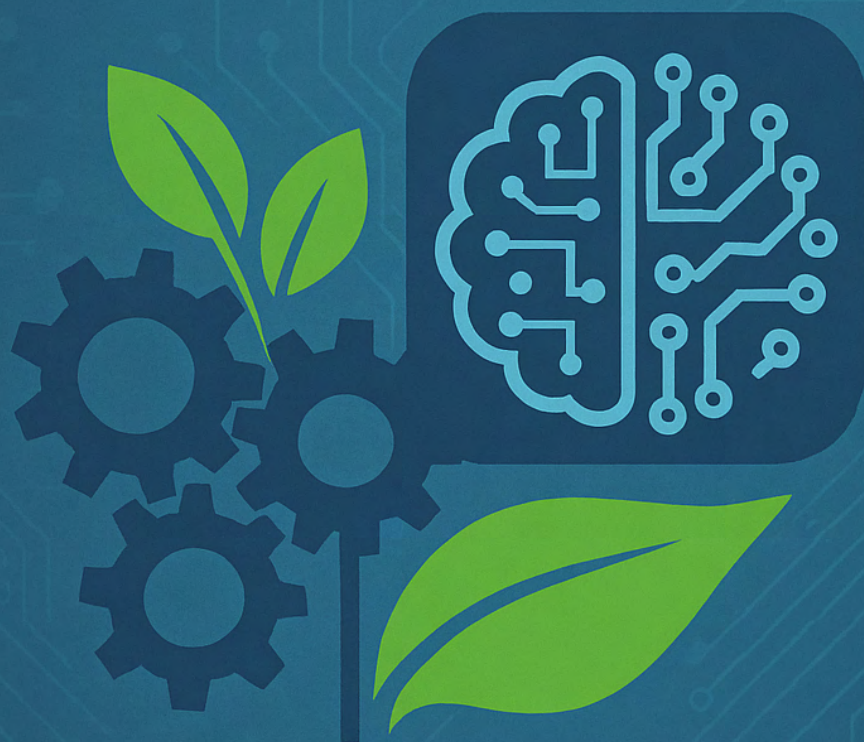


MEMORIAS 2025

1^{er} Encuentro internacional sobre retos
y oportunidades de la IA en los
procesos industriales y la sostenibilidad



1ER ENCUENTRO

Evento internacional sobre retos y oportunidades de la inteligencia artificial en los procesos industriales y la sostenibilidad

Álvaro Junior Caicedo Rolón
Angel Yesid Guarín Ortega
Angélica María Rodríguez
Belisario Peña Rodríguez
Cherly Margaret Duarte Duarte
Daniel Andrés Arévalo
Daniel Hinojosa Nogueira
Erika Gabriela Loya Meza
Francisco Raúl Arencibia Pardo
Guillermo Marín Balcázar
Jessica Ferley Domínguez
Jhon Jairo Vejar Caballero

José Andrés Vargas Naranjo
Julio César Rivera Rodríguez
Leidy Marcela Ávila
Lida Yaneth Maldonado Mateus
Mauricio Enrique Sotelo Barrios
Ronald Iván Castro García
Sandra Milena Castro Escobar
Sandra Paola Leal Hernández
Wlamyr Palacios Alvarado
Yair Yesid Urango Martínez
Yulitza Valentina Pérez Sepúlveda
Zoraima Peñaranda Ayala



Vicerrectoría de
INVESTIGACIONES
UNIPAMPLONA

“Formando nuevas generaciones con
sello de excelencia comprometidos
con la transformación social de las
regiones y un país en paz”

MEMORIAS

1ER ENCUENTRO

EVENTO INTERNACIONAL SOBRE RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES Y LA SOSTENIBILIDAD

12 Y 13 de junio, 2025

Modalidad Presencial

Sede Villa del Rosario, Universidad de Pamplona

© **Universidad de Pamplona**

Sede Principal Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga-
Ciudad Universitaria. Norte de Santander, Colombia.
www.unipamplona.edu.co
Teléfono: 6075685303

© **Sello Editorial Unipamplona**

Álvaro Junior Caicedo Rolón
Angel Yesid Guarín Ortega
Angélica María Rodríguez
Belisario Peña Rodríguez
Cherly Margaret Duarte Duarte
Daniel Andrés Arévalo
Daniel Hinojosa Nogueira
Erika Gabriela Loya Meza
Francisco Raúl Arencibia Pardo
Guillermo Marín Balcázar
Jessica Ferley Domínguez
Jhon Jairo Vejar Caballero
José Andrés Vargas Naranjo
Julio César Rivera Rodríguez
Leidy Marcela Ávila
Lida Yaneth Maldonado Mateus
Mauricio Enrique Sotelo Barrios
Ronald Iván Castro García
Sandra Milena Castro Escobar
Sandra Paola Leal Hernández
Wlamyr Palacios Alvarado
Yair Yesid Urango Martínez
Yulitza Valentina Pérez Sepúlveda
Zoraima Peñaranda Ayala

Ivaldo Torres Chávez Ph.D
Rector Universidad de Pamplona

Aldo Pardo García Ph.D
Vicerrector de Investigaciones

Caterine Mojica Acevedo
**Jefe Sello Editorial
Unipamplona**

Laura Angelica Buitrago Quintero
Diseño y diagramación

Diseño de portada: Suministrada por
los Autores con apoyo de la IA.

ISSN: XXXXXXXX

Edición mayo de 2026

Hecho el depósito que establece la ley. Todos los derechos
reservados. Prohibida su reproducción total o parcial por
cualquier medio, sin permiso del editor.

PRÓLOGO

Organizar un evento internacional de ingeniería no es tarea simple. Sumar la integración entre pregrado y posgrado, trabajar con especialistas de seis países, docentes, maestrantes, egresados y estudiantes, requiere de un esfuerzo intenso, alta concentración y perseverancia.

La presente antología es el resultado de muchos actores en pos de posicionar a la Universidad de Pamplona como referente en investigación aplicada. Recopila excelentes trabajos sobre Inteligencia Artificial, donde expertos de seis países, junto a docentes de diversas universidades, maestrantes y estudiantes de ingeniería de la Universidad de Pamplona, compartieron experiencias, retos y oportunidades en la integración de IA en procesos industriales y sostenibles.

Un espacio para la innovación, la colaboración y el futuro tecnológico que esperamos poder repetir.

PhD. Francisco Raúl Arencibia Pardo

TABLA DE CONTENIDO

INTERNACIONALES	7
Del Campo al Algoritmo: Cómo la Inteligencia Artificial está transformando la industria alimentaria	8
Daniel Hinojosa-Nogueira	
La nueva era del aprendizaje: potenciando la enseñanza con IA.	39
PhD. Erika Gabriela Loya Meza	
Mas allá de las mediciones: OKR'S e IA en la toma de decisiones en las empresas de manufactura.	43
PhD: Guillermo Marín Balcázar	
NACIONALES	58
Mejoramiento del proceso de elaboración de teja redonda en empresa arcillera de Norte de Santander	59
Msc. Sandra Paola Leal Hernández	
Msc. Sandra Milena Castro Escobar	
Msc. Zoraima Peñaranda Ayala	
Machine learning y procesamiento avanzado: enfrentando nuevos retos en la ingeniería industrial	64
PhD. Wlamyr Palacios Alvarado	
PhD. Álvaro Junior Caicedo Rolón	
Ing. Jhon Jairo Vejar Caballero	
Inteligencia Artificial en la ciencia y tecnología de los alimentos: innovación, seguridad y sostenibilidad	66
PhD. Lida Yaneth Maldonado Mateus	
Msc. Belisario Peña Rodríguez	
PhD. Francisco Raúl Arencibia Pardo	
Impacto de la inteligencia artificial en los sistemas de producción agroecológica.	72
PhD: Julio César Rivera Rodríguez	
Caracterización de los espacios para los requisitos mínimos de localización y su integración en una evaluación económica para las microempresas de comidas rápidas: informalidad Centro Comercial Jardín Plaza.	93

Msc: Ronald Iván Castro García
José Andrés Vargas Naranjo

**Transformación del lacto suero en una bebida energizante
para la reducción de la contaminación en la industria láctea 96**

Msc. Jessica Ferley Domínguez
Daniel Andrés Arévalo
Leidy Marcela Avila

Herramienta para el desarrollo de productos eco innovadores. 98

D.I. Cherly Margaret Duarte Duarte
Mauricio Enrique Sotelo Barrios
Msc. Angélica María Rodríguez

**Evaluación de la concentración del metal pesado (Cadmio), en el arroz
cultivado y comercializado en Cúcuta y su área metropolitana. 113**

Ing. Yair Yesid Urango Martínez
Yulitza Valentina Pérez Sepúlveda
Angel Yesid Guarín Ortega

**Generación de un modelo de negocio para la formalización de las
microempresas de comidas rápidas: un enfoque integral de análisis de
la informalidad 118**

Karol Valentina Pabón Claro
Msc. Richard Antonio Moya Arguello

La inteligencia en las inversiones. Salud y sostenibilidad global 118

PhD, Francisco Raúl Arencibia Pardo



INTERNACIONALES

Conferencias Magistrales

Del Campo al Algoritmo: Cómo la Inteligencia Artificial está transformando la industria alimentaria



Daniel Hinojosa-Nogueira^{1,2}

¹ Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición, Laboratorio del Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA), Hospital Universitario de Málaga (Virgen de la Victoria), 29590 Málaga, Spain.

² Department of Endocrinology and Nutrition, Virgen de las Nieves University Hospital, 18012 Granada, Spain.

La industria alimentaria actualmente se enfrenta a grandes desafíos, tanto es así que en los propios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) se refleja este hecho (Viana et al., 2022). Ya sea directamente con el ODS 2: Hambre Cero, que busca poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición, o el ODS 12: Producción y Consumo Responsables, que promueve sistemas alimentarios sostenibles; o indirectamente con otros objetivos como el ODS 13: Acción por el Clima, dado el impacto ambiental de la producción de alimentos, o el ODS 3: Salud y Bienestar, al considerar la nutrición como un pilar fundamental de la salud (Viana et al., 2022).

Entre los mayores retos a los cuales se enfrenta la industria alimentaria encontramos el eliminar la escasez de alimentos. Con una estimación de más de 840 millones de personas que sufren de hambre en el mundo, sumado a que en 2050 se estima que habrá que alimentar a una población proyectada de más de 9.700 millones de personas, es necesario tomar medidas contundentes

para satisfacer la demanda global de alimentos. Por ello, el sector, necesitara maximizar de la producción de alimentos y aumentar su rendimiento implementando medidas más eficientes y sostenibles (Arora & Mishra, 2022).

A su vez, se necesita abordar la gran cantidad de desperdicios generados tanto a nivel de alimentos consumidos como a nivel de la industria alimentaria (Sarker et al., 2024). Se estima que hasta un 30% de los alimentos producidos se desperdician debido a un manejo ineficiente de recursos. Esto genera un impacto social, ambiental y económico (Kim et al., 2022; Sarker et al., 2024). Aunque cada vez son más los países que intentan poner solución a este problema, solo hay unos pocos que lo consiguen. De los productos comestibles excedentes, a nivel mundial, menos de un 10% se reparte a organizaciones capaces de darle uso. Casos como el de Corea del Sur son un claro ejemplo, donde apuestan por la reducción de los residuos de alimentos, gracias a fijar impuestos específicos, logrando que el 96% de los residuos alimentarios se desvíen a instituciones para su aprovechamiento (Kim et al., 2022; Yi & Lim, 2021).

Otro de los grandes retos es lograr que el sistema alimentario sea más sostenible. Las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación derivada del uso industrial, el impacto ambiental de fertilizantes y pesticidas, así como la elevada huella de carbono asociada a la producción, distribución y consumo de alimentos o limitar el uso excesivo de agua, exigen una transformación estructural del modelo actual (Anastasiou et al., 2022; Prasanna et al., 2024).

