

## INNOVACIÓN

# Digitalización y big data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural



## El reto de la sostenibilidad, mejora productiva y logística

**Miembros del Grupo Focal:** Judit Anda<sup>1</sup>, Ana Pilar Armesto<sup>5</sup>, Carlos Callejero<sup>2</sup>, Ignacio Carvajo<sup>1</sup>, David Chaves<sup>3</sup>, Carolina Escobedo<sup>4</sup>, Alberto Lafarga<sup>5</sup> (Coord.), Gonzalo Martín<sup>6</sup>, José Luis Molina<sup>7</sup>, Mariano Navaro<sup>8</sup>, Juan Sagarna<sup>9</sup> (Coord.)

<sup>1</sup> *Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural-Junta de Andalucía;* <sup>2</sup> *DIGITANIMAL;* <sup>3</sup> *GRADIANT;*

<sup>4</sup> *Subdirección General de Regadíos-MAPA;* <sup>5</sup> *INTIA;* <sup>6</sup> *Bynse;* <sup>7</sup> *HISPATEC;* <sup>8</sup> *TRAGSA;* <sup>9</sup> *Cooperativas Agroalimentarias de España*

El proceso de transformación digital está promoviendo una transformación de la sociedad y de la economía, que todos estamos viendo en nuestro día a día.

**En el caso de la agricultura, la digitalización se configura como una acción clave para poder responder a los retos medioambientales de adaptación al cambio climático, seguridad alimentaria y sanidad animal y vegetal, y también para atender de forma más directa y precisa a las demandas de la sociedad y los consumidores y a un mercado globalizado.**

Además, debemos poner en valor el papel de la **digitalización en los territorios rurales para poder revertir el actual proceso de despoblamiento.**

Por todo ello, la digitalización de los sectores agroalimentario y forestal y del medio rural se ha convertido en una prioridad tanto a nivel nacional como europeo. En la propuesta para la futura PAC (2021-2027), la Unión Europea ha

instado a los Estados miembros a presentar una estrategia para el fomento de la adopción de tecnologías digitales en el medio rural. **España ha creado un Grupo Focal** para trabajar en ese objetivo, formado por expertos nacionales de diversas entidades y organismos, públicos y privados, y en el que la sociedad pública navarra **INTIA** y la **asociación Cooperativas Agroalimentarias de España** están teniendo un **papel muy activo**. El documento resultante de los trabajos realizados por el Grupo Focal ha sido un excelente punto de partida de cara a establecer planes y una hoja de ruta para los próximos años en el conjunto del Estado.

Las estrategias del Ministerio finalmente han quedado plasmadas en la **"Agenda para la Digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio rural"**.

A continuación presentamos los retos y el análisis de necesidades que se han detectado por los expertos del Grupo Focal.



“Estamos ante una ‘revolución verde’ donde la digitalización es la clave para impulsar la revitalización del mundo rural, con conectividad, mejores servicios, empleo y oportunidades de desarrollo.”

## RETOS Y ESTRATEGIAS PARA LA DIGITALIZACIÓN

España está ante una nueva “revolución verde” y cuenta con un **gran potencial de automatización** en un sector que constituye la principal actividad del medio rural y es un pilar fundamental de la economía. La digitalización se convierte así en “una apuesta clave” para ofrecer igualdad de oportunidades en términos de servicios, empleo y posibilidades de desarrollo a los habitantes de los territorios rurales.

En el potencial de tecnificación de la actividad del sector agroalimentario existen unos **factores que tienen un papel fundamental** para afrontar con éxito estos retos citados en la introducción (medioambientales, de seguridad alimentaria, sanidad animal y vegetal, etc.), como son:

- **La mejora de la conectividad en todo el territorio y la interoperabilidad de los datos.**
- El uso de las **tecnologías habilitadoras digitales para el co-desarrollo de nuevas soluciones y servicios** para el sector (Big Data, IoT, Blockchain, Inteligencia Artificial).
- **La mejora de la accesibilidad y abaratamiento de tecnologías** (drones, imágenes por satélite, sensórica, robots,...) que hace unos años estaban lejos de poderse utilizar por el sector por su elevado coste o por la falta de capacidades para su adopción (formación).

