

ORIGINAL

## Big data and artificial intelligence for innovation in management in the agricultural industry in Extremadura

## Big data e inteligencia artificial para la innovación en el management en la industria agropecuaria extremeña

Jesica Tirado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Siglo 21, Licenciatura en administración de empresas. Buenos Aires. Argentina.

Citar como: Tirado J. Big data and artificial intelligence for innovation in management in the agricultural industry in Extremadura. EthAlca. 2022; 1:38. <https://doi.org/10.56294/ai202238>

Enviado: 20-09-2021

Revisado: 22-12-2021

Aceptado: 12-06-2022

Publicado: 13-09-2022

Editor: PhD. Rubén González Vallejo 

### ABSTRACT

Technology behaves in a disruptive way. As the word implies, it abruptly breaks the way in which people's lives unfold, mainly the organizational. Provides unique opportunities, where we can achieve dreams that were only scenes of science fiction movies, but that Today strongly impact in the world of organizations. This can be seen with autonomous vehicles, which transform the way in which transport companies formulate their business models; the holographic communication which provides the possibility of gathering directors of companies in a fraction of a second and decision making; and big data, which implies the reformulation of commercial strategies in relation to real information about consumers offered by bigdata; among others. In order to take advantage of these advances, it is necessary to pay attention to the changes and adapt correctly. The present investigation has the objective to know if agricultural companies in Extremadura, Spain are aware of the need for organizational adaptation to develop successfully in this 4th industrial revolution, mainly by incorporating big data technology. Response that will be sought through a documentary and descriptive investigation about this reality in the companies selected intentionally.

**Keywords:** 4th Industrial Revolution; Big Data; Organizational Adaptation; Change; Agriculture.

### RESUMEN

La tecnología se comporta de manera disruptiva. Como la palabra lo indica, rompe bruscamente la manera en la que se desenvuelve la vida de las personas, principalmente la vida de las organizaciones. Brinda oportunidades únicas, donde podemos alcanzar sueños que solo eran escenas de películas de ciencia ficción, pero que hoy impactan fuertemente en el mundo de las organizaciones. Esto, puede observar con los vehículos autónomos, que transforman la manera en que las empresas formulan sus modelos de negocio; la comunicación holográfica, que brinda la posibilidad de reunir directivos de compañías en una fracción de segundo y acelera la toma de decisiones; y el big data, que implica la reformulación de estrategias comerciales en relación con información real sobre los consumidores; entre otros. Para aprovechar positivamente estos avances, es necesario atender a los cambios y adaptarse correctamente. La presente investigación Tiene el objetivo de conocer si las empresas agropecuarias de Extremadura, España son conscientes de la necesidad de adaptación organizacional para desarrollarse exitosamente en esta 4ta revolución industrial, principalmente al incorporar tecnología big data. Respuesta que se buscará a través de una investigación documental y descriptiva sobre esta realidad en las empresas seleccionadas de manera intencional.

**Palabras clave:** 4ta Revolución Industrial; Big Data; Adaptación Organizacional; Cambio; Agropecuaria.

## INTRODUCCIÓN

Existen momentos en que los hallazgos tecnológicos apuntalan cambios que, tal como el efecto del aleteo de una mariposa, transforman en muy poco tiempo la realidad y afectan a la humanidad en infinidad de aspectos. Los emprendedores toman los avances tecnológicos, los aplican creativamente, presentan nuevos negocios, los llevan al mercado, en donde, su utilidad y posibilidades se potencian. Al mismo tiempo, dichos avances tecnológicos se adaptan a las necesidades de los consumidores, se naturalizan y llega al punto en el que no se concibe una manera de vivir sin esa tecnología. De esta manera, transforman desde el modo de relacionarnos, movilizarnos y, comunicarnos. Además, suponen la necesidad de nuevos tipos de empleos y la caducidad de los tradicionales.

Ahora bien, más allá de las similitudes que esta revolución industrial tiene con las anteriores, se debe considerar que el impacto de la presente es tan grande y abarcativa que, tal como señala Schwab<sup>(1)</sup> en las revoluciones anteriores los cambios fueron, en su mayoría, de tipo social y sobre oportunidades, pero esta nueva revolución es diferente, sobre todo si se considera la velocidad con la que las nuevas ideas y tecnologías se esparcen alrededor del mundo y provocan que las empresas de todo tipo de industrias, reconsideren su manera de hacer negocios. Las implicancias de esta nueva revolución industrial son tan amplias que afecta desde lo más sencillo que podría ser la presentación de publicidades altamente personalizadas en los canales de búsqueda de internet, la manera de comunicarnos, hasta la bio-ciencia de la mano de la biotecnología y la inteligencia artificial, para resolver problemas de salud u operaciones remotas en un cuerpo humano. Esto es así debido a que la 4ta revolución industrial implica avances del tipo: inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, vehículos autónomos, impresoras 3d, nanotecnología, biotecnología, almacenamiento de energía, entre otras que llegaron para quedarse.

Uno de los temas centrales que ocupa a las grandes empresas es la administración de inmensos volúmenes de datos: big data. Esta es una herramienta que involucra el procesamiento de un flujo gigantesco de información, pero con características que la diferencia de sistemas comunes de base de datos. El especialista en estrategia Marr<sup>(2)</sup> determina 4 “Vs” para comprender el funcionamiento y la importancia de la herramienta: volumen, velocidad, variedad y veracidad. Estos son los pilares en los que se sostiene esta tecnología que cambia la manera de plantear y manejar estrategias y modelos de negocios contando con información que, bien utilizada, transforma la llegada al cliente y logra romper, por ejemplo, con la frialdad y despersionización que hasta hace muy poco implicaba el trato con el cliente virtual, la manera de tratar enfermedades mediante el procesamiento de información en tiempo real de cada paciente, la manera en la que logísticamente se administra el stock y muchos otros usos de diversas industrias. De esta manera, es fundamental que las empresas de todas las industrias reconsideren las formas tradicionales de hacer negocios y se adapten a los cambios rápidos en la tecnología y las expectativas de los consumidores.

Ahora, lo fundamental es saber qué sucede con la estrategia y la creación de valor de esa información para las compañías en búsqueda de competitividad, ya que esta tecnología, bien administrada, colabora con la multiplicación exponencial de las posibilidades de generación de valor y ventaja competitiva de las empresas. Porter y Heppelmann<sup>(3)</sup> expresan que, mediante la atención a la reformulación de la cadena de valor, el aumento de seguridad en los procesos, la toma de decisiones basadas en datos reales y actualizados en el momento, se alcanza una ventaja relacionada a la personalización de la atención para brindar una mejor calidad de experiencia a los consumidores.

## MÉTODO

### Diseño

La presente investigación tendrá un alcance descriptivo y será realizado mediante un enfoque de tipo cualitativo con diseño no experimental transversal. Se centrará en conocer si las empresas en Extremadura reconocen la importancia de adaptar su sistema para aprovechar correctamente las nuevas tecnologías y ser competitivos. Se tendrá en cuenta el nivel de incorporación actual de tecnologías en las empresas extremeñas y se dividirá el análisis entre empresas que las implementan y aquellas que todavía no lo hacen. También se considerarán, investigaciones previas que explican el impacto de la 4ta revolución industrial, sus componentes, sus características y, principalmente, lo relacionado a las herramientas de big data.

