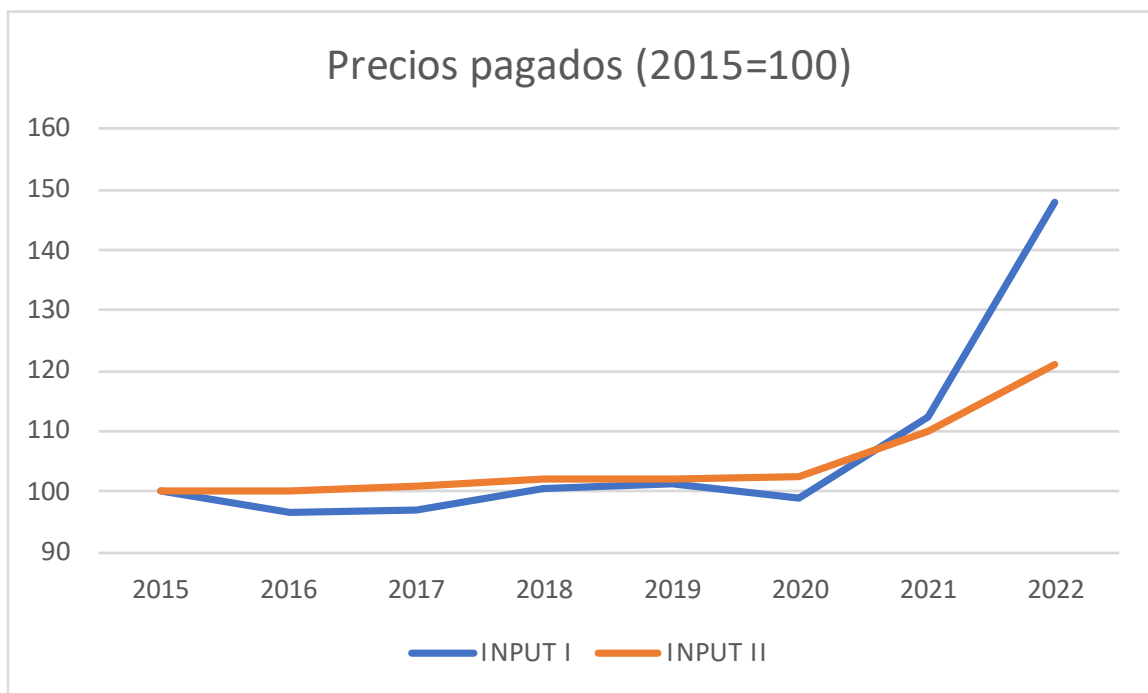
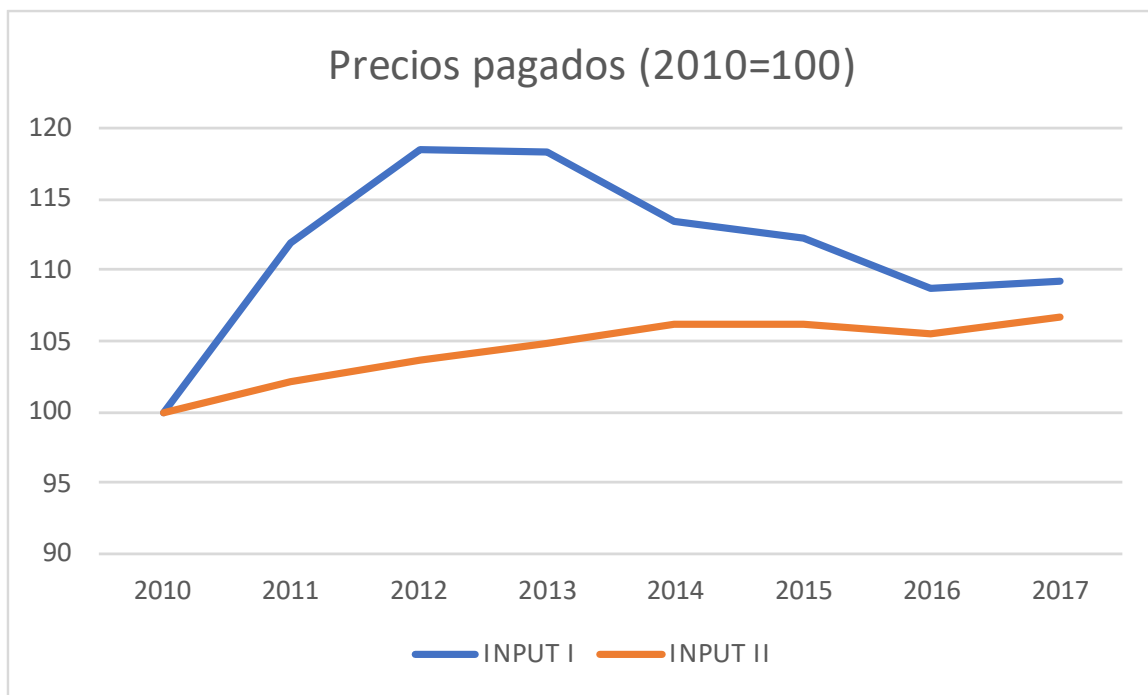