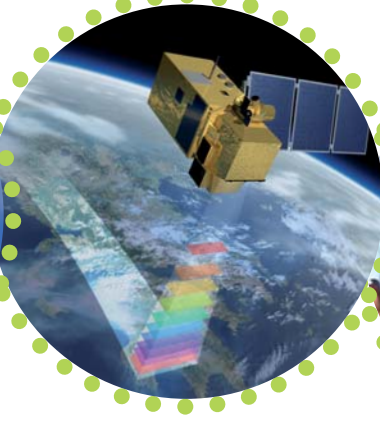
La Unión Europea ha fijado como una de las apuestas de la PAC para el periodo 2021-2027 la **aceleración de ese proceso de digitalización** del mundo rural, como vía para mejorar la calidad de vida en estas regiones y revertir el proceso de despoblación y para contribuir en mayor medida a mejorar la competitividad de la producción agrícola europea. Esto aparece reflejado en la Declaración de Cork 2.0, y también en la propuesta de reglamento PAC para el período 2021-2027 (Art. 102- Modernización). En este reglamento se indica que los Es-

tados miembros deberán presentar, en sus planes, una descripción de la estrategia para el desarrollo de tecnologías digitales en la agricultura y en las zonas rurales y para el fomento de su adopción.

La digitalización es una prioridad en la agenda política también a nivel nacional. Así, en el marco de la Asociación Europea de Innovación para la productividad y la sostenibilidad agrícolas (EIP-AGRI, en inglés, AEI-AGRI, en español), el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) español formó un Grupo Focal sobre digitalización y big data en el sector agroalimentario y forestal y en el medio rural. Para este Grupo Focal ha seleccionado a los mayores expertos españoles de la materia que han trabajado durante varios meses en distintas estrategias: productivas, de comercialización, etc.

Este **Grupo Focal sobre Digitalización y Big Data del MAPA**, en el que INTIA y las Cooperativas Agroalimentarias han desempeñado un papel muy activo, ha sido la palanca para conocer mejor la situación del sector, conocer las barreras que impiden la digitalización, ver qué actores clave y qué funciones desempeñan y pueden desempeñar en el futuro, e identificar los incentivos clave para movilizar las barreras, orientados a cada uno de los actores fundamentales. La virtud de este Grupo Focal ha sido el **enfoque participativo, multiactor y multidisciplinar** que ha permitido desarrollar los trabajos con un grupo de expertos motivados y comprometidos con la digitalización del sector.

Todos estos trabajos participativos han culminado con el **lanzamiento de la “Agenda para la Digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio rural” que define las líneas estratégicas y medidas** necesarias para impulsar la transformación digital. Estas medidas se desarrollarán a través de actuaciones concretas establecidas en Planes de Acción bienales y en línea con otras políticas públicas europeas y nacionales. La **presentación oficial de la Estrategia de digitalización por el Ministerio se llevó a cabo en una jornada celebrada el pasado 3 de abril en Madrid.**



## TECNOLOGÍA, GOBERNANZA DE DATOS Y BRECHA DIGITAL

En este artículo vamos a centrarnos específicamente en las nuevas tecnologías que pueden ser una oportunidad de mejora y desarrollo futuro para el sector agroalimentario.

Actualmente existe un **riesgo de desbordamiento por la gran cantidad de tecnologías disponibles**. Claro que el grado de madurez de las mismas es muy variado. A menudo las tecnologías digitales despiertan grandes expectativas, que no siempre llegan a término. La buena noticia es que la reducción de costes está facilitando el acceso a las tecnologías ya consolidadas. La aparición de sensores de bajo precio puede ser un buen ejemplo. El uso de drones puede serlo en un futuro cercano.

Si bien el análisis de las tecnologías disponibles puede estructurarse desde las distintas opciones tecnológicas (sensorización, tratamiento de imágenes, geoposicionamiento, modelización, robótica, etc.), parece más apropiado el organizarlas en relación con las funciones que realizan al servicio de la toma de decisiones. Así, las hemos agrupado por niveles y por áreas de aplicación.