El contexto en el que se pretenden estudiar estas características es la Comunidad Autónoma de Extremadura en organizaciones de la industria agropecuaria en particular, pero seleccionadas intencionalmente según cumplan con las características que exigen los objetivos de la investigación.

Para cumplir con el primer, objetivo planteado, se partirá desde una indagación de tipo documental sobre cuestiones teóricas relacionadas a los temas centrales e investigaciones con información empírica sobre esta realidad. Luego, en base a los resultados obtenidos, y mediante el uso de fuentes primarias, se conocerá la realidad de las empresas, se irá desde lo general a lo particular, para arribar a los demás objetivos específicos.

### Participantes

En la sección documental, la población estará compuesta por libros de gestión y la muestra será no

probabilística intencional cuya unidad de análisis se limitará a: un libro de Principios de Administración “Administración. Una perspectiva global” Koontz, H. y Weihrich, H.<sup>(4)</sup> Un libro de Administración estratégica “Administración Estratégica” de Hill, W. L. y Jones, G. R.<sup>(5)</sup> y por último un libro sobre Incorporación de Tecnología para el management “Big Data en la Práctica” de Marr, B.<sup>(6)</sup>

Para la segunda sección de la investigación, La población está compuesta por las 12 organizaciones agropecuarias de Extremadura. La muestra es de tipo no probabilística intencional y los participantes se componen por gerentes generales tanto de empresas que tengan potencialidad de uso de tecnología big data como de aquellas que efectivamente hayan incorporado esta tecnología, cada uno de los cuales contestará a cuestionarios de entrevistas especialmente formuladas.

En la selección de las empresas se han escogido organizaciones de diverso tamaño buscando mantener una proporción entre empresas grandes y pequeñas en concordancia con los indicadores del sector según el Instituto Nacional de Encuestas de España.

Las entrevistas se realizaron a personal de 12 empresas, 7 de la industria agrícola y 5 de la industria ganadera.

De las explotaciones agrícolas 2 son grandes y están gestionadas por personal con capacitación universitaria, las otras 5 son empresas familiares gestionadas por sus propios dueños, quienes se han formado en la misma tierra, a través de cursos y cooperativas.

En el caso de las 5 explotaciones ganaderas, solo una de ellas es grande y está gestionada por personal capacitado con formación Universitaria.

	Extremadura	Extremadura/ España %
Núm. de explotaciones con SAU	61 227	6,6
Superficie agropecuaria útil (ha)	2 425 122	10,4
SAU/explotación (ha)	39,6	158,0
Explotación en propiedad (núm.)	52 809	6,4
Explotación arrendada (núm.)	14 986	7,0
Explotación otros regímenes	6 104	5,3
UTA	54 657	6,8
Familiar	30 532	6,5
Asalariado	24 125	7,3
Jefe de explotación con formación agropecuaria	12 304	6,0
Jefe de explotación con formación universitaria	1 400	7,9

### Instrumentos de recolección

Para la parte documental, los instrumentos de recolección serán las fichas de contenido, las fichas bibliográficas, hemerográficas y el registro de páginas electrónicas.

Para la parte de recolección de fuente primaria, el instrumento de recolección a utilizar será la entrevista semi estructurada, a través de cuestionarios indirectos administrados por un especialista. Este tipo de entrevista es ideal para obtener descripciones e información sobre ideas, creencias y concepciones de la persona que actúa en la realidad que queremos analizar. Además, estas entrevistas se caracterizan por ser: Parte de un guion (un listado tentativo de temas y preguntas) en el cual se señalan los temas relacionados con la temática del estudio. En el desarrollo de la entrevista, se van planteando los interrogantes sin aferrarse a la secuencia establecida previamente, permitiéndose que se formulen preguntas no previstas pero pertinentes. El guion indica la información que se necesita para alcanzar los objetivos planteados.<sup>(7)</sup>

La formulación de los cuestionarios deberá realizarse teniendo en cuenta los resultados de la investigación documental.

### Análisis de datos

Los datos para analizar serán de tipo cualitativos. El procedimiento para el análisis de datos será el siguiente: Obtención de la información a través de la búsqueda documental y los cuestionarios; capturar, transcribir y ordenar la información a través de la recolección de material original y las entrevistas a través del registro electrónico de las mismas; luego se continuará con la codificación de la información agrupando según categorías, conceptos preseleccionados por el investigador y se culmina con la integración de la información mediante el análisis y categorización de la información recopilada en relación al alcance de los objetivos propuestos.

## RESULTADOS

Se prevé que, debido al aumento de la población, la demanda de alimentos aumente para el 2050 al menos un 60 % por encima de los niveles de 2006. Este aumento, si no cambia la forma de producir, afectará negativamente el ciclo del carbono, siendo que actualmente la industria agropecuaria representa la quinta parte de las emisiones totales.<sup>(8)</sup>

Esta problemática ha llevado a científicos, empresas, organizaciones, gobiernos, etc. de todo el mundo a invertir en un proceso de innovación constante en esta industria.

El objetivo principal de este trabajo es averiguar si la industria agropecuaria en Extremadura conoce los avances en el campo de la inteligencia artificial y big data para el sector y si es consciente de la necesidad de implementar estas nuevas tecnologías, así como, en caso de serlo, si está preparada para implementar los cambios necesarios en infraestructura y gestión.

Con esta finalidad se realizaron entrevistas a responsables de empresas del sector de diverso tamaño buscando mantener una proporción entre empresas grandes y pequeñas en concordancia con los indicadores del sector según el Instituto Nacional de Encuestas de España.<sup>(9)</sup>

Las entrevistas se realizaron a personal de 12 empresas, 7 de la industria agrícola y 5 de la industria ganadera.

De las explotaciones agrícolas 2 son grandes y están gestionadas por personal con capacitación universitaria, las otras 5 son empresas familiares gestionadas por sus propios dueños, quienes se han formado en la misma tierra, cursos y cooperativas.

En el caso de las 5 explotaciones ganaderas, solo una de ellas es grande y está gestionada por personal capacitado con formación Universitaria.

De las entrevistas, se observa que en general la industria Agropecuaria en la región es muy tradicional y en gran porcentaje los jefes de las explotaciones son mayores de 60 años sin formación universitaria.

Los avances se van implementando lentamente, mucho más lentamente en la industria ganadera que en la industria agrícola, y más por impulso del gobierno, de las empresas productoras de maquinaria, etc. que, por iniciativa de los propios productores, quienes en su mayoría no comprenden si quiera qué es la inteligencia artificial ni son conscientes de la necesidad de implementarla.

Siendo que en Extremadura encontramos más del 10 % de la superficie agropecuaria útil (SAU) de España y que España se encuentra entre los cuatro países con mayor SAU de Europa (junto con Francia, Italia y Alemania), este dato es importante, no solo como indicador de la que puede ser la realidad en el resto de España y de Europa, también por la relevancia de la región en la industria.<sup>(10,11)</sup>

Sería importante extender este estudio en números de empresas e incluso geográficamente para poder determinar si lo que ocurre en las empresas de la muestra es verdaderamente representativo del sector y, de ser así, concientizar a los productores de la necesidad de actualizar la industria para obtener una mayor producción con menor impacto ambiental.