Podemos ver que el tamaño medio de la explotación (ver Anexo 3) ha aumentado de 29,5 hectáreas por explotación a más de 32 hectáreas en apenas 15 años. Esto nos puede dar una idea clave relacionada con la parte “demográfica” del sector, así como con la introducción de la digitalización del mismo. En primer lugar, este aumento del tamaño medio de la explotación está relacionado con la deriva que está tomando el sector agrario, creciente despoblamiento rural y progresivo envejecimiento de los agricultores: podemos intuir que los cada vez menos agricultores que quedan trabajando las tierras en los pueblos prefieren agrupar las tierras por comodidad y aprovechar economías de escala (menor gasto de gasolina en traslados a otras fincas, comodidad a la hora del trabajo diario, mayor aprovechamiento de jornadas laborales...). Además, la creciente despoblación y caída de empleos agrícolas ha creado la necesidad a propietarios de tierra de encontrar gente para realizar labores en sus fincas. Por ello, en los últimos años han proliferado empresas especializadas de servicios agrícolas que cuentan con mano de obra y

maquinaria actualizada para realizar prácticamente cualquier labor que se les solicite. Este es un claro ejemplo de externalización de la agricultura, pues normalmente estas empresas se ubican en cabeceras de comarca y abarcan muchos kilómetros a su alrededor ofreciendo sus servicios. De la misma forma, también supone un aprovechamiento de las economías de escala: estas empresas sí que se pueden permitir hacer grandes inversiones en maquinaria y digitalización de sus activos, pues van a realizar muchas más horas y trabajar sobre una cantidad de hectáreas mucho mayor que la del agricultor “particular”. Por ello, podemos concluir que este aumento del tamaño medio de las explotaciones viene motivado por las economías de escala y, en el caso de estas empresas especializadas, puede favorecer la introducción progresiva y favorable de las nuevas tecnologías en la agricultura.

Pasando ya a los datos que más pueden influir en el nivel y calidad de vida de los agricultores, y que también pueden hacer más atractivo este sector para nuevos miembros del mismo, analizando la evolución de los precios pagados por los agricultores (ver Anexo 4), con los correspondientes años base y la diferenciación que hemos hecho previamente entre INPUT I y II, se pueden destacar los siguientes resultados:



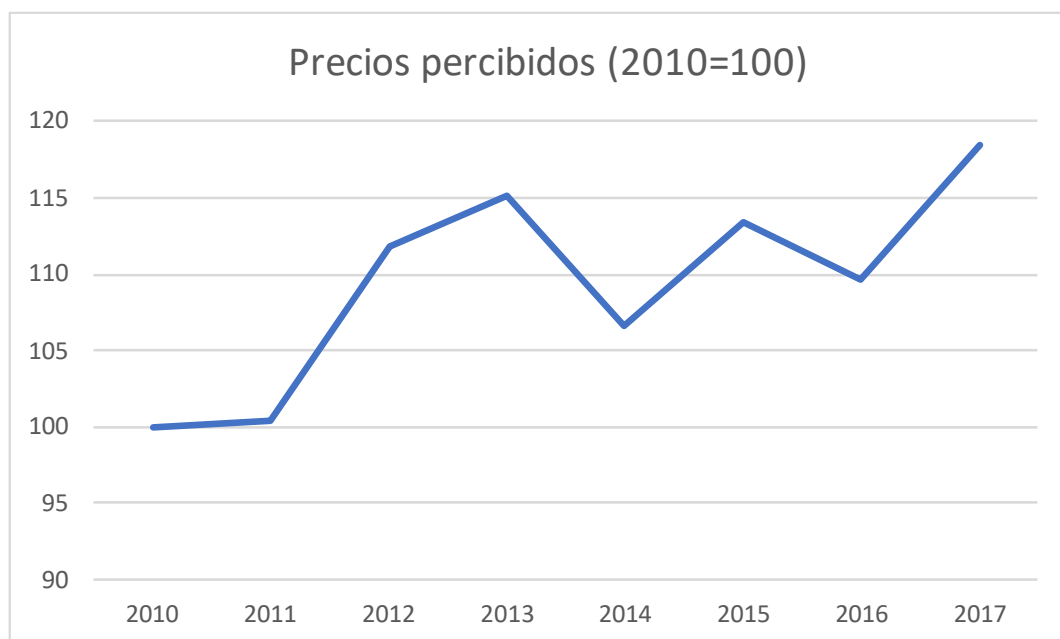
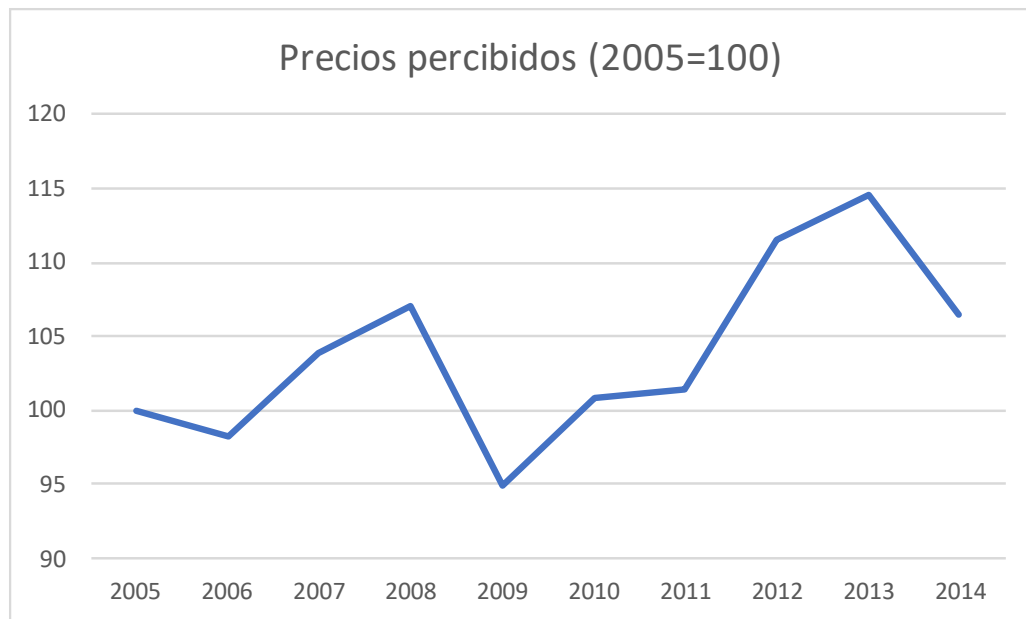