### Nivel 1. Uso de las tecnologías a nivel de control y monitoreo. Monitorización del Medio: suelo, clima, cultivo, ganado, instalaciones

Las tecnologías disponibles permiten capturar un volumen de información con gran precisión y frecuencia, y ponerla a disposición del profesional de la agricultura y ganadería, para la toma de decisiones bien directamente por la persona interesada o bien incluso a través de máquinas inteligentes que actúan automáticamente con la información recibida (por ejemplo, sensores de humedad en suelo que ponen en marcha una máquina de riego...). Las herramientas de IoT (el famoso "internet de las cosas") permiten que muchos elementos de los que antes no se extraía información puedan actuar como receptores de la misma y la pongan a disposición del agricultor y ganadero para apoyo en la toma de decisión, etc. Aunque hoy día esta automatización de la ejecución de la decisión de riego en base a sensores de humedad no es nada habitual, dado que los técnicos y agricultores prefieren "apretar" el botón de riego o activar el programa ellos mismos, debido a que aún existe cierta

“La extensión de la banda ancha y el abaratamiento de las tecnologías contribuirán a reducir la brecha digital en el medio rural.”

desconfianza en dejar todo automatizado (desde la monitorización hasta el cambio de dosis de riego y su aplicación).

A continuación se resumen las tecnologías hoy al alcance del sector agroalimentario y forestal para la monitorización del medio:

#### Monitoreo del suelo. Sensores.

Tal vez el ejemplo más significativo es el control de la humedad en el suelo mediante tecnología de sensores para su uso en el asesoramiento al regante. Se debe progresar en la representatividad y la comunicación. Otros sensores de suelo son necesarios para conocer el nitrógeno disponible. Existen también sensores capaces de medir otros elementos/condiciones del suelo para monitorizar la calidad del mismo.

#### Monitoreo del clima y microclima.

Estaciones automáticas propias o redes públicas de estaciones como la del SIAR, AEMET o los servicios de las CCAA se beneficiarán con el uso de estas tecnologías. El progreso tal vez esté en la incorporación de las previsiones climáticas y la incorporación de nuevos sensores. La puesta en común de los datos de las redes públicas agro meteorológicas debiera ser otro objetivo, además de pensar en modelos en que agricultores particulares puedan compartir con otros los datos de estaciones de clima propias.

#### Monitoreo del cultivo.

Teledetección para usos diversos, diferentes medios y precisión de imágenes. También sensores para monitorizar cultivos o drones con cámaras multispectrales para monitorizar el contenido de nitrógeno. Los ejemplos son muy variados en este campo y las posibilidades de crecimiento muy grandes, tanto en relación con nuevos índices como con la precisión de las imágenes.

#### Monitoreo de plagas, enfermedades y malas hierbas.

También este es un campo muy amplio donde el tratamiento

de imágenes puede aportar soluciones, así como la visión artificial, las trampas inteligentes, etc. Actualmente existen sistemas de monitoreo y alerta fitosanitaria como la Red Andaluza de Información Fitosanitaria (RAIF), gestionada por la Consejería de Agricultura de la Junta de Andalucía, que viene a ser un ejemplo de sistema de monitorización con información pública disponible para cualquier usuario.

### Monitoreo del ganado.

Collares con acelerómetros, sensores de temperatura y GPS permiten realizar un seguimiento individual del animal y del rebaño. La información puede ser convertida en sistemas de alerta sobre el estado del animal, la detección temprana de enfermedades, ataques de depredadores y fenómenos ambientales.



## Nivel 2. Análisis y optimización. Herramientas de Ayuda a la Decisión (HAD). Gestión de Bases de Datos

La integración de la información para la toma de las decisiones plantea algunos problemas muy concretos no totalmente resueltos, como son la precisión y la representatividad de los datos disponibles o capturados, su armonización, propiedad y valor. Al mismo tiempo, pone al descubierto las limitaciones del conocimiento agronómico al utilizar algoritmos y modelos que han de ser validados en situaciones muy diversas.

### Riego

Se trata de uno de los sectores más dinámicos, con gran cantidad de ofertas de aplicaciones, apps y servicios, tanto públicos como privados. Utilizan al menos sensores meteo y a menudo sensores de humedad o incluso correcciones con teledetección. Pero no se tiene calibrada ni comparada la respuesta de unos y otros ni existen mecanismos de certificación que de alguna forma ofrezcan garantías al agricultor e independencia de proveedores. Utilizan, además, datos disponibles en sistemas públicos de información como apoyo en la toma de decisión (p.e. SIAR del MAPA y las Redes SIAR en las CCAA, o la Red de Información Ambiental de Andalucía RE-DIAM).