Los resultados hallados son expuestos a continuación en dos categorías Industria agrícola e Industria Ganadera por sus diferencias.

### Resultados en la industria agrícola

A través del estudio de bibliografía se ha determinado qué tecnología hay disponible en el sector y a través de las entrevistas, en que extensión la tecnología disponible se está aplicando en el sector, si se están adaptando las explotaciones en infraestructura y gestión para sacar el mayor provecho de esta tecnología y si aquellas empresas que no las aplican aún son conscientes de la importancia de incorporarla.

1. *Tecnología disponible*: Se ha clasificado la tecnología disponible en tres categorías principales: maquinaria, monitoreo de cultivos y suelo y análisis predictivo.

Esta clasificación surge de una de las primeras entrevistas, realizada a Jaime Lorenzo El Señor Lorenzo utiliza estas categorías al describir los pasos, como los llama él, a seguir para la incorporación de inteligencia artificial y Big Data en su explotación.

...desde mi incorporación en la gestión he comenzado a invertir en inteligencia artificial, estamos reemplazando la maquinaria actual por tractores, desbrozadoras, atomizadores todos con GPS y sensores que automatizan estas tareas. Obtuvimos una subvención poco después de mi incorporación y la invertimos en al completo en modernizar las máquinas para ir automatizando tareas. Así son más precisas, se utiliza menos personal y hay menos desperdicio de producto.

El siguiente paso sería sensores en el suelo y cultivos para empezar a entender cómo están en cada momento.

Ya luego solo faltaría dar el salto a analizar la información de los sensores para poder adelantarse y no solo responder a cómo se encuentra, pero lo veo para más adelante.

Esta clasificación utilizada por el señor Lorenzo muestra ser extrapolable al resto de las organizaciones para ver dónde se encuentran en la implementación de esta tecnología.

Definidas con más detalle, cómo las utilizaré a lo largo del trabajo, las tres categorías son:

- Maquinaria / robots: Maquinaria para automatizar labores agrícolas básicos como la siembra, cosecha, control de mezclas y pulverización.
- Monitoreo de cultivos y suelos: Mediante la visión por dispositivos electrónicos y algoritmos de aprendizaje, para procesar datos capturados por drones y/o tecnología basada en software, con la finalidad de monitorear la sanidad de los cultivos y suelo.
- Análisis predictivo: Con modelos de aprendizaje automático para monitorear y predecir el impacto de las condiciones ambientales sobre el desempeño y rendimiento de los cultivos.

2. *Aplicación en la industria extremeña de esta tecnología:* El 100% de las explotaciones agrícolas entrevistadas utiliza maquinaria con alguna forma de inteligencia artificial (principalmente GPS para la pulverización).

El 45 % de las explotaciones ha implementado esta tecnología activamente (E1, E2, E3), el restante 55 % (E4, E5, E6, E7) se adaptó a esta tecnología al reponer maquinaria y encontrar estas funciones de serie. Los responsables de estas confiesan no estar seguros de utilizar todas las funcionalidades que ofrecen.

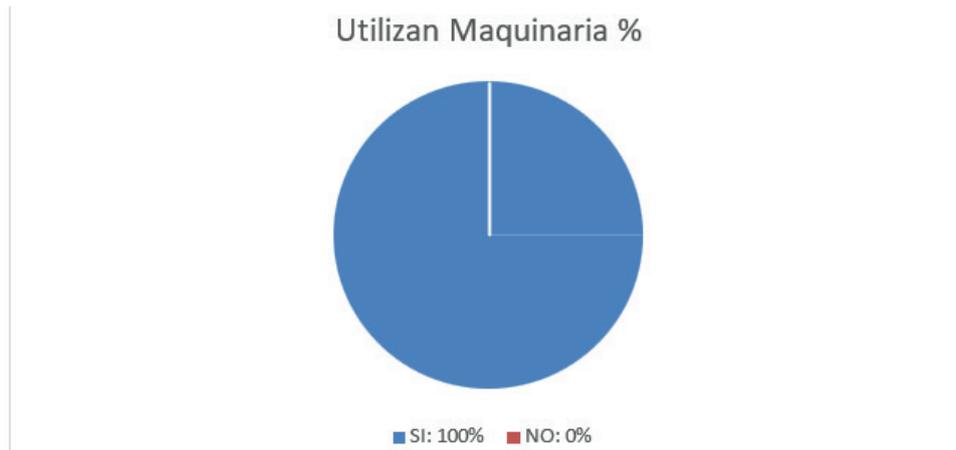


Figura 1. Porcentaje de explotaciones agrícolas que utilizan algún tipo de maquinaria con inteligencia artificial

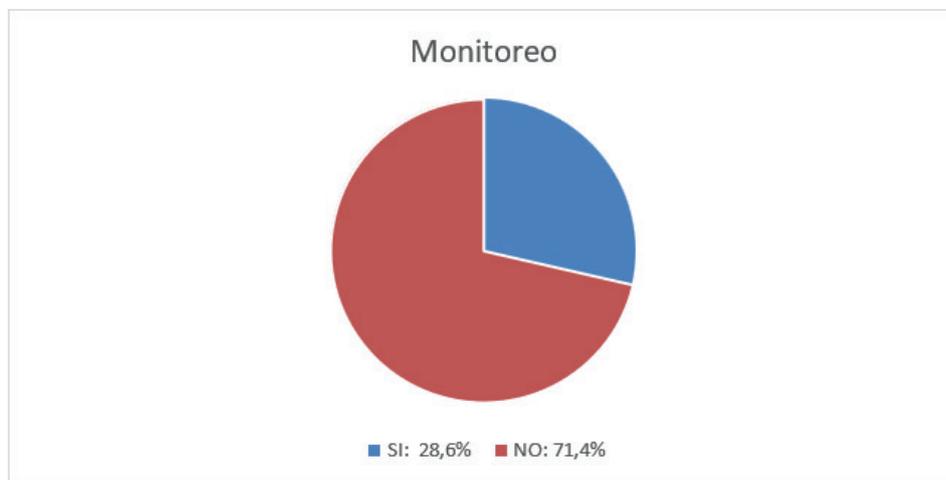


Figura 2. Porcentaje de explotaciones agrícolas que utilizan sensores para el monitoreo del suelo y/o cultivo

En cuanto a la tecnología de monitoreo, solo las dos más grandes (E1, E2), lo que representa el 28,6 % de la muestra, han comenzado a utilizar alguna herramienta de monitoreo con inteligencia artificial y big data. En otra de ella (E3), el socio ha asistido a alguna formación para conocer mejor esta tecnología y está estudiando aplicarla en un futuro.

El análisis predictivo no está siendo utilizado en ninguna de las explotaciones agrarias entrevistadas.