Mejorar la calidad y la seguridad alimentaria es otro de los desafíos clave para la industria actual, especialmente ante la creciente presencia de contaminantes. La limitada trazabilidad a lo largo de la cadena alimentaria es un punto primordial ya que

ayuda a la identificación oportuna de brotes de enfermedades y contaminaciones (Hassoun et al., 2024). Un ejemplo actual de contaminación difícil de controlar y que preocupa a la sociedad, es la exposición humana a microplásticos, los cuales provienen de múltiples fuentes, incluidos alimentos como la sal de mesa, verduras, animales marinos, o la propia agua de bebida (Yang et al., 2023). Esto lo que evidencia es la necesidad urgente de implementar sistemas más robustos de control, monitoreo y transparencia para garantizar productos seguros y de alta calidad (Yang et al., 2023). Por todo ello, la innovación en la industria es necesaria y clave para afrontar todos estos retos.

El sistema alimentario global está apostando por 3 ejes clave para su transformación, la innovación de alimentos, el impulso de políticas públicas y la cooperación internacional y el avance de la tecnología y la digitalización (**Figura 1**). Por ejemplo, están surgiendo nuevos alimentos o alimentos alternativos capaces de incrementar su valor nutritivo, como puede ser la introducción de insectos como alimentos en contextos culturales diferentes, carnes cultivadas en laboratorio, alimentos de bioimpresión 3D, nuevos alimentos fermentados, algas, cultivos verticales o alimentos sustitutivos de origen vegetal (Tan et al., 2024). En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) podría convertirse en una herramienta imprescindible para abordar los desafíos del futuro (Mavani et al., 2022; Rejeb et al., 2022). Desde optimizar la producción de nuevos alimentos sostenibles, hasta mejorar la trazabilidad y seguridad alimentaria, la IA tiene el potencial de acelerar esta transición hacia un modelo más eficiente e inclusivo. Su aplicación estratégica permitirá anticiparse a problemas, personalizar la nutrición y fomentar decisiones basadas en datos, acercándonos a una verdadera revolución alimentaria (Mavani et al., 2022; Rejeb et al., 2022). En este contexto, la IA emerge como una herramienta clave para modernizar, optimizar y democratizar los procesos agroalimentarios.

Figura 1: Resumen de los retos del sistema alimentario y los ejes clave para afrontarlos



INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ENTRE EL MIEDO Y EL FUTURO

La Inteligencia Artificial es un término complejo de definir, similar a lo que sería si intentásemos definir la inteligencia humana (Khanam et al., 2021). Una de las definiciones, refiere a la IA como la capacidad de máquinas o tecnología para realizar tareas que tradicionalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, la resolución de problemas y la toma de decisiones (Aydin et al., 2025; Khanam et al., 2021). Aunque la IA es un término que ha ganado gran relevancia en la sociedad actual, especialmente por la popularización de herramientas como los chatbots y asistentes virtuales, entre ellos DeepSeek, Qwen, Gemini, Llama, Mistral, Gemma o el más conocido, ChatGPT, su origen no es reciente (Aydin et al., 2025).

Estas tecnologías se han convertido en herramientas cotidianas para el trabajo, la generación de contenidos y la búsqueda de información, pero la IA como concepto y campo de estudio tiene décadas de desarrollo (Aydin et al., 2025; Khanam et al., 2021). Su evolución ha sido progresiva, y hoy se consolida como un pilar

clave en la transformación digital de múltiples sectores. La IA ya está presente en casi todos los aspectos de nuestra vida diaria, desde las recomendaciones en nuestras redes sociales hasta en la medicina, la educación, el transporte, o la alimentación (Rashid & Kausik, 2024).

A pesar de que la IA ya está en nuestro día a día, aún la sociedad presenta cierta reticencia y, en algunos casos, miedo (Sindermann et al., 2022). Según Sindermann y colaboradores, actores de personalidad y diferencias culturales influyen en la percepción que tienen las personas sobre la IA. Además, destaca que los perfiles psicológicos y culturales son clave para abordar las resistencias sociales y promover una adopción más consciente, ética y positiva de estas tecnologías emergentes (Sindermann et al., 2022). En otro estudio se investigó cómo las personas perciben los riesgos y beneficios de la inteligencia artificial en distintas áreas de la vida cotidiana. El estudio revela que, aunque muchos reconocen las ventajas de la IA como eficiencia, personalización y digitalización, también presentan ciertas preocupaciones significativas relacionadas con la privacidad, el desempleo, la autonomía humana y el uso ético de estas tecnologías (Tolmeijer et al., 2022).

Si nos focalizamos en el sector alimentario, la IA ya interviene en diversos eslabones de la cadena, desde el cultivo hasta el consumo final, posibilitando un manejo más inteligente y eficiente de los recursos. Cada acto de consumo representa el eslabón final de una compleja cadena que abarca múltiples etapas, en la actualidad, esta cadena está experimentando una profunda transformación impulsada por algoritmos y sistemas de IA, que optimizan procesos, mejoran la eficiencia y permiten una toma de decisiones basada en grandes volúmenes de datos.

APLICACIONES DE LA IA EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

La IA está emergiendo como una herramienta clave en la transformación del sistema agroalimentario, a un sistemas más digital, mecánico y moderno, permitiendo optimizar procesos, mejorar la productividad y avanzar hacia una agricultura más sostenible (Taneja et al., 2023).

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

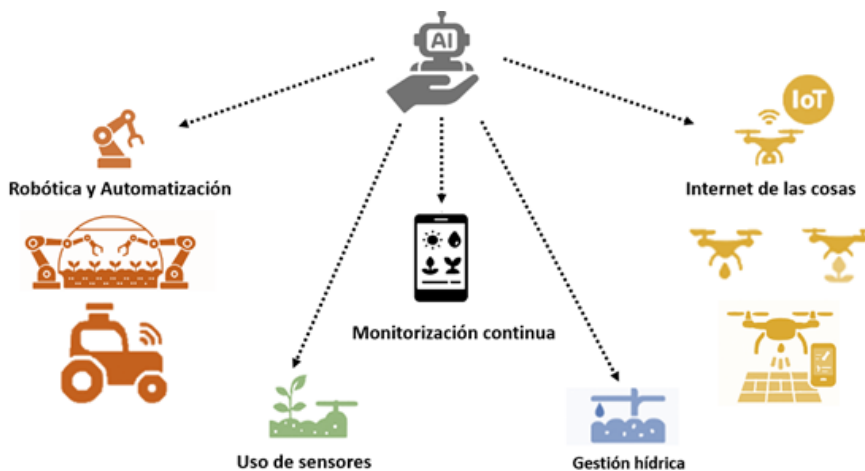
La integración de IA con sensores, drones y satélites posibilita una gestión más eficiente de los recursos agrícolas. La monitorización automatizada del terreno permite ajustar de forma precisa el riego, la fertilización y el uso de fitosanitarios, lo que se traduce en un incremento del rendimiento y una notable reducción del impacto ambiental (**Figura 2**) (Taneja et al., 2023).

Uno de los principales avances es la gestión inteligente es la del ciclo del agua, destacando cómo esta tecnología puede transformar la forma en que se utiliza y conserva este recurso vital en este sector. Una de las aplicaciones más relevantes es el riego de precisión basado en el estrés de las plantas. A través de sensores que monitorean en tiempo real las condiciones fisiológicas de las plantas, o el uso de las plantas como sensor per se, es posible activar sistemas de riego por goteo de manera automatizada, lo que no solo optimiza el uso del agua, sino que también mejora su salud y el rendimiento de los cultivos (Krishnan et al., 2022). Además, la IA permite gestionar de forma eficiente otros aspectos del ciclo hídrico, como el tratamiento de aguas residuales, la detección y prevención de fugas en las redes de distribución y la mejora general de la eficiencia en el uso de los recursos hídricos.

Todas estas herramientas están produciendo cambios profundos en el sector, con la inclusión de robots automatizados trabajando en cultivos protegidos, sistemas móviles de recolección y

monitoreo en campo, así como el uso de drones o sensores conectados a dispositivos móviles para gestionar variables como el riego, el clima, el estado del suelo y la salud de las plantas. Estas tecnologías permiten una toma de decisiones basada en datos en tiempo real, mejorando el rendimiento de los cultivos, reduciendo el uso de recursos y minimizando el impacto ambiental (Mana et al., 2024; Talaviya et al., 2020). Uno de los ejemplos de la implementación de la IA en el sector, es el uso de Drones. Principalmente están destacando por su papel clave en la recolección de datos, que permiten hacer diagnóstico de cultivos y mapeo por imágenes. Luego también están teniendo un papel importante como instrumentos agrícolas, los cuales se usan para la pulverización de fertilizantes o remedios, para el regadío de preciso, para recolección de muestras o incluso para siembra, entre muchas otras aplicaciones agrícolas. Aunque si bien tiene grandes beneficios como mejoras significativas en eficiencia, ahorro de recursos o monitoreo en tiempo real, se identifican también varios desafíos importantes como la regulación de vuelos, limitaciones de autonomía, altos costos iniciales y barreras entre pequeños productores sin programas de capacitación y formación accesibles (Guebsi et al., 2024).

Figura 2: Agricultura de precisión como factor clave en la industria agrícola



GANADERÍA DE PRECISIÓN

La Ganadería de Precisión (GP) emerge como una estrategia que integra tecnologías informáticas para monitorear y administrar de manera continua el ganado en tiempo real. Este enfoque puede generar beneficios significativos en diversos aspectos, incluyendo la salud y el bienestar animal, la productividad, y la reducción del impacto ambiental. En consecuencia, la implementación de la GP puede contribuir a la sostenibilidad económica, social y medioambiental de las actividades ganaderas (Jiang et al., 2023). Actualmente se está apostando por el uso combinado de la tecnología de sensores, interfaces de imágenes y aplicaciones en todos los sistemas de producción animal (Kleen & Guatteo, 2023).

Donde mejor se describe es en la ganadería de vacas o cerdos, donde el uso de sensores portátiles o wearables, que incluyen collares o arneses está ampliamente extendida (Kleen & Guatteo, 2023). Estos recogen datos en tiempo real sobre la actividad física, rumia, temperatura corporal y otros comportamientos de interés. Su uso permite, por ejemplo, geo-localizar el ganado, anticipar enfermedades o realizar un seguimiento del bienestar del animal de manera continua y automatizada (Kleen & Guatteo, 2023). Otra tecnología clave es la visión a través de cámaras fijas o móviles que capturan imágenes y videos que permite el reconocimiento individual de los animales o la detección de dolor o malestar (Kleen & Guatteo, 2023). Los análisis acústicos mediante micrófonos o los sensores ambientales también son frecuentemente utilizados (Kleen & Guatteo, 2023). Por ultimo son los sistemas automáticos de ordeño probablemente el ejemplo más avanzado en la ganadería lechera. Estos robots permiten a las vacas acudir al ordeño, y durante el proceso se recopilan datos sobre la producción láctea y el comportamiento del animal (Kleen & Guatteo, 2023).

Otro ejemplo se puede ver en la industria porcina donde hay estudios con sensores triples que logran una monitorización exhaustiva de

parámetros como la frecuencia cardíaca, la respiratoria y toda la actividad mediante un acelerómetro. Todo esto permitió detectar precozmente enfermedades, aislamiento del animal o niveles altos de estrés (Neethirajan, 2023). En estos animales también está extendido el uso de la termografía infrarroja desde la cría hasta el sacrificio. Estas imágenes ligadas con la IA permite medir la temperatura superficial de los animales sin contacto, lo cual ayuda a detectar posibles enfermedades o etapas gestacionales (Redaelli et al., 2024).

Otros sectores como el de la cría en libertad de cabras y ovejas también se están viendo afectadas por la IA, ya que esta puede ayudar a geo-localizar al ganado o delimitar el área de pasto (Guedes et al., 2021). La IA también contribuye a mejorar la producción de insectos para la alimentación humana y animal. Sus principales aplicaciones incluyen la monitorización del crecimiento o la detección de enfermedades (Nawoya et al., 2024).