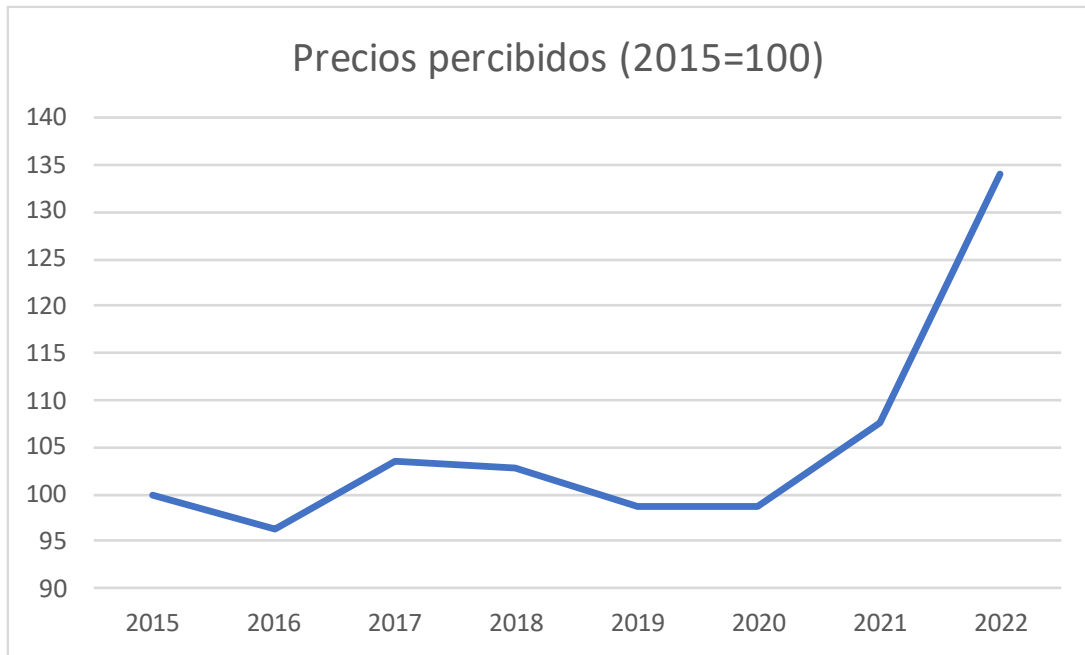
Antes de analizar las gráficas, cabe recordar lo que es cada Input que aparecen en estos datos: el INPUT I serán todos aquellos bienes de uso corriente en la explotación agrícola, como puede ser el combustible, aceites de motor, grasas, abonos, fertilizantes, herbicidas, semillas para siembra y demás utillaje que se va a consumir en el corto plazo (repuestos de aperos, recambios del motor...). Por otro lado, el INPUT II abarca los llamados bienes de inversión, es decir, aquellos que se van a mantener en la explotación

varias campañas de cosecha: tractores, cosechadoras, aperos, naves, silos para guardar cereal...

Pasando ya al análisis, a la vista de las tres gráficas (correspondientes a los tres años base disponibles), se puede apreciar un incremento en ambas variables: los precios de los dos tipos de Input se incrementan, en algunos casos en gran medida. Partiendo de que los años base son el valor 100, en ciertos años los precios pagados por los agricultores en INPUT I han sido hasta 40 puntos por encima del año base. Pero más clarificador puede ser centrarnos en el INPUT II, pues recoge bienes y productos de coste más elevado y son necesarios para comenzar una explotación, por lo que nos permite conocer la magnitud de la inversión en maquinaria a la que deben hacer frente los agricultores: tan solo en el lustro 2015-2020 ha parecido mantenerse relativamente constante el nivel de precios de los bienes de inversión, mientras que 2005-2010 se ha incrementado hasta 20 puntos, muy por encima de la inflación natural o deseable de una sociedad. Ambas variables permiten extraer dos conclusiones sobre la digitalización: en primer lugar, no permite la caída de los costes “diarios” en los que incurren los agricultores para realizar su actividad, que vienen expresados por el Input 1; y, en segundo lugar, los costes de los bienes de inversión a los que tienen que hacer frente los agricultores para digitalizar sus explotaciones crecen con el paso de los años, lo que puede crear reticencias a la hora de adoptar estas nuevas tecnologías así como dificultades de entrada para aquellos que quieran comenzar una explotación agrícola desde cero

Por último, respecto a los precios percibidos por los agricultores (ver Anexo 5), se pueden extraer las siguientes conclusiones:





Estos datos, siguiendo la misma metodología que la estadística de Precios Pagados anterior, usa los años base para ver la evolución en los años posteriores. En los tres casos se puede apreciar un incremento de los precios percibidos por los agricultores, pero ¿son mayores los ingresos que los costes?

En primer lugar, tomando como año base 2005, se puede ver la irregularidad de los precios percibidos por los agricultores, explicada por la inestabilidad geopolítica y variable oferta mundial de cereales, hortalizas... así como por la crisis mundial de 2008. Pese a ello, se puede intuir un incremento de los precios percibidos. Pero poniendo en contexto estos precios percibidos con respecto a los pagados, los agricultores salen perdiendo: se han incrementado más los precios a pagar que los precios que perciben por los bienes producidos, por lo que los agricultores se encuentran en una situación peor a lo largo de este periodo. Esto concuerda con las exigencias y reclamaciones que se vienen sucediendo últimamente por parte de los agricultores, que reclaman unos precios más justos que permitan que sus explotaciones no tengan que depender de unas subvenciones que, en algunos casos, son insuficientes.