Aún no está resuelta sin embargo la integración de la información que generan las tres principales tecnologías, dado que las estaciones meteo proveen de información sobre necesidades

hídricas teóricas (evapotranspiración) con marco temporal pasado y futuro, los sensores sobre el estado del suelo y la capacidad de absorción de la planta de forma continua pero no futura, y la teledetección sobre el estado hídrico de la planta con mayor resolución espacial pero sin ser en continuo, ni a futuro y representando información sobre los efectos de la necesidad hídrica. La dosificación variable en pivots de riego es una opción con penetración mínima pero mucho futuro.

### Fertilización

Utiliza básicamente mapas de cosecha y teledetección. El objetivo final sería el uso de máquinas inteligentes de dosificación variable. Sensores de suelo y agua de riego que permitan conocer la concentración de iones que aportan estos dos componentes de forma continua para un control del aporte de nutriente más eficiente, reduciendo la contaminación por lixiviación. Falta incorporar modelos y sensores de suelo que permitan ofrecer información de la contribución del suelo a la fertilización.

### Variedades

Existen algunos ejemplos como GENVCE que ofrece herramientas para la elección de variedades de cereales en función de los criterios elegidos por el usuario.

### Sanidad Vegetal

La información meteorológica y los sensores in situ alimentan modelos predictivos adaptados a algunos territorios, a la fenología del cultivo y a los datos históricos sobre el comportamiento de las plagas. En función de ellos se establecen recomendaciones de tratamiento. La compartición de datos públicos y modelos de compartición de datos en comunidad por parte de los agricultores podrían ser de gran impacto para la mejora de los modelos de riesgo.

### Gestión ganadera

Plataformas que puedan gestionar las diversas entradas de información y comunicar las necesidades de acciones a través de sus algoritmos de control, para gobernar el sistema en general. Dichos sistemas de control combinarán la información

proveniente de los sensores, pero también de datos introducidos por el ganadero, otros agentes e incluso datos abiertos (AEMET, Sentinel, etc.). Un objetivo claro es la trazabilidad ganadera basada en la geolocalización del animal. Con el análisis de la actividad y el comportamiento social, puede correlacionarse con el estado de salud del animal y, en última instancia, con la calidad del producto final.

#### Gestión de BBDD- BIGDATA

La ingente cantidad de datos disponibles hace que nuevas herramientas vayan surgiendo para generar conocimiento a partir de ellos. Muchos de los datos son públicos (PAC, suelos, meteo, variables climáticas, inventarios ganaderos) y pueden ser la gran apuesta de la administración para impulsar la innovación agraria en España, si se publican de una forma armonizada y de fácil explotación. La gestión en organizaciones como cooperativas, comunidades de regantes, asociaciones agrarias y ganaderas, permite también la generación y gestión de datos suficientes para poder compararse y establecer recomendaciones entre los asociados. **Las políticas de**



**incentivación y facilitación de datos públicos y la compartición por parte de agricultores y ganaderos** serían la clave para conseguir el volumen suficiente de datos con los que poder aplicar análisis de datos descriptivo, predictivo y prescriptivo.