3. *Entre las empresas que no utilizan aún inteligencia artificial:* Si bien todas la aplican en alguna medida, el 55 % de las explotaciones solo la utilizan en maquinaria porque esta tecnología viene de serie.

Estas empresas están gestionadas por mayores de 60 años, las explotaciones se encuentran en tierras en propiedades familiares y ninguno de ellos parece comprender la necesidad o los beneficios de incorporar esta tecnología. Solo uno de ellos (E4) conocía un poco de inteligencia artificial y la tecnología disponible en el campo, ninguno de ellos estaba familiarizado con el término big data.

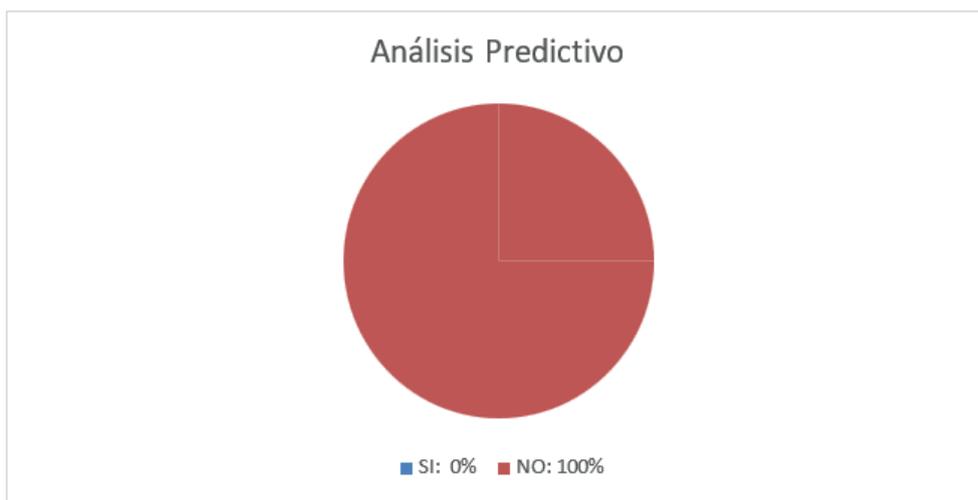


Figura 3. Porcentaje de explotaciones agrícolas que utilizan modelos de análisis predictivo

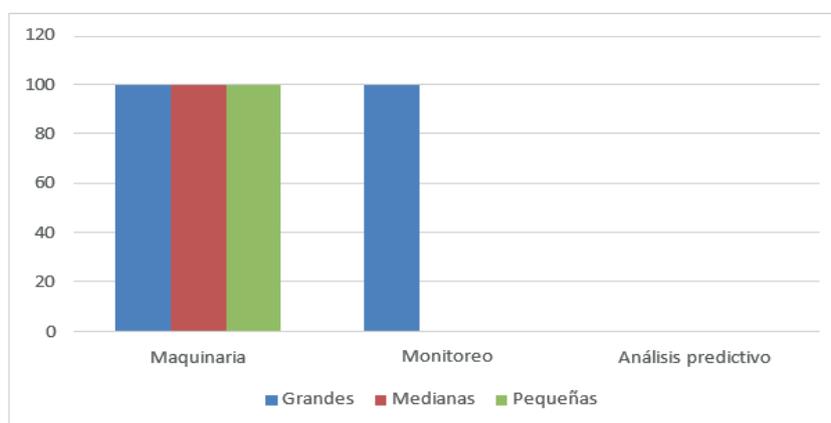


Figura 4. Si se presentan los datos dependiendo del tamaño de la explotación

4. *Adaptación de la industria para la implementación de inteligencia artificial y big data*: Serán expuestos los resultados teniendo en cuenta las categorías definidas para esta tecnología.

- **Maquinaria**: Todas las explotaciones dicen haber capacitado a sus empleados para el manejo de maquinaria con inteligencia artificial y estar reemplazando la maquinaria que no incorpora esta tecnología.
- **Monitoreo**: Solo las dos empresas grandes, (E1, E2) 28,6 % de la muestra, que ya la aplican cuentan con personal capacitado capaz de leer y analizar los datos y con gestores conscientes de la importancia de consultores externos, así como de utilizar los datos obtenidos para la toma de decisiones de gestión.

El socio de la empresa que plantea incorporar esta tecnología en el futuro (E3) no se había planteado aún la necesidad de una reestructuración de la gestión. A diferencia de lo que ocurre en las dos primeras que cambiaron su estructura de gestión al decidir crecer y ver la necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías, en esta explotación sucedió al revés, al jubilarse el anterior jefe de la explotación y reemplazarle en el cargo el entrevistado, quien ya era conocedor en alguna medida de los avances en inteligencia artificial y big data, comienza a implementar esta tecnología y a reemplazar maquinaria poco a poco.

*Análisis predictivo*: Ninguna de las empresas está utilizando esta tecnología ni se ha planteado aún las necesidades estructurales o de gestión necesarias para aplicarla.

### Resultados en la industria ganadera

Los resultados serán expuestos siguiendo el mismo esquema utilizado para la industria agrícola.

1. *Tecnología disponible*: Será clasificada en las mismas tres categorías principales

- **Maquinaria / robots**: Maquinaria para el ordeño automatizado, robots que depositan la comida y drones de pastoreo.
- **Monitoreo de ganado**: Mediante sensores en el ganado que monitorean la ubicación
- **y comportamiento del ganado**, vallas virtuales (utilizan los mismos sensores para dar pequeñas

descargas al ganado cuando pasa de una zona determinada)

- Análisis predictivo: Modelos que analizan los datos de comportamiento de animales obtenidos por sensores para detectar anomalías, medir indicadores biométricos y/o relacionados con el consumo energético o de alimento, predecir necesidad y enfermedades.

2. *Aplicación en la industria extremeña de esta tecnología:* Solo 1 de las 5 explotaciones entrevistadas, 20 % de la muestra (E8), utiliza inteligencia artificial y big data. Esta empresa, siendo la explotación ganadera más grande Extremadura (E8), implementa esta tecnología en las tres categorías, utiliza maquinaria para el ordeño, sensores para vigilar a los animales y su comportamiento y analiza los datos obtenidos por los sensores para decidir cuánto tiene que comer el ganado o cuándo deben aparearse

En Extremadura es obligatorio, para poder comercializar el ganado, identificar a los animales mediante código en un crotal que contiene la información de nacimiento, sanitaria y movimiento del portador. Solo la finca más grande (E8) (que contiene este código en crotal electrónico) cuenta con la tecnología necesaria para leer y analizar esta información. En el resto de las explotaciones, 71,4 % de la muestra, los crotales son puestos por los veterinarios al nacer cada animal y son los mismos veterinarios y las cooperativas las que actualizan la información cuando corresponde.<sup>(12,13,14)</sup>