Por último, se destaca como la IA y la robótica se están colocando como tecnologías de referencia en el sector avícola. En la actualidad, se está invirtiendo significativamente en la detección temprana de enfermedades y en el monitoreo ambiental mediante el empleo de cámaras y sensores. Asimismo, la optimización de la alimentación y la automatización de procesos constituyen áreas fundamentales de transformación. A modo ilustrativo, se puede mencionar la aplicación de IA en la elaboración de regímenes alimenticios, o el uso de robots para tareas como la limpieza, el suministro de alimento, recolección de huevos o el monitoreo de las aves en tiempo real, lo cual contribuye a reducir la dependencia de mano de obra, aumentar la eficiencia y mejorar el bienestar animal (Taleb et al., 2025)

La integración de todos estos datos se realiza mediante softwares y algoritmos que consolidan la información en tiempo real, generan

alertas automatizadas y proporcionan recomendaciones basadas en modelos predictivos. Todo esto transforma al ganadero en un gestor de información, responsable de interpretar los datos y tomar decisiones, a la par que facilita su trabajo y le da un mayor rendimiento siendo más eficiente y sostenible (Kleen & Guatteo, 2023).

ACUICULTURA INTELIGENTE

La sobreexplotación de los recursos pesqueros ha sido identificada como un factor que afecta a un amplio espectro de especies marinas, lo que ha generado preocupación entre los investigadores y los interesados en la sostenibilidad de los ecosistemas marinos. Ante este escenario, la acuicultura emerge como un recurso de vital importancia, aunque presenta limitaciones en términos de avances tecnológicos en comparación con la agricultura convencional (Ashraf Rather et al., 2024). En el ámbito de análisis de grandes volúmenes de datos provenientes de este sector, se evidencia la implementación de técnicas de inteligencia artificial (IA), tales como el aprendizaje automático y la visión computerizada, como herramientas avanzadas para la gestión de información (Mandal & Ghosh, 2024).

En este sector, la implementación de sistemas de monitoreo ha representado un avance significativo en la gestión de la salud y el crecimiento de los peces. Este desarrollo ha permitido un mayor control y precisión en la observación de los parámetros biológicos, lo que ha contribuido a una mejora en la eficiencia y sostenibilidad de los procesos de producción (Mandal & Ghosh, 2024). En concreto, se han identificado algunos ejemplos que abarcan desde la formulación de alimentos diseñados específicamente para peces hasta la automatización del reconocimiento de signos tempranos asociados a enfermedades, parásitos o anomalías en la morfología de estas especies (Mandal & Ghosh, 2024). En la actualidad, la implementación de dichas tecnologías se ha extendido a la

estimación de la biomasa, mediante el empleo de cámaras y técnicas de machine learning, con el propósito de determinar con precisión el peso, la cantidad y las dimensiones de los peces (Ashraf Rather et al., 2024).

Asimismo, el desarrollo de técnicas de control ambiental, que permiten la obtención de datos en tiempo real de parámetros tales como la temperatura, el oxígeno disuelto o el pH, conlleva a la generación de alertas automáticas ante condiciones sub-óptimas. Este procedimiento posibilita la modificación de los parámetros fundamentales de manera casi instantánea, garantizando de este modo la preservación de un entorno favorable para la vida acuática (Ashraf Rather et al., 2024; Mandal & Ghosh, 2024).

IMPLEMENTACIÓN DE LA IA EN EL ÁMBITO LOGÍSTICO Y DE FABRICACIÓN DE ALIMENTOS

En la actualidad, es posible observar una tendencia hacia la evolución del sector de forma radical, impulsada principalmente por el desarrollo de la IA y la robótica. Este avance se manifiesta de manera significativa en los campos de la gestión de la producción y la logística. La implementación de estas herramientas facilita la optimización de diversos procesos, tales como la mecanización y automatización de los procesos productivos, el control de inventarios, el seguimiento minucioso de la seguridad y trazabilidad dentro de la cadena alimentaria, así como la logística de entrega. En consecuencia, las empresas del sector pueden adaptar su oferta a la demanda real, reducir excesos de stock, minimizar los desperdicios y reducir la huella ambiental (Sharma et al., 2021).

Este concepto se fundamenta principalmente en la denominada Industria 4.0, la cual está siendo extrapolada al ámbito de la alimentación, incorporando aspectos como el empleo de drones mensajeros, la impresión 3D de alimentos o la creación de gemelos

digitales. Estas tecnologías permiten la creación de sistemas de producción caracterizados por una mayor flexibilidad, sostenibilidad y capacidad de adaptación a las necesidades del mercado (Ding et al., 2023).

Algunos ejemplos podemos encontrarlos en la implementación de sensores IoT (Internet of Things) los cuales son esenciales para la promoción de una industria más inteligente, eficiente y sostenible (Ding et al., 2023; Jayan et al., 2025). A esto se le suma la implementación de técnicas de machine learning, redes neuronales, visión artificial y lógica difusa, las cuales constituyen un enfoque automatizado para la detección de productos defectuosos, el control de procesos industriales, la evaluación de la composición nutricional y la supervisión de la seguridad alimentaria. Estos sistemas posibilitan una inspección más rápida, precisa y menos dependiente del control manual (Ding et al., 2023). Por ejemplo, el uso de la visión artificial multispectral y espectroscopía de infrarrojo cercano, se están implementando para detectar parámetros químicos y atributos físicos de los alimentos de forma rápida y no invasiva. Otro ejemplo es mediante detección de imágenes, poder clasificar y separar frutas por su color y tamaño en el sistema de envasado (Dewi et al., 2020).

En lo que respecta a la implementación de la automatización en el ámbito industrial, la integración de sistemas inteligentes con tecnología robótica ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar la eficiencia en el proceso de transformación de alimentos. Este enfoque ha resultado en una reducción de errores, un incremento en la precisión del envasado y una optimización en el uso de recursos, tanto energéticos como humanos (Sharma et al., 2021). Además, se está usando la IA para hacer que los procesos de fabricación sean más productivos, optimizando el uso de los recursos como las materias primas o mejorando los parámetros de elaboración como temperatura, pH, humedad relativa, cepas de

microorganismos fermentativos, entre otras muchas utilidades (Yu et al., 2024).

En el ámbito de la gestión de la cadena de suministro y la trazabilidad, el análisis de grandes volúmenes de datos, combinado con tecnologías como blockchain, permite una monitorización en tiempo real, trazabilidad completa y detección temprana de riesgos por contaminación o manipulación inapropiada. La integración de ambas tecnologías permite la creación de sistemas robustos de trazabilidad, garantizando así un seguimiento seguro y transparente del recorrido de los alimentos a lo largo de toda la vida del alimento, esto se está empezando a llamar la “AI traceability” (Yin et al., 2025). Además, la implementación de la IA está optimizando el uso mejor de recursos y la reducción del desperdicio mediante la obtención de predicciones más precisas de la demanda (Ding et al., 2023).

De cara a la gestión de residuos estas tecnologías también permiten aumentar el aprovechamiento de recursos mejorando la gestión y valorización de residuos alimentarios (Said et al., 2023). El control de los procesos biotecnológicos orientados a transformar los residuos en productos de valor añadido, como biogás, fertilizantes, o compuestos bioquímicos optimiza la eficiencia del proceso e incrementan los resultados en términos de subproductos útiles. Además, estas tecnologías no solo refuerzan la gestión técnica y ambiental de los residuos, sino que también promueve una economía circular. De esta forma, los residuos alimentarios dejan de ser desechos para convertirse en una fuente sostenible de recursos, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental (Said et al., 2023).

Finalmente, es relevante señalar que la implementación de estas tecnologías no solo abarca elementos tecnológicos, sino que también se extiende hacia el ámbito de los recursos humanos y las

infraestructuras físicas. En este sentido, se plantea el desarrollo de sistemas de reconocimiento facial que permitan otorgar permisos especiales de acceso, así como la implementación de biosensores en las infraestructuras. Por ejemplo en el ámbito del saneamiento usar sensores como jabones de mano automáticos, grifos automáticos o sistemas de desinfección y esterilización monitorizados (Rary et al., 2020; Sahni et al., 2021). Estos sistemas poseen la capacidad de optimizar la vigilancia en tiempo real y evitar brotes epidémicos, así como de incrementar la accesibilidad y la agilidad en el acceso a las infraestructuras (Rary et al., 2020; Sahni et al., 2021).

En resumen, se evidencia el potencial de la IA en la seguridad alimentaria, al facilitar la detección de contaminantes, el control de procesos industriales y la garantía de la trazabilidad de los productos. Este enfoque contribuye a la consolidación de una cadena de suministro caracterizada por su seguridad, su eficiencia y su robustez.

IA EN ESTABLECIMIENTOS DE VENTA Y RESTAURACIÓN, APOSTANDO POR EL CONSUMIDOR

El impacto de la IA no se detiene en la producción y manufacturación si no que llega hasta el consumidor. Por ejemplo, aplicaciones inteligentes analizan preferencias de consumo y ayudan en la formulación de nuevos productos. Tal es el caso, que la IA puede recopilar y analizar miles de combinaciones hechas por consumidores en máquinas de autoservicio y generar cual es la bebida preferida y establecerla como la mejor opción de venta (Joshi et al., 2024). Otro ejemplo es la empresa chilena NotCo, la cual ha integrado la IA en su proceso de desarrollo de productos. Esta IA analiza estructuras moleculares de alimentos de origen animal y de ingredientes vegetales, proponiendo formulaciones que reproducen sabor, textura y valor nutricional de productos de origen animal como carne o lácteos, usando únicamente alimentos de origen vegetal (Torres et al., 2022).

En el ámbito del marketing personalizado y conocimiento del consumidor, se destacan los algoritmos de recomendación basada en IA que analizan hábitos de compra, preferencias y opiniones en redes. Estos sistemas generan sugerencias personalizadas y estrategias de precios o promociones adaptadas, mejorando la experiencia del cliente y el compromiso de compra (Ding et al., 2023). Estos algoritmos permiten estrategias personalizadas a una escala mas amplia y precisa que las estrategias tradicionales (Sharma et al., 2021).

La transformación digital, también se manifiesta en el ámbito de los supermercados, lo cual ha ocasionado una redefinición en la experiencia del consumidor. Su enfoque se centra en la implementación de soluciones innovadoras en el ámbito de la tienda, abarcando desde los primeros sistemas de autoservicio y carritos inteligentes hasta herramientas avanzadas impulsadas por IA y realidad aumentada. Por ejemplo, los “checkouts” de autoservicio han permitido a los clientes escanear y pagar sus productos sin necesidad de asistencia, lo que ha contribuido a la eficiencia de los procesos de compra (Jayan et al., 2025; Wolniak et al., 2024). También se están usando drones como opción logística y de reparto. Asimismo, se ha producido la adopción de escáneres portátiles o aplicaciones móviles, incluyendo sistemas tipo «Scan & Go», que agilizan y personalizan el proceso de compra, disminuyendo los tiempos de espera y los errores (Wolniak et al., 2024). En el análisis del propio producto de compra existen casos pioneros del uso de la realidad aumentada en el punto de venta, donde el cliente puede acceder a información adicional como posibles recetas o comparativas nutricionales mediante dispositivos móviles, lo que enriquece la experiencia de una forma más interactiva. No obstante, se ha evidenciado una resistencia por parte de algunos consumidores debido a la potencial vulneración de su privacidad o a la posibilidad de una brecha digital (Wolniak et al., 2024).

El auge de las aplicaciones de entrega de alimentos ha sido un fenómeno notable en la era contemporánea. Estas plataformas abarcan tanto la entrega de alimentos desde establecimientos gastronómicos hasta los consumidores finales como la gestión de pedidos a través de plataformas digitales por parte de supermercados. Estas aplicaciones móviles ofrecen la posibilidad de realizar pedidos de comida de manera sencilla, acceder a una amplia variedad de establecimientos gastronómicos y recibir el pedido de forma cómoda en el domicilio del usuario. La utilización de los datos de los consumidores en este contexto se somete a un análisis riguroso por IA, lo que permite proporcionar una experiencia personalizada, incluyendo recomendaciones específicas de restaurantes potencialmente relevantes para el consumidor o descuentos en productos de consumo habitual (P. Kaur et al., 2021).