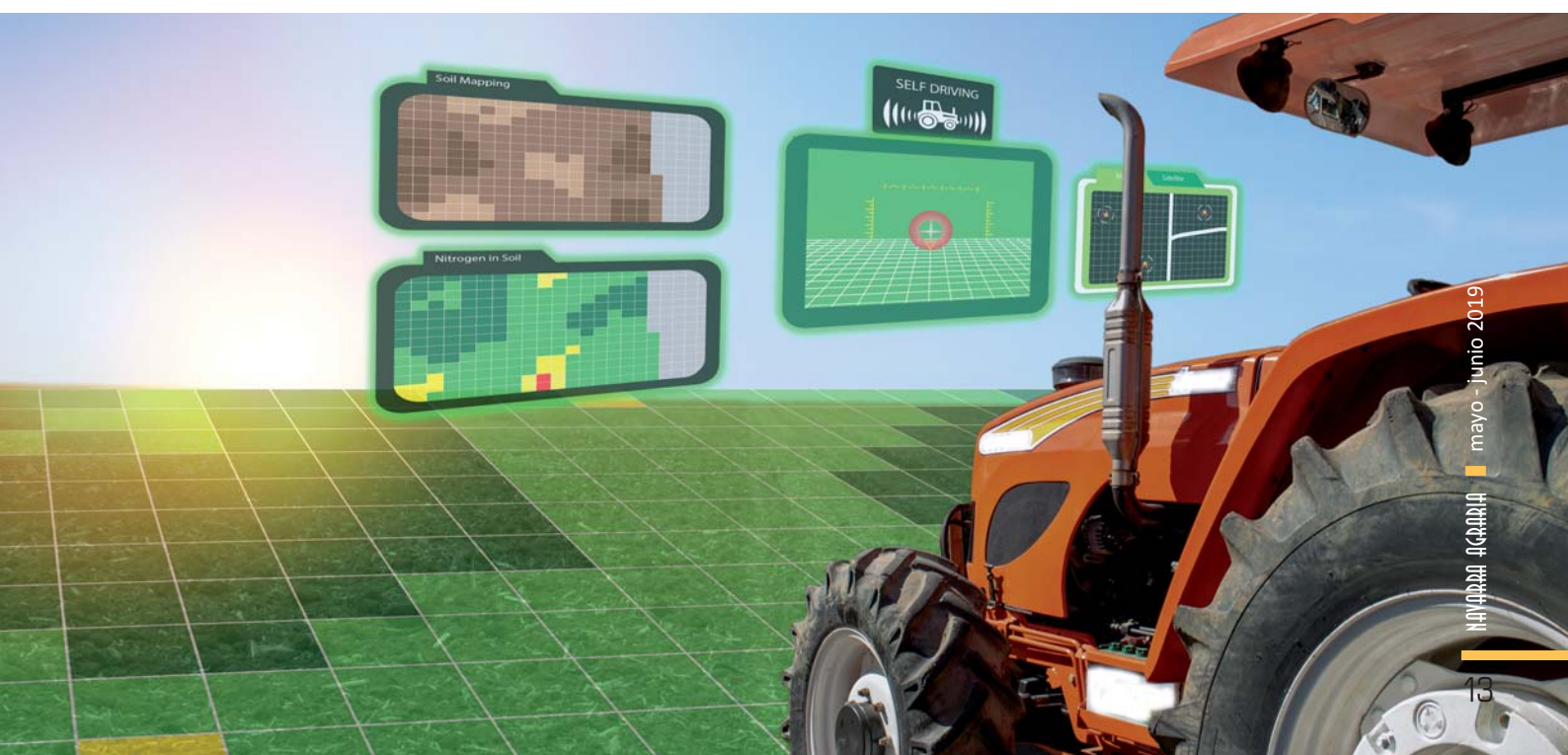
#### Sistemas de Información Geográfica

En el ámbito agroalimentario es de una gran importancia la visualización de la información en mapas, mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS en inglés). Los agricultores cada vez están más familiarizados con la utilización de los servicios públicos de información parcelaria, SIGPAC y otros servicios WEBGIS ofrecidos por plataformas diferentes. La gestión logística (gestión de flotas y rutas) y la de gestión de residuos también se basan en esta tecnología. Además, se pueden utilizar en la distribución sostenible de deyecciones de ganadería intensiva para fertilizar explotaciones agrícolas, también en la organización de campañas de cosecha de remolacha o recogida de frutas si se combina con información del cultivo.

#### Nivel 3. Intervención en la producción, integración en sistemas complejos y/o extra parcelarios

La **contribución del GPS a la agricultura de precisión** es fundamental y son muchas las aplicaciones que han ido surgiendo en los últimos años, muchas de ellas ligadas a la precisión de las actuaciones sobre el terreno y otras encaminadas al mapeo de variables de interés para la toma de decisiones, posibilitando la evolución de la dosificación variable intraparcularia.

La maquinaria es la que va tomando la delantera en la oferta tecnológica. Un 70% de la maquinaria europea incorpora implementos de agricultura de precisión. Los fabricantes más importantes van sacando al mercado nuevas máquinas inteli-



gentes capaces de producir grandes cambios en la gestión de los cultivos y el ganado.