Pasando a los años base 2010 y 2015, ambos siguen la argumentación arriba explicada: pese a que incrementan con respecto a su año base, lo que demuestra que los precios agrarios van acordes con el incremento del coste de la vida, es decir, con la inflación, los costes lo hacen en la misma medida, o incluso aumentan todavía más. Por ende, los agricultores tendrán más dificultades para adquirir estas nuevas tecnologías,

pues sus ahorros no se han visto aumentados en estas décadas de siglo. De la misma forma, al comprobar que la introducción de la digitalización no lleva a una diferenciación en el mercado de los productos producidos con su utilización, y que los precios percibidos no aumentan en exceso o no lo hacen en mayor medida que los costes, no encuentran incentivos para implementar nuevas tecnologías en el proceso de producción agrícola.

Si bien es cierto que, como ya se ha comentado, la producción de la tierra no depende solo de “las manos” del agricultor (en este caso, incluyendo también esa maquinaria tecnológica), sino que intervienen factores externos, sí que es un hecho que los precios que perciben los agricultores están sometidos a la situación geopolítica que se vive: claro es el ejemplo de cómo el conflicto en Ucrania ha hecho que los cereales valgan más en el mercado exterior, de la misma forma que otros productos como hortalizas o algunas frutas empiecen a ser inviables de producir en España por la importación desde otras regiones que producen más barato (como el caso de Marruecos con las verduras o Perú con los pimientos). Por ello, es crucial que haya unas buenas políticas públicas, fuertes, coherentes y que se actualicen con cierta rapidez y flexibilidad a la situación que se vive en los mercados agroalimentarios.

2.4. Testimonios de personas del sector

Para poder sacar algunas conclusiones en firme, además de los datos, puede ser de gran utilidad escuchar e intentar comprender el punto de vista de diferentes agentes implicados en este “juego” que crea la digitalización agrícola.

En primer lugar, Sergio Arregui es un joven agricultor cincovillés que ha ido implementando poco a poco digitalización y nuevas tecnologías en su explotación y gestión de ella. Tras un pasado familiar con una agricultura “tradicional” y pareja a los tiempos que se vivían, cuando él tomó las riendas de las tierras supo que el poder aprovechar sus conocimientos en nuevas tecnologías puede darle un plus a sus tierras. Comenzó adquiriendo maquinaria más sofisticada y con mayores tecnologías incorporadas con el fin de obtener mejores rendimientos, controlar mejor la gestión de la tierra (semilla justa en la siembra, abono justo en la primavera...). Si bien es cierto que toda esta maquinaria es más cara que otras más “rudimentarias” tecnológicamente hablando, esperaba que los retornos tanto económicos como en calidad de la labor realizada compensaran esta diferencia. Tras varios años y diferentes máquinas con

tecnología probadas, Sergio comenta que hay luces y sombras: si bien dice que son tecnologías que dan mucha ventaja en cuanto al control de enfermedades en los cultivos, precisión en la siembra y certeza en la cosecha, también son tecnologías que están en una fase muy poco madura de desarrollo y siguen dando problemas, desde el fallo del hardware tecnológico (rotura de microchips, problemas de recambios...), hasta algunos fallos de concepto en el desarrollo de sensores o programación del sistema (muchas veces esta tecnología está ideada en EEUU o centroeuropa, donde las planicies son abundantes, mientras que en España la realidad orográfica y climática es diferente).

Otro de los testimonios que es interesante escuchar es el de empresas con décadas de historia y cómo introducen nuevas tecnologías en sus productos actuales. Es el caso de Los Antonios, empresa de Tauste que lleva más de 50 años haciendo traíllas y aperos para nivelación del suelo y preparar la tierra antes de la siembra. Posteriormente, se incorpora y se da el salto a la tecnología láser: se incorpora un láser en el apero y otro en un trípode en el campo/camino a dejar con el nivel adecuado. Fueron y son pioneros en la producción de estas máquinas, produciendo cada vez máquinas láser de mayor magnitud y con mayor precisión, lo que les hace ser una de las empresas punteras en esta tecnología en la Península Ibérica (Anexo 6).