A nivel de restauración, la adopción de IA en servicio al cliente debe gestionarse con cuidado, especialmente en contextos donde la relación interpersonal es clave para la propuesta del negocio. Actualmente, los datos de los usuarios permiten establecer recomendaciones personalizadas según la geolocalización del cliente y los gustos del mismo (N. Kaur et al., 2023). Si nos centramos en el propio uso de la IA, esta se está empleando para la elaboración de menús personalizados teniendo en cuenta alergias e intolerancias, para la robotización del servicio o para el uso de chatbots para ofrecer atención al cliente 24/7 (N. Kaur et al., 2023). Actualmente predomina un enfoque híbrido el cual combina la IA para tareas rutinarias como reserva, pedidos básicos o gestión del almacén de productos pero siempre manteniendo el componente humano en interacciones con el cliente (Nozawa et al., 2022). De acuerdo con la investigación realizada por Nozawa y colaboradores, la implementación de tecnología robótica y sistemas de IA en establecimientos gastronómicos era predominantemente bienvenida en restaurantes de comida rápida o temáticos. En el

caso de expectativas de servicios de alta cocina, se observaba una actitud de rechazo significativa por parte de los clientes (Nozawa et al., 2022).

IOT, APPS Y NUTRICIÓN PERSONALIZADA

La IA y el IoT está transformando el almacenamiento de alimentos, la preparación culinaria y las experiencias gastronómicas en el entorno doméstico. En el ámbito del almacenamiento, se ha producido un notable avance en el desarrollo de frigoríficos inteligentes, equipados con sensores y algoritmos avanzados que permiten monitorear de manera precisa la frescura de los alimentos, alertar sobre fechas de caducidad, sugerir recetas basadas en los ingredientes disponibles y automatizar pedidos de alimentos a establecimientos comerciales. En consecuencia, estas prácticas contribuyen a la reducción de los residuos y el desperdicio, así como a la optimización del tiempo y de los recursos (Golshany et al., 2025). En lo que respecta a la preparación de alimentos, los electrodomésticos inteligentes dotados de IoT permiten un control preciso de parámetros tales como la temperatura y el tiempo de cocción, además de ofrecer opciones de nutrición personalizada y de cocina a distancia. En el ámbito de la innovación tecnológica aplicada a la gastronomía, ciertos modelos incorporan sistemas de avanzada, tales como la impresión 3D de alimentos, orientados a la creación de comidas personalizadas que se ajusten a los requerimientos dietéticos específicos de los usuarios. En lo que respecta al mobiliario, este puede estar equipado con sistemas de control de porciones e interfaces interactivas, que contribuyen a una experiencia más intuitiva y adaptada a las necesidades individuales. Este enfoque busca mejorar la experiencia culinaria, educar al usuario sobre sus hábitos alimentarios y promover una alimentación más consciente (Golshany et al., 2025). En el contexto doméstico, la implementación de robots se ha convertido en una realidad emergente. Estos dispositivos han evolucionado hasta el

punto de ser capaces de interpretar música y, en consecuencia, influir en las preferencias dietéticas de los individuos (Qiu et al., 2025), incluso llegar a servir raciones para cada comensal de forma específica.

Según estimaciones recientes, se desperdicia aproximadamente un tercio de los alimentos producidos a nivel global. En este sentido, se propone el uso de la IA como una estrategia relevante para abordar este desafío en el ámbito doméstico y fomentar un modelo que sea más eficiente y sostenible (Onyeaka et al., 2023). Para abordar este desafío, se están desarrollando diversas tecnologías, entre las cuales se destacan aplicaciones móviles diseñadas para reducir el desperdicio de alimentos. Estas aplicaciones proporcionan a los usuarios herramientas para gestionar las fechas de caducidad, evitar compras innecesarias y compartir excedentes de alimentos, abordando problemas comunes como la falta de control sobre los productos y las compras excesivas. Además, estas aplicaciones facilitan la entrega de excedentes a organizaciones benéficas cercanas mediante la utilización de geolocalización (Haas et al., 2022; Hajjdiab et al., 2018).

En la actualidad, las aplicaciones móviles (APPs) se erigen como herramientas versátiles que encuentran múltiples usos en diversos contextos. La prevalencia de la obesidad y los patrones de comportamiento sedentarios han motivado el desarrollo de numerosas APPs diseñadas para fomentar prácticas alimentarias y de actividad física saludables. Estas herramientas, basadas en estrategias interactivas y personalizadas, buscan modificar los patrones conductuales de los individuos con el fin de promover un estilo de vida más saludable. Las APPs, hacen uso de los sensores incorporados en los dispositivos móviles, tales como acelerómetro, giroscopio y GPS. El sistema examina estos datos en tiempo real con el propósito de proporcionar al usuario retroalimentación inmediata. En el campo de la nutrición, por ejemplo, las aplicaciones

móviles ofrecen funciones que facilitan el control del consumo de alimentos, como la capacidad de registrar comidas, consultar catálogos de ingredientes y llevar un seguimiento calórico (Villasana et al., 2019). Además, también se están desarrollando biosensores específicos para detectar contaminantes y garantizar la inocuidad de los alimentos de origen doméstico (Rahmanti et al., 2022).

La implementación de la IA en las APPs ha experimentado un notable avance, permitiendo la realización de análisis fotográficos con el propósito de identificar alimentos y determinar su valor nutricional. Además, se ha empleado en la evaluación de la frescura de los alimentos (Chun et al., 2024). Este hecho ha posibilitado la generación de programas dietéticos particulares diseñados para facilitar la pérdida de peso o mejorar la calidad de la dieta (Ataguba et al., 2024; Henriksson et al., 2015). En este contexto surge el termino de nutrición personalizada (NP) o de precisión. La NP se basa en las características únicas de cada individuo como su carga genética, la microbiota intestinal, el estilo de vida o las enfermedades preexistentes (Hinojosa-Nogueira et al., 2024). Gracias a la IA, es posible analizar toda la información lo que abre la puerta a ofrecer recomendaciones nutricionales personalizadas basadas en los ingredientes, composición del producto y características del consumidor. La integración de la IA con métodos tradicionales ha mejorado considerablemente la precisión y sensibilidad lo que permite generar o adaptar dietas personalizada según las características individuales de cada persona (Yin et al., 2025). Actualmente, aplicaciones como SlimMe incorporan chatbots con inteligencia emocional para el manejo del peso corporal (Rahmanti et al., 2022).

Actualmente hay proyectos como Stance4Health (Hinojosa-Nogueira et al., 2025) que apuestan por una integración de datos de preferencias de consumo, datos clínicos y de microbiota

intestinal para la generación de una NP mediados por el uso de una APP. En este caso la microbiota intestinal ha destacado como eje clave en la salud metabólica, lo cual hace que muchos de los esfuerzos y recurso se destinen a entender la relación entre la dieta y la microbiota (Balzerani et al., 2022; Blasco et al., 2021). Pero el análisis de tal volumen de información requiere de técnicas avanzadas y uso de la IA, para poder hacer una implementación de recomendaciones personalizadas en cuanto a alimentos, y que estas estén específicamente diseñadas para un individuo. Estas recomendaciones personalizadas tienen por tanto un mayor potencial de generar efectos positivos en la microbiota intestinal específica para cada sujeto (Hinojosa-Nogueira et al., 2023). Pero no solamente se está prestando atención a la microbiota; la NP también está abordando otras patologías, tales como el cáncer o las enfermedades autoinmunes, mediante el uso de enfoques innovadores basándose en la ingesta de micronutrientes de forma meticulosa o según monitorización a tiempo real (Yin et al., 2025).

RETOS ÉTICOS Y SOCIALES

La implementación de la IA en el sector agroalimentario plantea desafíos éticos significativos. Uno de los principales riesgos se relaciona con el acceso desigual a la tecnología. Las grandes empresas, debido a su capacidad financiera, tienen la posibilidad de adoptar soluciones avanzadas de IA, lo que genera una situación de desventaja para los pequeños productores y agricultores. Asimismo, se evidencia un riesgo de monopolización tecnológica, dado que las plataformas que desarrollan dichas herramientas tienen la capacidad de controlar el acceso a los datos y tecnologías, consolidando su poder e impidiendo una competencia equitativa (Rejeb et al., 2022; Ryan et al., 2022; Taneja et al., 2023).

Por otra parte, se necesita cierta transparencia algorítmica para garantizar que las decisiones automatizadas sean comprensibles e inclusivas, aunque esto enfrenta desafíos técnicos, de capacitación,

formación y de ciberseguridad. Al mismo tiempo, existe un riesgo creciente de manipulación de consumidores, ya que el uso masivo de datos puede vulnerar la privacidad y condicionar los hábitos de consumo sin un consentimiento informado. A este respecto, se ha de considerar el riesgo de vigilancia constante a través del uso de sensores, drones y aplicaciones móviles, lo que puede incidir en la libertad y el bienestar de trabajadores y consumidores. En cuanto al impacto en el empleo, la automatización puede reemplazar tareas humanas, afectando a trabajadores rurales si no se acompaña de políticas de reconversión laboral y formación en competencias tecnológicas. Si nos focalizamos en el uso intensivo de sensores y tecnologías puede derivar en riesgos de sobreexplotación, tanto de recursos naturales como de comunidades agrícolas, si no se establecen límites éticos y sostenibles. Estos desafíos requieren un enfoque integral para asegurar una transformación justa y responsable del sector (Ryan et al., 2022; Sharma et al., 2021). Estos problemas ponen de manifiesto la necesidad urgente de establecer un marco regulatorio claro que garantice una adopción ética y justa de la IA en el sector (Rejeb et al., 2022; Ryan et al., 2022; Taneja et al., 2023).

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial representa una oportunidad histórica para redefinir la producción, distribución y consumo de alimentos. No obstante, su implementación debe ser ética, inclusiva y orientada a la sostenibilidad. El futuro de la alimentación no estará solo en el campo o en la mesa, sino que también estará en los datos.

REFERENCIAS:

Anastasiou, K., Baker, P., Hadjikakou, M., Hendrie, G. A., & Lawrence, M. (2022). A conceptual framework for understanding the environmental impacts of ultra-processed foods and implications for sustainable food systems. *Journal*

- of *Cleaner Production*, 368, 133155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133155>
- Arora, N. K., & Mishra, I. (2022). Current scenario and future directions for sustainable development goal 2: A roadmap to zero hunger. *Environmental Sustainability*, 5(2), 129–133. <https://doi.org/10.1007/s42398-022-00235-8>
- Ashraf Rather, M., Ahmad, I., Shah, A., Ahmad Hajam, Y., Amin, A., Khursheed, S., Ahmad, I., & Rasool, S. (2024). Exploring opportunities of Artificial Intelligence in aquaculture to meet increasing food demand. *Food Chemistry: X*, 22, 101309. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101309>
- Ataguba, G., Aworinde, H., Henry, K. C., & Orji, R. (2024). Exploring AI-Based System for African Food Weight-Loss Recommendations. *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, 138, 1–1. <https://doi.org/10.1145/3703599.3703602>
- Aydin, O., Karaarslan, E., Erenay, F. S., & Bacanin, N. (2025). *Generative AI in Academic Writing: A Comparison of DeepSeek, Qwen, ChatGPT, Gemini, Llama, Mistral, and Gemma (Version 2)*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2503.04765>
- Balzerani, F., Hinojosa-Nogueira, D., Cendoya, X., Blasco, T., Pérez-Burillo, S., Apaolaza, I., Francino, M. P., Rufián-Henares, J. Á., & Planes, F. J. (2022). Prediction of degradation pathways of phenolic compounds in the human gut microbiota through enzyme promiscuity methods. *Npj Systems Biology and Applications*, 8(1), 24. <https://doi.org/10.1038/s41540-022-00234-9>
- Blasco, T., Pérez-Burillo, S., Balzerani, F., Hinojosa-Nogueira, D., Lerma-Aguilera, A., Pastoriza, S., Cendoya, X., Rubio, Á., Gosalbes, M. J., Jiménez-Hernández, N., Pilar Francino, M.,