Tráfico controlado, guiado automático

Los fabricantes de tractores han hecho de esta tecnología una oferta en la mayor parte de los tractores modernos, de ahí su rápida implantación

Dosificación variable

Partiendo de un mapa (rendimientos, NDVi) previamente elaborado o de información obtenida a tiempo real por sensores montados en el tractor, la abonadora, sembradora o aplicador fitosanitario regulan la salida de producto automáticamente.

Cosecha Inteligente

Actualmente, sensores instalados en las cosechadoras permiten ajustar en tiempo real algunas de sus especificaciones, desde ajuste de la barra de corte, pasando por la presión de los neumáticos hasta la optimización del llenado del remolque de transporte de grano.

Deshierbe inteligente

Sensores montados en el tractor se comunican a través de la conexión ISOBUS con el apero que acciona sus cuchillas para controlar las malas hierbas una a una.

Robots

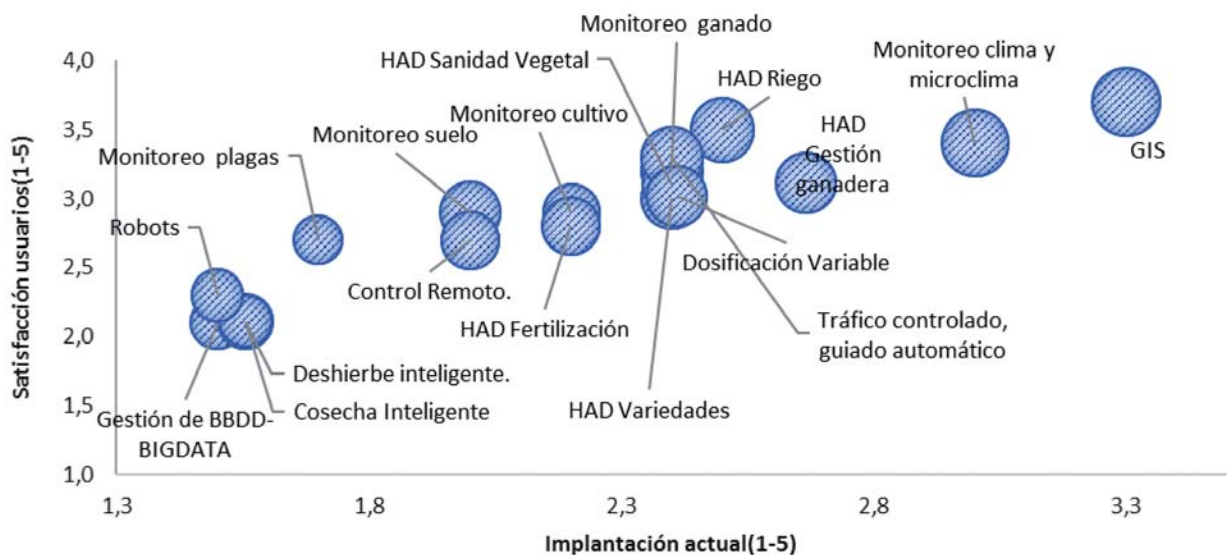
Los robots de ordeño y las barras de aplicación fitosanitaria en invernaderos son una realidad. En una fase menos avanzada están los tractores autónomos o los minirobots para siembra, así como el uso de robots para estimación y cosecha.

Control Remoto

De nuevo las nuevas tecnologías vienen a resolver los problemas concretos, en este caso de comunicación de los instrumentos y máquinas y las unidades de control y gestión. La información se produce en todo momento y en cualquier punto de una parcela agrícola o de una granja o explotación ganadera. Por ello, es importante disponer de herramientas que trasladen esa información al centro de control. Telecontrol de máquinas de riego, redes de sensores.



Gráfico 1. Estado de situación de productos y servicios digitales en la agricultura española



Fuente: Juicio de 10 Expertos participantes en Reto 2 de productividad. El tamaño de la burbuja refleja su grado de madurez, el eje horizontal el nivel de implantación y el vertical la satisfacción de los usuarios. La escala varía de 1 (muy bajo) a 5 (muy alto).