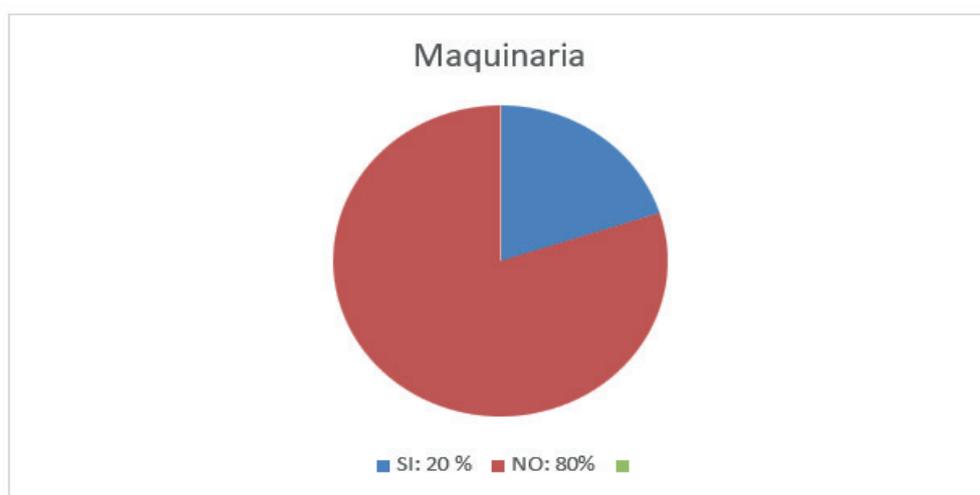


Figura 5. Porcentaje de explotaciones ganaderas que utilizan algún tipo de maquinaria con inteligencia artificial

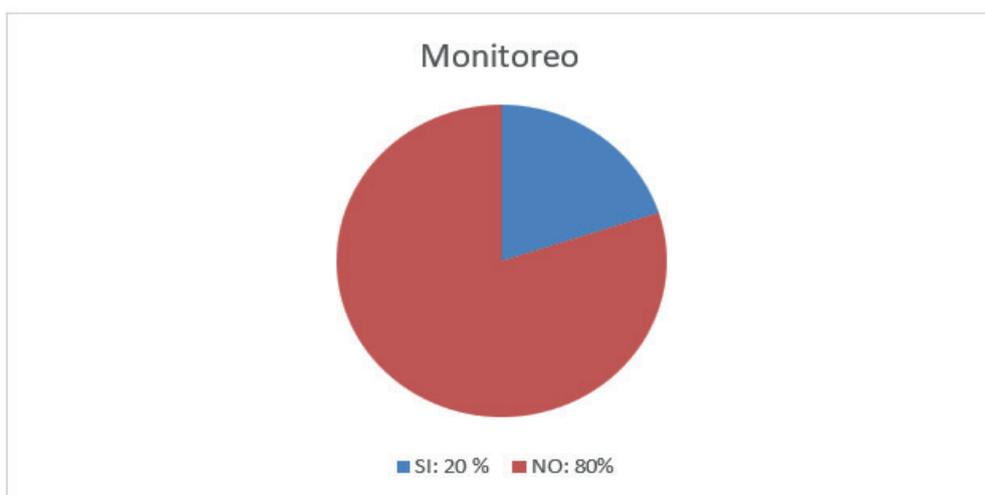


Figura 6. Porcentaje de explotaciones ganaderas que utilizan sensores para el monitoreo del ganado

3. *Entre las empresas que no utilizan aún inteligencia artificial:* A diferencia de lo que se observa en la industria agrícola, en la industria ganadera hay mucho desconocimiento en el área de inteligencia artificial.

Ninguno de los entrevistados de los que aún no implementan inteligencia artificial, lo que representa el 100 % de estas explotaciones y el 71,4 % del total de la muestra, tienen previsto implementar inteligencia artificial en el corto o mediano plazo, incluso a dos de los entrevistados les resultó cómica la idea de aplicar inteligencia artificial en sus explotaciones, lo que denota el poco entendimiento sobre lo que es realmente inteligencia

artificial y su alcance.

Ninguno de los responsables de las explotaciones que aún no utilizan inteligencia artificial, 71,4 % del total de la muestra total, se encuentra familiarizado con el término big data.

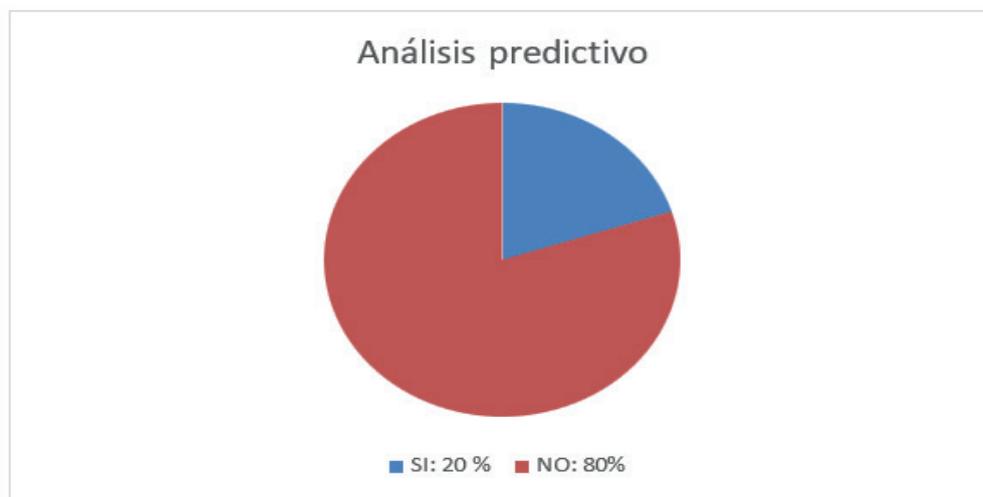


Figura 7. Porcentaje de explotaciones ganaderas que utilizan modelos de análisis predictivo.