- Apaolaza, I., Rufián-Henares, J. Á., & Planes, F. J. (2021). An extended reconstruction of human gut microbiota metabolism of dietary compounds. *Nature Communications*, 12(1), 4728. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25056-x>
- Chun, M., Yu, H.-J., & Jung, H. (2024). A Deep Learning-Based Rotten Food Recognition App for Older Adults: Development and Usability Study. *JMIR Formative Research*, 8, e55342. <https://doi.org/10.2196/55342>
- Dewi, T., Risma, P., & Oktarina, Y. (2020). Fruit sorting robot based on color and size for an agricultural product packaging system. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(4), 1438–1445. <https://doi.org/10.11591/eei.v9i4.2353>
- Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D. I., Young, B. R., Cui, X., Xin, X., Wang, Z., & Li, W. (2023). The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry. *Foods*, 12(24), 4511. <https://doi.org/10.3390/foods12244511>
- Golshany, H., Ni, Y., Yu, Q., & Fan, L. (2025). IoT-enabled smart kitchen technologies and their impact on food storage, preparation, and culinary experiences: A systematic review. *Food Research International*, 213, 116557. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116557>
- Guebsi, R., Mami, S., & Chokmani, K. (2024). Drones in Precision Agriculture: A Comprehensive Review of Applications, Technologies, and Challenges. *Drones*, 8(11), 686. <https://doi.org/10.3390/drones8110686>
- Guedes, R., Pedreiras, P., Nóbrega, L., & Gonçalves, P. (2021). Towards a low-cost localization system for small ruminants. *Computers and Electronics in Agriculture*, 185, 106172. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106172>

- Haas, R., Aşan, H., Doğan, O., Michalek, C. R., Karaca Akkan, Ö., & Bulut, Z. A. (2022). Designing and Implementing the MySusCof App—A Mobile App to Support Food Waste Reduction. *Foods*, 11(15), 2222. <https://doi.org/10.3390/foods11152222>
- Hajjdiab, H., Anzer, A., Tabaza, H. A., & Ahmed, W. (2018). A Food Wastage Reduction Mobile Application. 2018 6th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW), 152–157. <https://doi.org/10.1109/W-FiCloud.2018.00030>
- Hassoun, A., Alhaj Abdullah, N., Aït-Kaddour, A., Ghellam, M., Beşir, A., Zannou, O., Önal, B., Aadil, R. M., Lorenzo, J. M., Mousavi Khaneghah, A., & Regenstein, J. M. (2024). Food traceability 4.0 as part of the fourth industrial revolution: Key enabling technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(3), 873–889. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2110033>
- Henriksson, H., Bonn, S. E., Bergström, A., Bälter, K., Bälter, O., Delisle, C., Forsum, E., & Löf, M. (2015). A New Mobile Phone-Based Tool for Assessing Energy and Certain Food Intakes in Young Children: A Validation Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 3(2), e38. <https://doi.org/10.2196/mhealth.3670>
- Hinojosa-Nogueira, D., Navajas-Porras, B., Pastoriza, S., Delgado-Osorio, A., Toledano-Marín, Á., Rohn, S., Rufián-Henares, J. Á., & Quesada-Granados, J. J. (2025). Dietary Behavioural Preferences of Spanish and German Adults and Their Translation to the Dietary Recommendations of a Personalised Nutrition App in the Framework of the Stance4Health Project. *Nutrients*, 17(5), 912. <https://doi.org/10.3390/nu17050912>
- Hinojosa-Nogueira, D., Ortiz-Viso, B., Navajas-Porras, B., Pérez-Burillo, S., González-Vigil, V., De La Cueva, S. P., & Rufián-

- Henares, J. Á. (2023). Stance4Health Nutritional APP: A Path to Personalized Smart Nutrition. *Nutrients*, 15(2), 276. <https://doi.org/10.3390/nu15020276>
- Hinojosa-Nogueira, D., Subiri-Verdugo, A., Díaz-Perdigones, C. M., Rodríguez-Muñoz, A., Vilches-Pérez, A., Mela, V., Tinahones, F. J., & Moreno-Indias, I. (2024). Precision or Personalized Nutrition: A Bibliometric Analysis. *Nutrients*, 16(17), 2922. <https://doi.org/10.3390/nu16172922>
- Jayan, H., Min, W., & Guo, Z. (2025). Applications of Artificial Intelligence in Food Industry. *Foods*, 14(7), 1241. <https://doi.org/10.3390/foods14071241>
- Jiang, B., Tang, W., Cui, L., & Deng, X. (2023). Precision Livestock Farming Research: A Global Scientometric Review. *Animals*, 13(13), 2096. <https://doi.org/10.3390/ani13132096>
- Joshi, N. D., Akabri, S. H., Patel, M. B., Thakar, M. K., Athawale, G. H., & Joshi, D. P. (2024). A review: Artificial intelligence (AI) imminent in food industries. *Journal of Global Communication*, 17(1), 1–9. <https://doi.org/10.5958/0976-2442.2024.00001.5>
- Kaur, N., Mahajan, N., Singh, V., & Gupta, A. (2023). Artificial Intelligence Revolutionizing The Restaurant Industry—Analyzing Customer Experience Through Data Mining and Thematic Content Analysis. *2023 3rd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICIPTM57143.2023.10117897>
- Kaur, P., Dhir, A., Talwar, S., & Ghuman, K. (2021). The value proposition of food delivery apps from the perspective of theory of consumption value. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(4), 1129–1159. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-05-2020-0477>

- Khanam, S., Tanweer, S., & Khalid, S. (2021). Artificial Intelligence Surpassing Human Intelligence: Factual or Hoax. *The Computer Journal*, 64(12), 1832–1839. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxz156>
- Kim, W., Che, C., & Jeong, C. (2022). Food Waste Reduction from Customers' Plates: Applying the Norm Activation Model in South Korean Context. *Land*, 11(1), 109. <https://doi.org/10.3390/land11010109>
- Kleen, J. L., & Guatteo, R. (2023). Precision Livestock Farming: What Does It Contain and What Are the Perspectives? *Animals*, 13(5), 779. <https://doi.org/10.3390/ani13050779>
- Krishnan, S. R., Nallakaruppan, M. K., Chengoden, R., Koppu, S., Iyapparaja, M., Sadhasivam, J., & Sethuraman, S. (2022). Smart Water Resource Management Using Artificial Intelligence—A Review. *Sustainability*, 14(20), 13384. <https://doi.org/10.3390/sul42013384>
- Mana, A. A., Allouhi, A., Hamrani, A., Rehman, S., El Jamaoui, I., & Jayachandran, K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices. *Smart Agricultural Technology*, 7, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416>
- Mandal, A., & Ghosh, A. R. (2024). Role of artificial intelligence (AI) in fish growth and health status monitoring: A review on sustainable aquaculture. *Aquaculture International*, 32(3), 2791–2820. <https://doi.org/10.1007/s10499-023-01297-z>
- Mavani, N. R., Ali, J. M., Othman, S., Hussain, M. A., Hashim, H., & Rahman, N. A. (2022). Application of Artificial Intelligence in Food Industry—A Guideline. *Food Engineering Reviews*, 14(1), 134–175. <https://doi.org/10.1007/s12393-021-09290-z>

- Nawoya, S., Ssemakula, F., Akol, R., Geissmann, Q., Karstoft, H., Bjerger, K., Mwikirize, C., Katumba, A., & Gebreyesus, G. (2024). Computer vision and deep learning in insects for food and feed production: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 216, 108503. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108503>
- Neethirajan, S. (2023). AI in Sustainable Pig Farming: IoT Insights into Stress and Gait. *Agriculture*, 13(9), 1706. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091706>
- Nozawa, C., Togawa, T., Velasco, C., & Motoki, K. (2022). Consumer responses to the use of artificial intelligence in luxury and non-luxury restaurants. *Food Quality and Preference*, 96, 104436. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104436>
- Onyeaka, H., Tamasiga, P., Nwauzoma, U. M., Miri, T., Juliet, U. C., Nwaiwu, O., & Akinsemolu, A. A. (2023). Using Artificial Intelligence to Tackle Food Waste and Enhance the Circular Economy: Maximising Resource Efficiency and Minimising Environmental Impact: A Review. *Sustainability*, 15(13), 10482. <https://doi.org/10.3390/su151310482>
- Prasanna, S., Verma, P., & Bodh, S. (2024). The role of food industries in sustainability transition: A review. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04642-1>
- Qiu, L., Mi, H., & Wan, X. (2025). Robot or human musicians? The modulating role of perceived performer on how music influences food choices. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, 17(3), e70049. <https://doi.org/10.1111/aphw.70049>
- Rahmanti, A. R., Yang, H.-C., Bintoro, B. S., Nursetyo, A. A., Muhtar, M. S., Syed-Abdul, S., & Li, Y.-C. J. (2022). SlimMe, a Chatbot With Artificial Empathy for Personal Weight Management:

- System Design and Finding. *Frontiers in Nutrition*, 9, 870775. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.870775>
- Rary, E., Anderson, S. M., Philbrick, B. D., Suresh, T., & Burton, J. (2020). Smart Sanitation—Biosensors as a Public Health Tool in Sanitation Infrastructure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5146. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145146>
- Rashid, A. B., & Kausik, M. A. K. (2024). AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications. *Hybrid Advances*, 7, 100277. <https://doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100277>
- Redaelli, V., Zaninelli, M., Martino, P., Luzi, F., & Costa, L. N. (2024). A Precision Livestock Farming Technique from Breeding to Slaughter: Infrared Thermography in Pig Farming. *Applied Sciences*, 14(13), 5780. <https://doi.org/10.3390/app14135780>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Zailani, S., Keogh, J. G., & Appolloni, A. (2022). Examining the interplay between artificial intelligence and the agri-food industry. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 6, 111–128. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.08.002>
- Ryan, M., Van Der Burg, S., & Bogaardt, M.-J. (2022). Identifying key ethical debates for autonomous robots in agri-food: A research agenda. *AI and Ethics*, 2(3), 493–507. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00104-w>
- Sahni, V., Srivastava, S., & Khan, R. (2021). Modelling Techniques to Improve the Quality of Food Using Artificial Intelligence. *Journal of Food Quality*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/2140010>
- Said, Z., Sharma, P., Thi Bich Nhung, Q., Bora, B. J., Lichtfouse, E., Khalid, H. M., Luque, R., Nguyen, X. P., & Hoang, A. T. (2023). Intelligent approaches for sustainable management and

- valorisation of food waste. *Bioresource Technology*, 377, 128952. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2023.128952>
- Sarker, A., Ahmmed, R., Ahsan, S. M., Rana, J., Ghosh, M. K., & Nandi, R. (2024). A comprehensive review of food waste valorization for the sustainable management of global food waste. *Sustainable Food Technology*, 2(1), 48–69. <https://doi.org/10.1039/D3FB00156C>
- Sharma, S., Gahlawat, V. K., Rahul, K., Mor, R. S., & Malik, M. (2021). Sustainable Innovations in the Food Industry through Artificial Intelligence and Big Data Analytics. *Logistics*, 5(4), 66. <https://doi.org/10.3390/logistics5040066>
- Sindermann, C., Yang, H., Elhai, J. D., Yang, S., Quan, L., Li, M., & Montag, C. (2022). Acceptance and Fear of Artificial Intelligence: Associations with personality in a German and a Chinese sample. *Discover Psychology*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s44202-022-00020-y>
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4, 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>
- Taleb, H. M., Mahrose, K., Abdel-Halim, A. A., Kasem, H., Ramadan, G. S., Fouad, A. M., Khafaga, A. F., Khalifa, N. E., Kamal, M., Salem, H. M., Alqhtani, A. H., Swelum, A. A., Arczewska-Włosek, A., Świątkiewicz, S., & Abd El-Hack, M. E. (2025). Using Artificial Intelligence to Improve Poultry Productivity – A Review. *Annals of Animal Science*, 25(1), 23–33. <https://doi.org/10.2478/aoas-2024-0039>

- Tan, Y. Q., Ong, H. C., Yong, A. M. H., Fattori, V., & Mukherjee, K. (2024). Addressing the safety of new food sources and production systems. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(3), e13341. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13341>
- Taneja, A., Nair, G., Joshi, M., Sharma, S., Sharma, S., Jambrak, A. R., Roselló-Soto, E., Barba, F. J., Castagnini, J. M., Leksawasdi, N., & Phimolsiripol, Y. (2023). Artificial Intelligence: Implications for the Agri-Food Sector. *Agronomy*, 13(5), 1397. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051397>
- Tolmeijer, S., Christen, M., Kandul, S., Kneer, M., & Bernstein, A. (2022). Capable but Amoral? Comparing AI and Human Expert Collaboration in Ethical Decision Making. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-17. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517732>
- Torres, I. L. R., Arôxa, C. N. F., Gonçalves, J. L. C., Láscaris, M. P. S., Nunes, T. P., Oliveira Junior, A. M., & Barretto, L. C. O. (2022). A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A NOTCO®. In Agron Food Academy (Ed.), *PESQUISAS E ATUALIZAÇÕES EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS* (1st ed.). Agron Food Academy. <https://doi.org/10.53934/9786599539657-77>
- Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., & Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. *Science of The Total Environment*, 806, 150718. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150718>
- Villasana, M. V., Pires, I. M., Sá, J., Garcia, N. M., Pombo, N., Zdravevski, E., & Chorbev, I. (2019). CoviHealth: Novel approach of a mobile application for nutrition and physical activity management for teenagers. *Proceedings of the 5th EAI*