Un claro ejemplo de digitalización agrícola se puede ver cada dos años en la Feria Internacional de Maquinaria Agrícola (FIMA) que se celebra en Zaragoza. En la FIMA las empresas agrícolas más punteras del mundo llevan su maquinaria más innovadora y prototipos que hacen ver que la digitalización en la agricultura ha venido para quedarse. En el Anexo 7 hay algunos ejemplos de digitalización vistos en la FIMA de este mismo año.

Por último, Ignacio Hernández es piloto profesional de drones y ha visto como en los últimos años han aumentado exponencialmente los encargos que le han hecho relacionados con la agricultura. Desde tomar fotografías aéreas a fincas de agricultores particulares, a realizar toma de imágenes con un radar para analizar niveles de abono y enfermedades de la tierra o el cultivo, pasando por tareas de sulfatado de frutales o toma de muestras de polen en el aire. En el Anexo 8 podemos ver algunos pantallazos de cómo trabaja la programación de los vuelos en trabajos agrícolas. Ignacio nos comenta que esta digitalización tiene múltiples ventajas para el agricultor, como un mayor control de los cultivos o cerciorarse de que todo va según lo planeado, pero también es consciente de

las limitaciones técnicas de los drones (no pueden sulfatar grandes explotaciones, son caros...), así como las dificultades a la hora de introducir la tecnología en el sector (desconfianza de los agricultores, pocas ventajas aparentes...). Pese a ello, considera que la digitalización agrícola es imparable y que, poco a poco, tanto por parte de productores de tecnología como por parte de los agricultores, se creará un caldo de cultivo favorable para el aprovechamiento de todas las ventajas de introducirla.

3. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se partía de la base de las dificultades con las que cuenta la agricultura para implementar la digitalización y tecnología: aspectos como la falta de conocimientos tecnológicos, el despoblamiento rural y el envejecimiento del sector son grandes desafíos demográficos y estructurales a los que se enfrenta el sector, y que no contribuyen a crear un contexto o dinámica favorable para la introducción de estas nuevas tecnologías.

Tras haber analizado las cinco variables estudiadas en el trabajo, junto con la literatura al respecto de diversos autores, y los testimonios y casos reales de personas y empresas relacionadas con el sector, se pueden extraer unas conclusiones principales:

En primer lugar, la digitalización de la agricultura no permite suplir la totalidad de la mano de obra necesaria en el sector primario, por lo que, de la misma forma que ha ido ocurriendo en lo que va de siglo, las explotaciones y hectáreas ocupadas irán cayendo progresivamente, haciéndose una selección de las mejores y más rentables tierras para cultivar. Además, el tamaño medio de las explotaciones ha ido incrementándose progresivamente, lo que nos hace confirmar ese aprovechamiento de economías de escala y el surgimiento de empresas de servicios agrícolas que sí que tienen la capacidad de digitalizarse con mayor facilidad que los agricultores particulares.

En segundo lugar, la introducción de nuevas tecnologías en este sector no se traduce en una mejora de la producción de la tierra, pues la digitalización no supone un incremento de la producción en los años con clima desfavorable, ni permite romper esa barrera de la producción potencial de la tierra. Es decir, parece que las altas inversiones en tecnología no se ven recompensadas en mejoras en las cosechas.

Por último, la digitalización no ha traído, al menos de momento, mejoras en los términos económicos de los agricultores: los costes, tanto corrientes como de inversión, siguen incrementándose paulatinamente con el paso de los años; mientras que los ingresos que perciben los agricultores no han aumentado al ritmo y en la cuantía que lo han hecho los gastos, por lo que se hace complicado obtener el capital necesario para adoptar la digitalización en el proceso productivo agrícola. Esto se traduce en dificultades para nuevos agricultores o para aquellos que quieren modernizar su explotación.

Por todo ello, se puede concluir que la digitalización no trae consigo los beneficios esperados o aquellos beneficios que con trabajo, inversión y políticas adecuadas se

esperan conseguir en el futuro de ella por tres razones: no suple la mano de obra necesaria, no mejora la producción de la tierra, y no compensa realizar la elevada inversión inicial para adoptarla.