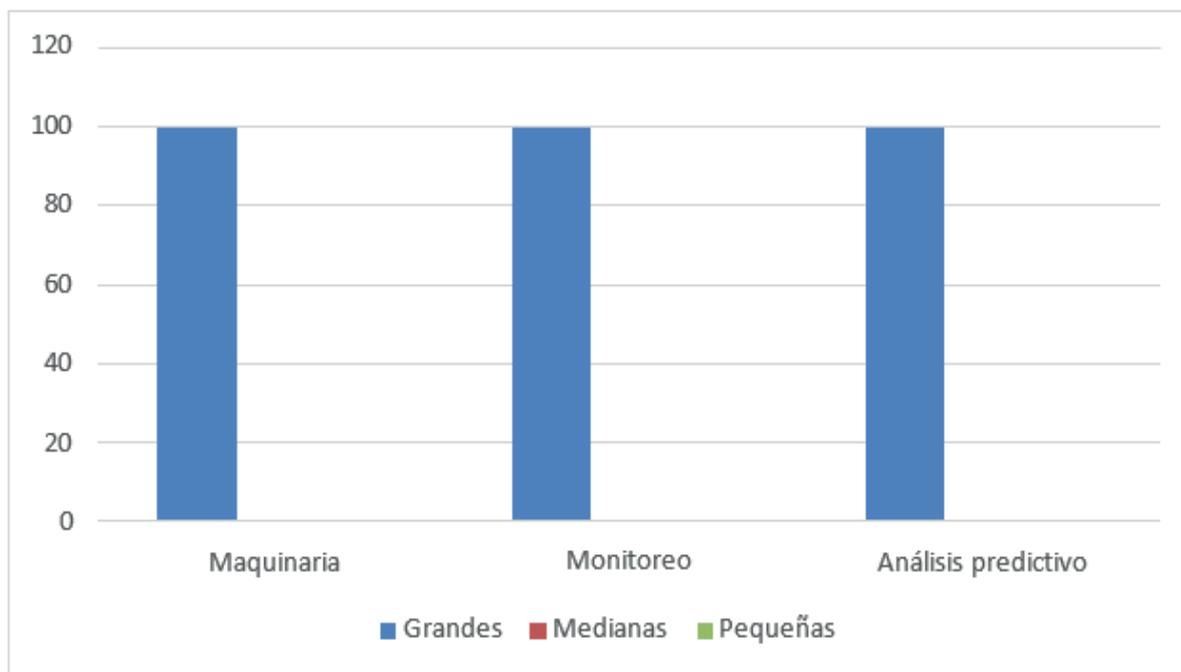


Figura 8. Comparación de resultados dependiendo del tamaño de la explotación en la industria Ganadera

4. *Adaptación de la industria para la implementación de inteligencia artificial y big data*: La empresa (E8) que utiliza inteligencia artificial y big data, lo que representa el 100 % de las explotaciones que han implementado esta tecnología y el 28,6 % del total de la muestra, ha reestructurado completamente la explotación y su equipo de gestión en los últimos 10 años. Ha pasado de ser una empresa familiar gestionada únicamente por sus dueños a contratar administradores que gestionan la finca y asesoran en la toma de decisiones, además han contratado veterinarios expertos en inteligencia artificial y big data y utilizan consultores para ayudar a interpretar la información obtenida y para la toma de decisiones.

#### Resultados comparados entre las explotaciones de la industria agrícola y ganadera.

Al comparar los resultados obtenidos en ambas industrias se observa que la inteligencia artificial se encuentra más extendida en las explotaciones de la industria agrícola que en las de la industria ganadera.

También se observa que las explotaciones ganaderas que, si la implementan, aplican más tecnología que sus homólogas en la industria agrícola. En ningún caso, habiéndose entrevistado grandes explotaciones agrícolas, se

observó la aplicación de análisis predictivo, como si se observa en la industria agropecuaria.

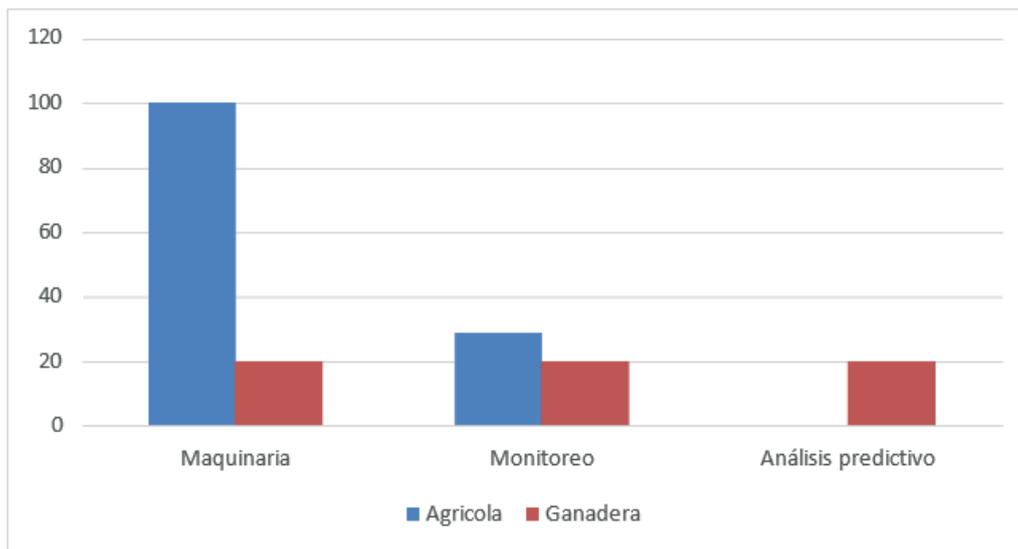


Figura 9. Comparación de resultados entre las explotaciones agrícola y ganadera

## CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo es determinar si los responsables, en su mayoría, de las explotaciones agrícolas y ganaderas de Extremadura están al corriente de los avances en el campo de la inteligencia artificial y big data para el sector, si están aplicando estas nuevas tecnologías y, en caso de aplicarlas observar si son conscientes de los cambios estructurales y de gestión necesarios para aprovechar todo lo que estas tecnologías ofrecen.

La relevancia de este estudio radica en que para 2050 la agricultura mundial necesitará producir aproximadamente un 60 % más de alimentos que lo que necesitaba producir en 2006.

A medida que la producción agrícola aumenta con el fin de satisfacer la demanda, también aumentarán sus emisiones. Serían necesarias importantes mejoras en la gestión de los ciclos de carbono y nitrógeno en la agricultura para lograr una reducción de intensidad de las emisiones -o de las emisiones por unidad de producción agrícola- en aras de contrarrestar la tendencia de los sectores agrícolas a emitir más cuando producen más. Por tanto, la realización del potencial de mitigación en los sectores agrícolas no será fácil, no solo a causa de las importantes transformaciones necesarias en la agricultura para la adopción más generalizada de prácticas mejoradas, sino también por los aumentos previstos en la demanda de productos agrícolas.

Este aumento de la producción, mejorando a la vez la gestión del ciclo de carbono, sólo será posible con la correcta implementación de inteligencia artificial y big data. Estas herramientas ya están disponibles, se han desarrollado técnicas de minería de datos para la agricultura de precisión y ganadería inteligente, incluyendo la predicción meteorológica, la predicción de enfermedades de las plantas y animales y sistemas para el apoyo a la toma de decisiones para la selección de ganado, cultivos y suelos.

Entre las herramientas mencionadas encontramos: aplicaciones de IoT (internet de las cosas) para la predicción del comportamiento de ganado, cultivos, suelos y aparición de enfermedades de las plantas y ganado, para mejorar la sostenibilidad y aumentar la rentabilidad. Riego de precisión, horticultura de precisión, el IoT de los invernaderos, la supervisión del ganado, el ecosistema del IoT para la agricultura, el robot móvil para la agricultura de precisión, la supervisión de la energía, la gestión del almacenamiento y la agricultura / ganadería inteligente.

Investigadores, gobiernos, filántropos, de todo el mundo han priorizado esta industria y los avances van a ritmo vertiginoso en la agricultura / ganadería inteligente y la minería de datos.

En Extremadura, las grandes empresas ya utilizan tecnología de punta disponible en la región, lo demuestran Pascualete en la industria ganadera, En Pascualete utilizamos crotales electrónicos con sensores para vigilar a los animales. Además, desde hace poco somos una de las pocas explotaciones de España en utilizar Alpro. Alpro es un programa de gestión de datos obtenidos de un chip envuelto en bolo rumial. Este es ingerido por las ovejas y queda depositado en el segundo estómago de estos animales.