International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good, 261–266. <https://doi.org/10.1145/3342428.3342657>

Wolniak, R., Stecuła, K., & Aydın, B. (2024). Digital Transformation of Grocery In-Store Shopping-Scanners, Artificial Intelligence, Augmented Reality and Beyond: A Review. *Foods*, 13(18), 2948. <https://doi.org/10.3390/foods13182948>

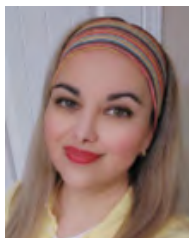
Yang, Z., Wang, M., Feng, Z., Wang, Z., Lv, M., Chang, J., Chen, L., & Wang, C. (2023). Human Microplastics Exposure and Potential Health Risks to Target Organs by Different Routes: A Review. *Current Pollution Reports*, 9(3), 468–485. <https://doi.org/10.1007/s40726-023-00273-8>

Yi, S., & Lim, H. S. (2021). Evaluation of the eco-efficiency of waste treatment facilities in Korea. *Journal of Hazardous Materials*, 411, 125040. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125040>

Yin, B., Tan, G., Muhammad, R., Liu, J., & Bi, J. (2025). AI-Powered Innovations in Food Safety from Farm to Fork. *Foods*, 14(11), 1973. <https://doi.org/10.3390/foods14111973>

Yu, H., Liu, S., Qin, H., Zhou, Z., Zhao, H., Zhang, S., & Mao, J. (2024). Artificial intelligence-based approaches for traditional fermented alcoholic beverages' development: Review and prospect. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(10), 2879–2889. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2128034>

PAÍS. ESTADOS UNIDOS



La nueva era del aprendizaje: potenciando la enseñanza con IA.

PhD. Erika Gabriela Loya Meza
Western Technical College
El Paso, Texas, Estados Unidos

¿Estas preparado para enseñar a mentes que piensan con máquinas?

1. IA en la Educación
2. Tipos de IA
3. Estadísticas a Nivel Nacional E.U.
4. Uso de IA por Docentes en WTC
5. Herramientas de IA
6. Política Institucional
7. Herramientas para detectar AI
8. Análisis de Riesgos
9. Sugerencias y Buenas Prácticas
10. Reflexión final

La presente conferencia magistral se realizó con el uso de la plataforma TEAMS desde Texas. El público se encontraba de modo presencial en el auditorio Josimar Calvo. Se coloca en la presente obra la exposición, tal cual fue presentada.

"LA NUEVA ERA DEL APRENDIZAJE: POTENCIANDO LA ENSEÑANZA CON IA"

PhD Erika Gabriela Loya Meza
Conferencia para la Universidad de Pamplona en Colombia
Western Technical College
El Paso, Tx, Estados Unidos

www.westerntech.edu

IA en la Educación

- 01 Nuevas formas de enseñar, aprender y evaluar.
- 02 Permite personalizar la experiencia educativa y optimizar los procesos académicos.
- 03 Existen desafíos éticos y pedagógicos.
- 04 **El rol del docente no desaparece, sino que evoluciona.**



Estadísticas a nivel nacional (EE.UU.)



- 01 **60 %** de los profesores usan tecnologías de IA en su trabajo diario
- 02 **86 %** de los estudiantes universitarios usan IA de forma regular
- 03 **56 %** de los estudiantes universitarios reconocen usar herramientas como ChatGPT
- 04 Un **40 %** de la Generación Z (1997 - 2012) se siente ansiosa usando IA, aunque **44 %** considera que es vital para su futuro profesional

Uso de IA por docentes en Western Technical College

Institución con enfoque técnico-profesional en El Paso, TX, donde se promueve la innovación tecnológica aplicada a la enseñanza.

- Programas de Certificaciones
- Programas a Nivel Técnico
- Programas de Licenciatura
- Programas de Maestría



Herramientas de IA



Política de WTC acerca del uso de IA



El contenido generado por aplicaciones de IA debe referenciarse correctamente y no debe exceder el **25%** del total de la asignación.



Las decisiones del docente sobre la evaluación serán definitivas.



El estudiante es responsable de errores o imprecisiones en su trabajo, ya sea generado por IA o no.



Se exige citación adecuada para reconocer el trabajo de otros, y el **75%** del contenido debe ser de autoría del estudiante.

Análisis de Riesgos



Riesgos Pedagógicos

Pérdida del pensamiento crítico
Desigualdad en el acceso

Riesgos éticos

Plagio Académico
Privacidad de los Datos

Riesgos institucionales

Falta de Políticas
Desactualización Docente

Sugerencias / Buenas Prácticas

- 01 Declaración del uso de IA en trabajos
- 02 Talleres breves para docentes
- 03 Evaluaciones por competencias



Reflexión Final

"La inteligencia artificial no es ni enemiga ni salvadora. Es una herramienta poderosa que debe ser usada con **criterio, ética y propósito**. Nuestra responsabilidad como docentes es formar estudiantes capaces de **pensar críticamente**... incluso cuando usen una máquina para ayudarse."

PAÍS: MÉXICO

Mas allá de las mediciones: OKR'S e IA en la toma de decisiones en las empresas de manufactura.



PhD: Guillermo Marín Balcázar¹.

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

Correo: guillermo_marin@utcj.edu.mx

Dr. En Ciencias Administrativas Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México Postdoctorado en Ciencias Gerenciales

Universidad de Carabobo Venezuela. FACES. Docente de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

RESUMEN:

El presente documento explora la metodología de Objetivos y Resultados Clave^[1], un marco de establecimiento de metas que ha ganado prominencia por su impacto en el rendimiento organizacional y el alineamiento estratégico. Se detalla su origen en la Gestión por Objetivos (MBO) y su evolución, popularizada por empresas líderes como Intel y Google. Se analizan exhaustivamente sus ventajas inherentes, como el enfoque, la transparencia, el alineamiento y el fomento de la visión compartida, así como las desventajas y desafíos en su implementación, particularmente la escasez de literatura académica rigurosa y las dificultades operativas. Se examina la aplicación práctica de los OKR'S en diversas organizaciones y se postula su sinergia con las metodologías ágiles. Finalmente, se discute el futuro de los OKR'S mediante la integración de la inteligencia artificial, destacando cómo la IA puede optimizar su seguimiento y análisis, al tiempo que se señalan las consideraciones éticas y la necesidad de

[1] OKR Objectives Key Result. Por sus siglas en ingles.

supervisión humana. Este estudio busca contribuir a la literatura académica al sintetizar el conocimiento existente y proponer vías para futuras investigaciones en un campo aún en desarrollo en el entorno latinoamericano.

Palabras Clave: Objetivos y Resultados Clave (OKR); Inteligencia Artificial; Gestión estratégica.

INTRODUCCIÓN

El entorno empresarial contemporáneo se caracteriza por los cambios e incertidumbre constantes, lo que impone a las organizaciones la importante necesidad de adaptarse y ser reactivas. En este contexto dinámico, la capacidad de mantener a los empleados enfocados y comprometidos con una visión compartida se ha vuelto crucial para la supervivencia y el éxito. Si bien existe una extensa investigación sobre los beneficios de una visión compartida, se sabe considerablemente menos sobre cómo se puede crear y fomentar dicha visión.

En los últimos años, un moderno instrumento para el establecimiento de objetivos, denominado Objetivos y Resultados Clave (OKR), ha ganado una popularidad creciente debido a su impacto en el rendimiento y el enfoque organizacional. Empresas digitales de renombre, como Google e Intel, han implementado esta metodología, la cual se ha convertido en un componente crítico de sus sistemas de innovación corporativa. Los OKR'S proporcionan una dirección y un enfoque comunes a los empleados, les otorgan la capacidad de participar activamente en la estrategia de la organización y fomentan tanto la autonomía como la manera de entender las estrategias. A pesar de su amplia adopción industrial, la literatura académica es notablemente escasa, con un predominio de la literatura poco confiable sobre los estudios teóricos rigurosos sobre todo en el entorno latinoamericano.

El propósito de este documento es, por tanto, cerrar esta brecha en la literatura académica. Se analizará en profundidad el origen y la evolución de los OKR'S, se examinarán sus ventajas y desventajas inherentes, se describirá su aplicación práctica en diversas empresas y se explorará la prometedora intersección con la inteligencia artificial (IA) en el futuro de la gestión estratégica.

ORIGEN, HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LOS OKR'S

La metodología de Objetivos y Resultados Clave, no es un concepto reciente, sino que surge como un sucesor evolucionado de la Gestión por Objetivos^[2]. La MBO, introducida por Peter Drucker en 1954, sentó las bases para el enfoque estructurado en el establecimiento de metas. No obstante, los OKR'S representan una actualización de este proceso, adaptando características para el entorno empresarial moderno.

El nacimiento formal de los OKR'S se atribuye a Andrew S. Grove, quien implementó una metodología de medición de objetivos empresariales en Intel en la década de 1970. Grove, en su manual de gestión *High Output Management* (1983), y los definió como un método que buscaba transformar ideas en ejecución, asignando una calificación a cada OKR individual en función del progreso de sus resultados clave. Su enfoque revolucionario consistió en aplicar principios de manufactura a las profesiones *soft* o de conocimiento, donde la relación entre insumo y producto final no era tan clara, buscando una medición concreta del *output*. El sistema de establecimiento de metas de Grove en Intel fue denominado *iMBO*^[3], y siempre vinculaba los objetivos con resultados clave.

John Doerr, quien fue introducido a la teoría de los *iMBO* por Andy Grove en 1975, desempeñó un papel fundamental en la

[2] MBO. (Management by Objectives) Por sus siglas en inglés.

[3] Intel Management by Objectives. Por sus siglas en inglés.

popularización de los OKR'S. Doerr, como inversor en Google y Amazon, llevó esta metodología a Google a finales de la década de 1990, donde se convirtió en un pilar de su sistema de innovación corporativa y contribuyó significativamente a su éxito. Su libro *Measure What Matters* (2018) ha sido la principal fuente para la difusión y comprensión de los OKR'S.

La estructura de los OKR'S se basa en dos componentes principales: el Objetivo y los Resultados Clave. El Objetivo es la parte cualitativa y aspiracional de la meta, lo que se desea lograr en el futuro. Debe ser significativo, inspirador, concreto y accionable, motivando a las personas a esforzarse por alcanzarlo. Los Resultados Clave, por otro lado, son la parte cuantificable de la meta, indicando cómo se logrará el Objetivo. Deben ser específicos, medibles, ambiciosos pero alcanzables, verificables y con un plazo determinado, enfocándose en los resultados en lugar de las actividades u *outputs*.

A diferencia de la MBO, los OKR'S no se conciben como una herramienta para la evaluación del desempeño o la gestión del rendimiento individual, sino como una herramienta para la entrega estratégica. Su propósito principal es asegurar que los recursos de una organización estén enfocados con su visión, misión y objetivos en todos los niveles y equipos.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS OKR

La implementación de los OKR'S ha sido asociada con una serie de beneficios significativos, pero también presenta desafíos y desventajas que deben ser considerados.

Ventajas de los OKR

- **Enfoque y Priorización:** Los OKR'S ayudan a las organizaciones a priorizar sus metas y a concentrar los esfuerzos en los asuntos más importantes y de mayor valor. Esto se logra al

exigir la selección de un número limitado de objetivos, lo que fuerza la claridad sobre lo que realmente importa.