En definitiva, todas las conclusiones a las que se han llegado parecen suponer trabas para un sector que cada vez está más envejecido, que cuenta con una creciente burocracia y al que se suma el creciente despoblamiento rural, por lo que este sector va a necesitar más pronto que tarde una renovación generacional para mantener los niveles de producción actuales. Para lograrlo, será crucial llevar a cabo unas políticas de incentivos destinadas a la gente joven y una gestión correcta y eficiente de los recursos, tanto naturales como económicos, destinados al sector agrícola y al desarrollo rural, para volver a hacer de este sector un sector atractivo, rentable y sostenible en el largo plazo.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Gil Moya, E. (2019), “Agricultura 4.0, ¿Estamos preparados? ¿Realidad o ficción?”, Tierras de Castilla y León: Agricultura.
- Camarero, L. (2020), “Despoblamiento, baja densidad y brecha rural: un recorrido por una España desigual”, *Funcas*.
- Etxezarreta, M. (1998), “Tendencias de evolución de la agricultura del siglo XXI”, *Dossiers agraris*.
- Grupo AN (2022), “Un 25% menos de cereal”, *Acción Cooperativa Julio-Agosto 2022*.
- PriceWaterhouseCoopers (2017), “El futuro del sector agrícola español”.
- Pascual, A. (2017), “Digitalización y agricultura, binomio estratégico para el siglo XXI”, EfeAgro.
- Hualpa Zúñiga, A.M., Rangel Díaz, J. E. (2022), “Trazabilidad en el sector agrícola; una revisión para el periodo 2017-2022”, *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 34, Nº 2.
- Ríos Hernández, R. (2022), “La agricultura de precisión, una necesidad actual”, *Ingeniería Agrícola*.
- Delgado Serrano, M. M., Sánchez, S., “Retos y oportunidades de la digitalización en la agricultura, la silvicultura y las áreas rurales”, publicación de la Universidad Politécnica de Cartagena, Pp. 693-696.

5. ANEXOS

Anexo 1 – Superficies agrícolas y producción

AÑO	Superficie (miles hectáreas)	Producción (miles de toneladas)	Miles de kg	Rendimiento (kg/ha)	Valor (miles de euros)
2000	6807	24567	24567000000	3609,1	3184137
2001	6428	18055	18055000000	2808,8	2575447
2002	6729	21683	21683000000	3222,3	2894872
2003	6627	21170	21170000000	3194,5	2924833
2004	6603	24849	24849000000	3763,3	3412054
2005	6596	14241	14241000000	2159,0	2359344
2006	6305	19092	19092000000	3028,1	2629835
2007	6244	24544	24544000000	3930,8	4777990
2008	6740	24180	24180000000	3587,5	4625040
2009	6077	17884	17884000000	2942,9	2572124
2010	6040	19880	19880000000	3291,4	3269396
2011	5985	22095	22095000000	3691,7	4580903
2012	6170	17544	17544000000	2843,4	4003467
2013	6268	25374	25374000000	4048,2	4888762
2014	6317	20597	20597000000	3260,6	3681432
2015	6196	20141	20141000000	3250,6	3702937
2016	6240	24115	24115000000	3864,6	3964711
2017	6015	16659	16659000000	2769,6	2902062
2018	6028	24491	24491000000	4062,9	4348687
2019	5976	19942	19942000000	3337,0	3634176

Anexo 2 – Número de explotaciones

AÑO	Nº explotaciones	Superficie total (ha)
2003	1127969	33314181
2005	1069748	33107165
2007	1036210	33162188
2013	948868	30042209
2016	933059	30012082

Anexo 3 – Tamaño medio de explotación

Año	Número de explotaciones	Hectáreas	Tamaño medio explotación
2003	1127969	33314181	29,5346601
2005	1069748	33107165	30,9485645
2007	1036210	33162188	32,0033468
2013	948868	30042209	31,6611046
2016	933059	30012082	32,1652564