Con la información proporcionada por ambos dispositivos sabemos dónde están, cuánto comen, si beben, cuánta leche producen, cuántas veces han parido, todo.

Con esta información podemos dar una correcta alimentación que asegure la mayor calidad de la leche, saber cuando adelantar o atrasar el ordeño, seleccionar al grupo idóneo para cada paridera, entre otras cosas Y La Chinata en la industria agrícola,

Desde hace unos años hemos comenzado a utilizar sensores en el suelo para analizar la humedad, ph, etc y así entender las necesidades de cada sector en cada momento. También utilizamos maquinaria con GPS y sensores para la recolección, riego, pulverización. No solo esta tecnología se encuentra disponible, además la Junta de Extremadura ofrece subvenciones y ayudas cofinanciadas hasta en un 80 % por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, una manera de hacer Europa (FEDER), con cargo al Programa Operativo correspondiente al periodo de programación 2014-2020, dentro del Objetivo Temático OT1: “Potenciar el desarrollo tecnológico y la innovación en el campo.”

Lorenzo Paniagua expone que su explotación ha accedido a una de estas subvenciones para apoyar la modernización del campo:

La Junta de Extremadura ofrece subvenciones para modernizar los campos. Obtuvimos una subvención poco después de mi incorporación y la invertimos al completo en cambiar las máquinas para ir automatizando tareas. Así son más precisas, se utiliza menos personal, hay menos desperdicio de producto y recursos como el agua y la energía.

Aún así, en las entrevistas se aprecia que las explotaciones de menor tamaño se resisten a incorporar inteligencia artificial y big data.

En el sector de la agricultura, si bien todas las empresas utilizan algún tipo de inteligencia artificial debido a que las máquinas para regado y pulverización ya traen de serie estas aplicaciones, solo las más grandes (28,6 % de la muestra) implementan inteligencia artificial para el monitoreo de suelos y cultivos y ninguna utiliza el análisis predictivo.

En la industria ganadera la incorporación es aún más lenta, solo la empresa más grande (20 % de la muestra) utiliza inteligencia artificial y big data, el resto de las explotaciones dice no utilizar inteligencia artificial. En este caso, la empresa (E8) que utiliza inteligencia artificial y big data, la utiliza en las tres categorías descritas a lo largo de este manuscrito: maquinaria, sensores de monitoreo y análisis predictivo.

De las entrevistas se puede inferir que solo las explotaciones grandes, llevadas por personal con capacitación superior, están avanzando en aplicar estas tecnologías.

Considerando que en Extremadura las pymes representan el 95 % de las explotaciones de la zona y que solo el 2,3 % de las explotaciones 1400 de 61227 (tabla 1) tienen un jefe de explotación con formación universitaria y teniendo en cuenta la necesidad de modernizar la industria, este hallazgo es alarmante.

Aún más alarmante si a esto le sumamos el envejecimiento de la región, estudiando la demografía de Extremadura descubrimos que el 28 % de los municipios de la región cuentan entre sus vecinos con un tercio de la población con más de 65 años, en concreto 109 localidades, según el informe de Stratego, de edad media y envejecimiento en los municipios extremeños. Este informe ofrece una radiografía del envejecimiento de

Extremadura, región más envejecida de España, y del éxodo rural que está sufriendo, fenómeno que se han convertido en temas de debate y de gran preocupación en el país ante lo que se está denominando la “España vacía o vaciada”.

En las entrevistas se observa que ninguno de los jefes de las explotaciones que aún no utilizan big data es consciente de la necesidad de implementarla, no ven los beneficios. Cuatro de los entrevistados (E4, E9, E10 y E12) incluso dicen que estas tecnologías son beneficiosas solo en “explotaciones grandes”

Con otros compañeros de la cooperativa visitamos una explotación de pistacho grande en Toledo. Monitoreaban el suelo y las plantas y analizaban la información para saber cuánto y cuando regar y cosas así. Pero imagino en una empresa pequeña como esta la inversión es mayor al beneficio.

Hay un mito común en torno al Big Data de que es algo que sólo las empresas de Silicon Valley. Sin embargo, este caso (John Deer, Cómo puede aplicarse big data en las granjas) muestra cómo cualquier industria puede beneficiarse de los datos, e incluso las empresas más tradicionales.

Hasta que no se concientice a los Jefes de las explotaciones sobre los beneficios de aplicar inteligencia artificial y big data sin importar el tamaño de la explotación, veo difícil pensar que puedan buscar activamente estas tecnologías en un futuro cercano.

En relación con el siguiente objetivo, inteligencia artificial no solo es automatizar los procesos, es también la obtención de datos de calidad a gran escala. Una vez obtenidos estos datos, es necesario transformarlos en información de calidad para poder tomar con ellos decisiones eficientes y estratégicas. Es decir que las explotaciones necesitarán contar con personal capaz de interpretar los datos obtenidos, transformarlos en información para poder predecir en base a esta información y necesidades futuras y así tomar mejores decisiones según objetivos e intereses.

Este proceso de la información es indispensable para el aprovechamiento de estas tecnologías. En todas las explotaciones de la muestra con estas características, se observa que tienen su sistema organizacional adaptado.

La mayor limitación de este trabajo es el tamaño de la muestra, 12 explotaciones, de las cuales 7 pertenecen a la industria agrícola y 5 a la industria ganadera. Teniendo en cuenta el porcentaje de explotaciones pequeñas y familiares en la zona, cabe suponer que de extender el estudio el porcentaje de explotaciones en utilizar

inteligencia artificial sería aún menor.

Es también relevante tener en cuenta que, al ser casi exclusivamente las empresas grandes las que han incorporado inteligencia artificial y big data, el análisis del último objetivo (determinar en qué medida las empresas que emplean inteligencia artificial han adaptado su sistema de gestión) posiblemente no será extrapolable cuando las explotaciones familiares con encargados sin formación universitaria sean las que comiencen a implementar estas tecnologías. Es una duda razonable pensar que los jefes de estas explotaciones no serán tan conscientes de la necesidad de no solo adaptar la infraestructura y maquinaria, si no también su sistema organizacional y de formarse y/o contratar personal capacitado (Recordemos que todas las explotaciones de la muestra que implementan tecnología artificial de forma consciente y extensa son explotaciones grandes y han adaptado su sistema de gestión).

Aún teniendo en cuenta las limitaciones del presente estudio, su relevancia radica en ser el primero en estudiar la implementación de inteligencia artificial y big data en el campo agropecuario en Extremadura y posiblemente en España (no se han encontrado trabajos de estas características).

Aunque no será extrapolable a medida que la implementación de inteligencia artificial avance en empresas más pequeñas, la combinación de estadísticas del INE de España, las entrevistas realizadas a explotaciones de características diferentes entre si sumado a el analisis la implementación teniendo en cuenta el tamaño de las explotaciones y formación de sus jefes, nos brinda un amplio panorama de la realidad actual y nos permite determinar la penetración de estas tecnologías según los diferentes tamaños y estructuras de las explotaciones

Aumentar la producción al tiempo que aumenta la seguridad alimenticia y reducir el uso de energía y la huella ecológica en las explotaciones, es decir, aumentar la eficiencia y la competitividad del sector, sólo será posible con la correcta implementación de inteligencia artificial y big data. Este estudio permite a empresas tecnológicas y gobiernos saber dónde se encuentra la industria para trazar el camino a dónde se necesita llegar

Un siguiente paso que veo imperativo es extender el presente estudio a un mayor número de explotaciones y de ampliarlo a todo el país.