- **Enfoque y Conexión Estratégica:** Los OKR's son una herramienta poderosa para crear una coordinación en la estrategia y entre todas las unidades de la organización, tanto horizontal como verticalmente. Esto se logra al iniciar el proceso OKR desde la visión organizacional, asegurando que todos los empleados tengan una comprensión común y se enfoquen en las mismas prioridades. Se propone que los OKR'S actúan como una frontera que permite a diversas categorías de personas discutir la estrategia abstracta y transformarla en algo concreto que moldean de manera colectiva.
- **Transparencia y Visibilidad:** Una de las principales ventajas de los OKR'S es la transparencia que generan. La visibilidad de los OKR, que son compartidos por todos, crea un lenguaje común y fomenta la colaboración al permitir que cada empleado entienda los objetivos de los demás.
- **Mejora del Rendimiento y la Productividad:** Estudios de caso han demostrado que los OKR'S tienen un efecto positivo en el rendimiento y la productividad de los empleados, así como en los ingresos y las ventas. Se plantea que los OKR'S pueden reducir problemas de medición de rendimiento y promover un mejor enfoque con las estrategias organizacionales.
- **Compromiso y Empoderamiento (Engagement y Empowerment):** Los OKR'S aumentan la sensación de propósito y contribución en los empleados, lo que a su vez mejora su compromiso. Esto se logra a través del establecimiento bidireccional de metas, que involucra a los empleados en la creación y entrega de la estrategia. La flexibilidad de acción individual, el aumento del empoderamiento y un mayor

compromiso entre los individuos son efectos directos de los OKR'S que contribuyen a la flexibilidad organizacional.

- **Adaptación Continua y Aprendizaje:** Los OKR'S fomentan ciclos de mejora continua, la experimentación y la adaptación de estrategias basadas en el aprendizaje validado, lo que empata con la filosofía Lean de mejora continua y flexibilidad. Cada ciclo de OKR es una nueva oportunidad de aprendizaje, revelando deficiencias y áreas de mejora, lo que se le conoce como lección aprendida.
- **Fomento de la Innovación:** Al impulsar el uso de metas ambiciosas, los OKR'S invitan a los empleados a salir de su zona de confort, lo que puede fomentar la innovación y un ambiente competitivo positivo.
- **Construcción de Visión Compartida:** Un hallazgo central es que los OKR'S son una herramienta práctica para lograr una visión compartida, tanto a nivel de equipo a partir de un efecto cultural que mejora la colaboración y la comunicación, así como a nivel organizacional a través de un efecto estratégico que coordina la estrategia y la visión.

3.2. Desventajas y Dificultades de los OKR

- **Escasez de Literatura Académica:** Como se ha mencionado, una de las principales limitaciones es la ausencia de investigación académica profunda sobre los OKR'S, lo que deja gran parte del conocimiento en la literatura es poco conocida en el ámbito latinoamericano. Esto dificulta la validación rigurosa de sus supuestos beneficios.
- **Implementación Inadecuada:** Una implementación que se desvía de las mejores prácticas puede generar problemas significativos. Por ejemplo, si los OKR'S no son visibles o no se comunican explícitamente, su valor puede ser limitado.

- **Necesidad de Formación y Experiencia:** La falta de una formación adecuada y de experiencia por parte de quienes implementan los OKR'S puede llevar a un establecimiento incorrecto de objetivos y a una comprensión limitada de su verdadero potencial.
- **Requisito de una Estrategia Definida:** Para que los OKR'S sean efectivos, es esencial que exista una estrategia organizacional clara y desarrollada de antemano. Sin un liderazgo sólido o dirección estratégica adecuada, los OKR'S pueden convertirse en una lista de objetivos descoordinados.
- **Confusión y Subjetividad:** Puede haber confusión y falta de comprensión en la definición de los OKR'S, así como subjetividad en su formulación, especialmente al intentar cuantificar objetivos cualitativos. Esto puede llevar a resultados operacionales deficientes.
- **Costo para Pequeñas Empresas:** Se ha señalado que el costo de implementar OKR'S puede ser elevado para pequeñas empresas, y que puede haber una dificultad asociada con las habilidades de gestión y el estilo de liderazgo de los gerentes.
- **Riesgo de Enfoque Individualista:** Los OKR'S pueden, en ocasiones, llevar a una falta de trabajo en equipo si los individuos se concentran excesivamente en sus propios OKR'S en lugar de los de nivel de equipo.
- **Incompatibilidad con Liderazgo Autoritario:** El estilo de liderazgo autoritario no es compatible con un modelo de gestión basado en OKR'S, ya que estos requieren gerentes que actúen como facilitadores y soportes.
- **Carga de Trabajo Adicional:** La implementación y el seguimiento de los OKR'S pueden ser percibidos como un

trabajo adicional o pérdida de tiempo por los empleados, especialmente si no se integra adecuadamente en las operaciones diarias.

APLICACIÓN DE LOS OKR EN LAS EMPRESAS

La aplicación de los OKR'S en las organizaciones implica un proceso sistemático diseñado para maximizar sus beneficios y superar los desafíos. Este proceso, junto con consideraciones clave de implementación, es fundamental para su éxito.

El proceso de implementación de los OKR'S generalmente sigue cuatro pasos fundamentales:

1. Establecimiento de Objetivos: Definición de objetivos a nivel de organización, departamento y empleado en diversas escalas de tiempo que pueden ser: mensual, trimestral o anual.
2. Planificación: Desarrollo de un plan de acción para alcanzar los objetivos definidos.
3. Ejecución: Puesta en marcha del plan establecido, donde se dirigen los esfuerzos hacia el logro de las metas designadas.
4. Retroalimentación Regular: Evaluación periódica del progreso de los objetivos y ajuste del plan para el siguiente ciclo, asegurando una mejora continua.

Además de estos pasos, una implementación exitosa de OKR'S incluye acciones específicas como la educación en OKR'S para los empleados, la confirmación de la misión, visión y estrategia, la presentación de los OKR'S a la organización, su monitoreo continuo y el informe de resultados al final del período.

Aspectos Críticos para una Implementación Óptima:

- Formación y capacitación: La necesidad de formación y capacitación además de apoyo inicial por parte de un

miembro experimentado o un consultor externo es crucial. Una formación efectiva aumenta el conocimiento, la autoeficacia y el compromiso con los objetivos.

- **Cultura organizacional e inducción:** El liderazgo debe comunicar la razón de ser de los OKR'S a través de la narración organizacional, explicando cómo se conectan con la estrategia futura y la visión de la organización, y cómo encajan con la cultura. Esto ayuda a los empleados a comprender su necesidad e importancia.
- **Visibilidad Total:** La visibilidad de los OKR'S en toda la organización es fundamental. Si no se comparten explícitamente o no se discuten, su impacto se reduce significativamente.
- **Distinción entre KR y KPI:** Es crucial que los Resultados Clave (KR) no se confundan con los Indicadores Clave de desempeño (KPIs). Mientras que los KR se enfocan en el cambio y la ambición, los KPIs a menudo miden el estado de salud de una operación existente.
- **Flexibilidad en la Implementación:** Aunque existen aspectos obligatorios, hay margen para la adaptación y flexibilidad en la implementación de los OKR'S para que se ajusten a la cultura y las necesidades de cada organización. Esto incluye decidir si se utilizan OKR'S a nivel individual, el grado de aspiración de los OKR'S como ambiciosos versus. comprometidos, y si se implementa una cascada de OKR. Lo importante es que el valor subyacente de cada aspecto sea comprendido y mantenido.

OKR'S y Metodologías flexibles: Existe una fuerte conexión entre los OKR'S y la gestión de proyectos flexibles. La presencia de una cultura ágil puede fortalecer y facilitar el proceso de

OKR'S, e incluso mejorar sus beneficios. Los OKR'S son una metodología estructurada y colaborativa que busca encauzar a las organizaciones, lo que se complementa con los principios flexibles de adaptabilidad, colaboración y capacidad de respuesta al cambio.

En el contexto de la gestión de proyectos complejos, la adopción de OKR'S introduce un enfoque estructurado para la innovación centrada en el equipo. Los OKR'S establecen claridad en los objetivos, facilitan el equilibrio y el enfoque,

promueven la adaptación continua, mejoran la rendición de cuentas y fomentan la innovación mediante el énfasis en los resultados y la experimentación. Además, los OKR'S apoyan el aprendizaje continuo y la adaptación, alentando ciclos de mejora iterativos y la experimentación. Se ha propuesto que los OKR'S pueden ser la herramienta que impulse el proceso hacia la flexibilidad organizacional al actuar directamente sobre las personas y desarrollar una mentalidad flexible.

EL FUTURO DE LOS OKR CON LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La integración de la inteligencia artificial en las herramientas estratégicas clásicas, incluidos los OKR'S, representa una evolución crucial en la práctica de la gestión. La AI^[4] tiene el potencial de revolucionar la toma de decisiones organizacionales y potenciar la eficacia y adaptabilidad de los marcos estratégicos.

Cómo la AI puede potenciar los OKR:

- Seguimiento y Reporte Automatizado: La AI⁶ puede mejorar el marco OKR'S al permitir el seguimiento y reporte automatizado del progreso hacia los objetivos y resultados clave. El Procesamiento del Lenguaje Natural puede

[4] AI. Artificial Intelligence Por sus siglas en inglés.

utilizarse para extraer datos relevantes de diversas fuentes, como herramientas de gestión de proyectos y plataformas de comunicación.

- **Monitoreo y Ajuste en Tiempo Real:** La AI facilita el monitoreo en tiempo real y el ajuste de las métricas de los OKR'S a través de paneles de control impulsados por IA. Esto proporciona una visibilidad mejorada del escenario actual y permite respuestas más rápidas a los cambios.
- **Generación de Insights y Recomendaciones:** Los algoritmos de AI, incluyendo el aprendizaje automático y el análisis predictivo, pueden automatizar el análisis de datos, descubrir patrones ocultos y generar recomendaciones accionables. Esto contribuye a una toma de decisiones más informada.
- **Sostenibilidad a través de OKR'S potenciados por AI:** Se ha propuesto el uso de OKR'S para integrar la sostenibilidad a nivel de gestión. La AI puede ayudar a definir OKR'S sostenibles con métricas cuantificables, por ejemplo, para reducir el consumo de energía de modelos de AI, mejorar la equidad de los datos o aumentar la transparencia de los sistemas. Esto proporciona un incentivo poderoso para el desarrollo de productos sostenibles.

Desafíos y Consideraciones Éticas en la Integración de la AI: A pesar del vasto potencial, la implementación exitosa de la AI en los marcos estratégicos, incluidos los OKR'S, requiere una inversión significativa en infraestructura de datos, talento en AI y gestión del cambio organizacional. Además, surgen importantes preguntas sobre el futuro de la toma de decisiones estratégicas y el papel del juicio humano y la creatividad.

- **Supervisión Humana:** Es fundamental reconocer la importancia del juicio y la experiencia humana. Si bien la

AI puede aumentar las capacidades humanas de toma de decisiones, es improbable que reemplace completamente la necesidad de la intuición y el discernimiento humano. Las organizaciones deben lograr un equilibrio entre el poder de la AI y el valor de la experiencia humana, asegurando que los líderes humanos sean, en última instancia, responsables de las decisiones estratégicas.

- IA Explicable (XAI): Un desafío clave es la interpretabilidad y explicabilidad de los algoritmos de AI. Muchas técnicas de AI operan como cajas negras, lo que dificulta que los responsables de la toma de decisiones comprendan cómo los algoritmos llegan a sus recomendaciones. La investigación futura debe centrarse en desarrollar técnicas de AI explicable que proporcionen explicaciones claras y transparentes del razonamiento detrás de los conocimientos generados por la AI.
- Ética y Responsabilidad de la AI: El uso de la AI en la toma de decisiones estratégicas plantea implicaciones éticas y sociales importantes, como el sesgo, la equidad y la rendición de cuentas. Las organizaciones deben garantizar que sus sistemas de AI se diseñen e implementen de manera responsable y ética, evitando consecuencias no deseadas y promoviendo el bienestar de todas las partes interesadas.

CONCLUSIONES

Los Objetivos y Resultados Clave han evolucionado desde las raíces de la Gestión por Objetivos para convertirse en una metodología de gestión estratégica moderna y de gran impacto. Su adopción por parte de empresas líderes y su creciente popularidad subrayan su valor inherente. Los OKR'S sirven como un puente efectivo para enfocar a las personas con la estrategia, traduciendo una visión abstracta en objetivos concretos y medibles.