Anexo 4 – Índice precios pagados por agricultores

BASE 2005=100			BASE 2010=100			BASE 2015=100		
AÑO	INPUT I	INPUT II	AÑO	INPUT I	INPUT II	AÑO	INPUT I	INPUT II
2005	100	100	2010	100	100	2015	100	100
2006	103,05	103,75	2011	111,98	102,07	2016	96,57	100,3
2007	111,64	108,54	2012	118,52	103,72	2017	96,87	100,92
2008	130,12	115,36	2013	118,44	104,77	2018	100,51	102,19
2009	115,42	117,26	2014	113,55	106,11	2019	101,4	102,05
2010	117,9	118,52	2015	112,29	106,26	2020	98,77	102,62
2011	132,27	120,77	2016	108,79	105,47	2021	112,26	109,84
2012	139,54	122,99	2017	109,25	106,68	2022	147,89	121,01
2013	139,46	125,64						
2014	134,28	127,58						

Anexo 5 – Índice de precios percibidos por los agricultores

BASE 2005=100		BASE 2010=100		BASE 2015=100	
AÑO	Precios percibidos	AÑO	Precios percibidos	AÑO	Precios percibidos
2005	100	2010	100	2015	100
2006	98,26	2011	100,48	2016	96,33
2007	103,83	2012	111,76	2017	103,48
2008	107,03	2013	115,22	2018	102,89
2009	94,89	2014	106,67	2019	98,61
2010	100,78	2015	113,43	2020	98,8
2011	101,47	2016	109,7	2021	107,67
2012	111,56	2017	118,44	2022	134,07
2013	114,64				
2014	106,5				

Anexo 6 – Digitalización en empresas: Los Antonios



Ejemplo de maquina que incorpora la tecnología láser para un trabajo de máxima precisión.





Emisor láser que examina el terreno a nivelar y transmite la información al apero



Ejemplo de la funcionalidad de esta tecnología: nivelación de campos de fútbol

Anexo 7: ejemplos de digitalización vistos en FIMA



AHORRA TIEMPO Y DINERO

Olvidate de la espuma y de malgastar tu tiempo. Agroguía está diseñado para el trabajo con elevados anchos de trabajo.



SENCILLO DE USAR

Configura el ancho del apero y pulsa empezar. A partir de ese momento Agroguía estará funcionando.



FÁCIL INSTALACIÓN

Basta con colocar un soporte en el cristal delantero, situar el GPS en el techo de la cabina y conectar la toma de corriente a la tableta.

Agroguía: GPS de máxima precisión para tareas de siembra, abonado o sulfatado

CUADERNO DE CAMPO VIRTUAL



Agrodato: empresa que ofrece cuaderno de campo virtual y en la "nube" con un intuitivo manejo

VEGGA

Inicio Clientes Mis Mensajes Alertas Configuración Daniel Martín

Espacio del cliente Agro Alt penedés

Dashboard Usuarios Mapas Cultivos Suscripciones Mis módulos Riego de precisión Inicio Equipos Gráficas Gestión de fincas Control de plagas Nutrición

Equipos

Equipo: **Badina** Nº Serie: **130915** Tipo / Versión: **A-2500 / 125** Estado: **Conectado**
 Hora del equipo: **Mie 03/03/2022 10:59** Anomalías: **0** Últimas com.: **05/03/2021 04:22** **Cambiar estado**

Programas Sectores Bandejas Fertilización Filtros Sensores Salidas generales Caudal Pivota Mezcla

Programas	Inicio del riego	Riego pendiente	Riego programado	Sectores	Iniciado por	Estado
Olivos	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	En riego
Almendros	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	Fuera de servi
Tomates	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	No conectado
Maiz	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	-
Frutales	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	No riego
Viñedos	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	No riego
Pistacho	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	No riego
Frutales del norte	18:02	46min	5h 32min	2	Horario	No riego
Programa 1	-	-	-	-	Horario	No operativo
Programa 5	-	-	-	-	Horario	No operativo

Vegga: gestión de la explotación y cultivos de forma rápida y eficiente, con la recepción de avisos en tiempo real, o la posibilidad de controlar partes automatizadas de la explotación (pívot de regadío, por ejemplo).

Anexo 8 – Uso de drones para labores agrícolas





Toma de fotografías para prevenir enfermedades del cultivo



Trayectoria seguida por el dron durante un vuelo de sulfatado



Ejemplo de programación de un vuelo de un dron sobre una superficie cultivada