También veo necesarios trabajos enfocados en explotaciones medianas, pequeñas y familiares que hagan seguimiento de las dificultades que enfrentan estas explotaciones al implementar inteligencia artificial y big data. Las pymes representan el 95 % del sector en Extremadura, por lo que todo plan de acción debería tener muy presente las dificultades de este grupo.

Una vez realizados estos estudios, habiéndose determinado el porcentaje de explotaciones agropecuarias que ya implementa inteligencia artificial y big data y conociendo el interés del resto por incorporar estas tecnologías en un futuro cercano, el siguiente paso sería, a mi entender, promover cursos de formación y concientización.

Investigando la web de la junta de Extremadura se encuentran planes de subvenciones, no solo para los campos, también para la investigación. Hay iniciativas en conjunto con la cooperativa más importante de la zona SCOOP COPRECA y con empresas tecnológicas del sector como DUCTOLUX y SET, para promover la investigación, pero no se encuentra ninguna formación sobre inteligencia artificial y big data.

Siendo que los jefes de las explotaciones pequeñas y familiares de la zona han comentado en las entrevistas no ver que beneficios puede traer implementar la inteligencia artificial y no conocer qué es siquiera big data, es difícil pensar que vayan a buscar activamente la implementación de estas tecnologías en un futuro cercano. Es por esto que veo fundamental realizar estas formaciones y de hacerlo junto a las cooperativas, el mejor canal de comunicación con las pequeñas y medianas explotaciones.

Solo después de haber concientizado de la importancia de modernizar las explotaciones con inteligencia artificial y big data, las estrategias de investigación y subvenciones serán verdaderamente efectivas.

En ese momento, teniendo en cuenta que la mayoría de las explotaciones son familiares y no tienen empleados o simplemente uno o dos pastores/agricultores, será necesario incentivar la contratación de empleados formados en inteligencia artificial, así como también formar a los pastores y agricultores tradicionales en estas tecnologías.

Roberto Castuera de Pascualete al ser interrogado a cerca del mayor desafío al que se enfrentaron al implementar esta tecnología respondió:

Somos una empresa tradicional y moderna a la vez. Lo primero es el cuidado del animal, hay que contar con personal conocedor del sector, que conozcan bien a los animales, pero que también estén familiarizados con esta tecnología. El trabajo del campo puede ser duro, como decimos aquí por algo es Extremadura, el clima es extremo y duro. Cuesta conseguir personal capacitado con ganas de trabajar en el campo.

El hecho de que se abran puestos de trabajo calificados en inteligencia artificial y que se modernice el campo podría ser también una forma de mantener y atraer gente joven y capacitada, una herramienta para luchar contra la España Vacía.

También está el tema de las menores oportunidades de empleo en la agricultura como resultado directo de la automatización y el big data.

Este tema queda fuera del alcance de este manuscrito, pero veo de relevancia en esta mención debido al

interés que despierta en los gobiernos autonómicos de España. Podría ser el incentivo para generar un plan de modernización del campo.

En conclusión, la necesidad de implementar inteligencia artificial y big data en la industria agropecuaria es indiscutible y estas tecnologías están ampliamente disponibles en la región de Extremadura, habiendo interés por parte de la Junta de incentivar la modernización del campo. Pero por falta de conocimiento sola las empresas grandes con jefes de explotación con estudios universitarios están utilizando estas tecnologías, mientras que el resto de las explotaciones no tiene previsto modernizar sus instalaciones con inteligencia artificial en el corto plazo. Por este motivo mi recomendación es 1) Profundizar en este estudio y extenderlo, de ser posible, a todo el país 2) Trabajar en conjunto con las cooperativas para informar a cerca de qué es realmente inteligencia artificial y big data y los beneficios en términos de producción, calidad y económicos que su incorporación puede brindar incluso a las pequeñas explotaciones 3) Programas de subvenciones para la inversión en inteligencia artificial y big data, como los que ya Ofrece la Junta de Extremadura y finalmente 4) Programas para incentivar la contratación de personal capacitado en inteligencia artificial y big data y 5) Programas de formación en inteligencia artificial y big data para pastores, agricultores y jefes de explotaciones con formación tradicional en el campo.

## REFERENCIAS

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business; 2017
2. Marr B. Big Data: Using Smart Big Data, Analytics and Metrics to Make Better Decisions and Improve Performance. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd; 2015.
3. Porter M, Heppelmann J. How smart, connected products are transforming companies. Harv Bus Rev. 2015 Oct;93(10):96-112, 114. Disponible en: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>
4. Koontz H, Weihrich H. Administración: una perspectiva global. México: McGraw-Hill; 2004.
5. Hill C, Jones G. Administración estratégica. Canadá: South-Western; 2009.
6. Marr B. Big Data en la práctica. España: TEELL; 2016.
7. Yuni J, Urbano C. Técnicas para investigar 2. Córdoba: Brujas; 2014.
8. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El estado mundial de la alimentación y la agricultura: cambio climático y seguridad alimentaria. Roma: FAO; 2016.
9. Instituto Nacional de Estadística. Anuario Estadístico de España 2020. Nº 12. Agricultura, Silvicultura, Ganadería y Pesca. España: INE; 2020.
10. Alcaíno M, Ruiz V, Arenas Miranda F, Gutiérrez B. Modelo de negocios basados en datos: desafíos del Big Data en Latinoamérica [Tesis de grado]. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Economía y Negocios; 2015.
11. Ballestar de las Heras M. Análisis del comportamiento del consumidor en comercio electrónico mediante técnicas y metodologías Big Data [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos, Programa de Doctorado en Ciencias Sociales y Jurídicas; 2018.
12. Ajith A, Sujata D, Rodrigues J, Biswaranjan A, Subhendu K. AI, Edge and IoT-based Smart Agriculture. United States: Academic Press; 2021.
13. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España. Estrategia de digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio rural. España: Catálogo de publicaciones de la IGAE; 2019.
14. Rubin HJ, Rubin IS. Qualitative interviewing: The art of hearing data. Thousand Oaks: Sage; 1995.

## FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Jesica Tirado.

*Curación de datos:* Jesica Tirado.

*Análisis formal:* Jesica Tirado.

*Investigación:* Jesica Tirado.

*Metodología:* Jesica Tirado.

*Administración del proyecto:* Jesica Tirado.

*Recursos:* Jesica Tirado.

*Software:* Jesica Tirado.

*Supervisión:* Jesica Tirado.

*Validación:* Jesica Tirado.

*Visualización:* Jesica Tirado.

*Redacción - borrador original:* Jesica Tirado.

*Redacción - revisión y edición:* Jesica Tirado.