Entre sus ventajas más destacadas se encuentran su capacidad para fomentar el enfoque y la priorización, mejorar la coordinación organizacional, aumentar la transparencia y la visibilidad, impulsar el rendimiento y la productividad de los empleados, y promover el compromiso y el empoderamiento a través de un establecimiento de metas bidireccional. Además, los OKR'S cultivan una cultura de adaptación continua, aprendizaje e innovación, y son una herramienta poderosa para la creación de una visión compartida a todos los niveles de la organización.

No obstante, la implementación de los OKR'S no está exenta de desafíos. La escasez de literatura académica rigurosa limita una comprensión teórica profunda, y una implementación inadecuada o la falta de formación pueden reducir sus beneficios. La necesidad de una estrategia organizacional preexistente y la posible resistencia en culturas de liderazgo autoritarias son factores críticos a considerar. La percepción de los OKR'S como una carga de trabajo adicional y las dificultades en la formulación de Resultados Clave desafiantes pero alcanzables también representan obstáculos significativos.

La sinergia de los OKR'S con las metodologías flexibles es evidente, ya que ambas promueven la colaboración y la adaptabilidad necesarias en el entorno actual. De hecho, pueden ser el motor que impulse la mentalidad ágil en los individuos, superando las limitaciones de la sola implementación de prácticas ágiles.

Mirando hacia el futuro, la integración de la Inteligencia Artificial promete una nueva era para los OKR'S. La AI puede automatizar el seguimiento, proporcionar análisis en tiempo real y generar insights predictivos, optimizando la eficiencia y la precisión del sistema. Sin embargo, esta evolución debe gestionarse con una consideración ética profunda, asegurando la explicabilidad de los algoritmos y manteniendo la supervisión humana como el pilar central de la toma de decisiones estratégicas.

En resumen, los OKR'S son una herramienta versátil y potente para impulsar el rendimiento y la alineación organizacional. Su eficacia puede maximizarse con una implementación reflexiva y el aprovechamiento estratégico de tecnologías emergentes como la AI, siempre priorizando el juicio humano y las consideraciones éticas. Se requiere, por tanto, una mayor investigación académica para profundizar en su comprensión y su impacto integral en las organizaciones modernas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Doerr, J. E. (2018). *Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs*. Portfolio/Penguin.
- Ferrazzi, M. (2021). *Objectives and Key results as a tool for organizational agility: the case of digital start-ups*. (Tesis de Maestría, Politecnico di Milano).
- Koenders, C. (2022). *Agile Guidelines for Sustainable Artificial Intelligence*. (Tesis de Grado, Technische Universität Berlin).
- Lehto, M. (2023). *Evaluating OKR Framework as a Strategy Implementation Tool: A Case Study for an IT Company*. (Tesis, Laurea-ammattikorkeakoulu).
- Niven, P. R., & Lamorte, B. (2016). *Objectives and Key Results: Driving Focus, Alignment, and Engagement with OKRs*. John Wiley & Sons.
- Petreska, E. (2020). *Bridging the gap between people and strategy through a shared vision: The central role of Objectives and Key Results*. (Tesis de Maestría, Politecnico di Milano).
- Puttaraju, K. H. (2023). *Augmenting Classical Strategic Tools with Artificial Intelligence: A Systematic Review of Enhanced*

Decision-Making Methodologies. international journal of scientific research in engineering and management (ijsrem), 7(11).

Silva, R., & Santos, G. (2024). Surveying the Academic Literature on the Use of OKR (Objectives and Key Results) - An Update. iSys: Revista Brasileira de Sistemas de Informação (Brazilian Journal of Information Systems), 17(1), 4:1-4:26.

Valkeapää, M. (2024). How to develop digitalization strategy for software organization. (Tesis, Laurea-ammattikorkeakoulu).

Zierock, B., Blatz, M., & Karcher, K. (2024). Team-Centric Innovation: The Role of Objectives and Key Results (OKRs) in Managing Complex and Challenging Projects. Creativity, Innovation and Entrepreneurship, 125, 22-33. <https://doi.org/10.54941/ahfe1004717>



NACIONALES

Conferencias Magistrales

PAÍS: COLOMBIA

Mejoramiento del proceso de elaboración de teja redonda en empresa arcillera de Norte de Santander



Msc. Sandra Paola Leal Hernández
Msc. Sandra Milena Castro Escobar
Msc. Zoraima Peñaranda Ayala

Universidad de Pamplona

Resumen

El presente artículo tiene como propósito aplicar la metodología Seis Sigma para el mejoramiento del proceso de elaboración de la teja redonda en una empresa del sector arcillero de Norte de Santander. Se aborda un diagnóstico inicial del proceso productivo, identificando las principales fuentes de variabilidad y defectos en la producción. A través de las fases DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), se propone un modelo de optimización apoyado en herramientas estadísticas y simulación mediante el software FLEXSIM. Los resultados evidencian una reducción significativa de los defectos, mejora en los tiempos de proceso y un incremento en la eficiencia operativa, contribuyendo a la competitividad del sector cerámico regional.

Palabras clave: Seis Sigma, mejora continua, proceso productivo, control de calidad, eficiencia industrial.

INTRODUCCIÓN

El sector cerámico y arcillero representa una de las actividades de mayor impacto económico en la región de Cúcuta, Norte de Santander. La elaboración de materiales de arcilla, especialmente tejas y ladrillos, constituye una fuente relevante de empleo y desarrollo industrial. No obstante, muchas de estas empresas aún enfrentan desafíos asociados a la variabilidad de los procesos, defectos en el producto y bajos niveles de eficiencia. En este contexto, la metodología Seis Sigma surge como una alternativa metodológica para reducir la variabilidad y optimizar los resultados productivos.

JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La competitividad del sector cerámico de Cúcuta depende en gran medida de la calidad de sus productos y de la eficiencia en sus procesos productivos. La falta de aplicación de metodologías estructuradas como Seis Sigma impide el control estadístico adecuado de los procesos, ocasionando altos niveles de desperdicio y reproceso. El presente estudio busca determinar si la aplicación de la metodología Seis Sigma contribuye a reducir la variabilidad en la producción de teja redonda, disminuyendo defectos y mejorando la productividad.

Formulación del problema: ¿La metodología Seis Sigma reducirá la variabilidad en el proceso de elaboración de la teja redonda para la disminución de defectos?

ANTECEDENTES

Diversas investigaciones previas han demostrado la efectividad de la metodología Seis Sigma y del enfoque DMAIC en la mejora de procesos industriales. Por ejemplo, Bohigues Ortiz (2015) desarrolló un modelo Seis Sigma aplicable a PYMES industriales, evidenciando una reducción significativa en defectos de

producción. Asimismo, Camilo y Stephany (2019) aplicaron herramientas lean para la mejora operativa en un centro de distribución, logrando mayor eficiencia y menor impacto económico.

BASES TEÓRICAS

La metodología Seis Sigma se fundamenta en el control estadístico de los procesos mediante la reducción de la variación y la identificación de causas raíz. Su estructura se basa en las fases DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, permitiendo la mejora continua y sostenida del desempeño organizacional.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló bajo el enfoque Seis Sigma, empleando el ciclo DMAIC. Se realizó un diagnóstico inicial del proceso de elaboración de la teja redonda, se recopilaban datos de producción y defectos, y se aplicaron herramientas como el diagrama de Ishikawa, el diagrama de Pareto, gráficos de control y matrices AMFE. La simulación del proceso y las propuestas de mejora se ejecutaron mediante el software FLEXSIM, con el fin de validar las alternativas planteadas.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El análisis de la variabilidad del proceso evidenció seis factores principales asociados a defectos en las tejas: arcilla, falta de secado, inconsistencia en el mezclado, exceso de calor al quemar, transporte y molde. Los diagramas de Pareto y gráficos de control mostraron una reducción progresiva en la cantidad de defectos por día tras la aplicación de las mejoras. El tiempo total de proceso disminuyó de 13,5 a 11 horas, con una reducción notable en los defectos por millón de oportunidades (DPMO), alcanzando un nivel Sigma de 3.47.

CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología Seis Sigma permitió identificar las causas principales de los defectos en el proceso de elaboración de teja redonda. El uso de herramientas estadísticas y de simulación facilitó el desarrollo de un modelo de mejora eficiente, que redujo la variabilidad y mejoró la productividad. Asimismo, la implementación de acciones correctivas basadas en el análisis DMAIC contribuyó al fortalecimiento de la gestión de la calidad en la empresa arcillera.

REFERENCIAS

- Bohigues Ortiz, A. (2015). Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en PYMES industriales.
- Camilo, W. & Stephany, A. (2019). Aplicación de herramientas lean para la mejora del sistema de gestión operativa del centro de distribución de Almacenes Corona S.A.S. Cali.
- Alejandro, D. & Argoti, E. (2017). Proyecto de disminución de desperdicios en el proceso productivo utilizando la metodología DMAIC.
- Cohen, S., & Rouse, J. (2005). Strategic Supply Chain Management. McGraw-Hill Professional.
- Lambert, D. (2008). Supply Chain Management. Supply Chain Management Institute.
- Mogrovejo Andrade, J. M., Bastos Osorio, L. M., & Antuny Pabón, J. (2015). Impacto económico del sector cerámico en San José de Cúcuta (Colombia). Universidad & Empresa, 17(29), 157-180.

GestioPolis. (2001). ¿Qué es Seis Sigma? Metodología e implementación. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/>

PAÍS: COLOMBIA

Machine learning y procesamiento avanzado: enfrentando nuevos retos en la ingeniería industrial

**PhD. Wlamyr Palacios Alvarado¹,
PhD. Álvaro Junior Caicedo Rolón¹
Ing. Jhon Jairo Vejar Caballero²**

¹ Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

² Universidad Francisco de Paula Santander, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Electrónica, Cúcuta, Norte de Santander, Colombia

Resumen: La ingeniería industrial actual enfrenta grandes desafíos debido al aumento en la variedad y dinamismo de los procesos productivos, así como la urgencia de tomar decisiones rápidas basadas en grandes volúmenes de datos (Big Data). Muchas organizaciones aún utilizan métodos tradicionales que no permiten aprovechar al máximo la información disponible, lo que limita su eficiencia y capacidad de adaptación. En este contexto, la implementación de métodos basados en aprendizaje automático (Machine Learning, ML) y procesamiento avanzado se vuelve fundamental, ya que permiten optimizar procesos, anticipar fallos y agilizar la toma de decisiones con base en datos en tiempo real. Estas herramientas fortalecen el control y la productividad, haciendo que los sistemas industriales sean más inteligentes y adaptativos. Su importancia radica en que permiten a las empresas responder con mayor agilidad a las demandas del mercado, reducir costos operativos, aumentar la calidad de sus productos y garantizar una toma de decisiones estratégicas basada en datos reales. Por ello, su integración no solo representa un avance tecnológico, sino una necesidad estratégica para afrontar con éxito los nuevos retos asociados a la digitalización de los

procesos industriales. Como resultado, los ingenieros industriales deben actualizar sus competencias, adoptar nuevas tecnologías y liderar la innovación en sus entornos laborales, adaptándose a la evolución constante del entorno tecnológico.

Palabras clave: Machine Learning, ingeniería industrial, transformación digital.

Abstract: Today's industrial engineering faces major challenges due to the increasing variety and dynamism of production processes, as well as the urgency of making quick decisions based on large volumes of data (Big Data). Many organizations still use traditional methods that do not allow them to take full advantage of the available information, which limits their efficiency and adaptability. In this context, the implementation of methods based on machine learning (ML) and advanced processing becomes essential, as they allow for the optimization of processes, the anticipation of failures, and the streamlining of decision-making based on real-time data. These tools strengthen control and productivity, making industrial systems more intelligent and adaptive. Their importance lies in the fact that they enable companies to respond more agilely to market demands, reduce operating costs, increase the quality of their products, and ensure strategic decision-making based on real data. Therefore, their integration not only represents a technological advance, but also a strategic necessity to successfully face the new challenges associated with the digitization of industrial processes. As a result, industrial engineers must update their skills, adopt new technologies, and lead innovation in their work environments, adapting to the constant evolution of the technological environment.

Keywords: Machine Learning, industrial engineering, digital transformation.

PAÍS: COLOMBIA

Inteligencia Artificial en la ciencia y tecnología de los alimentos: innovación, seguridad y sostenibilidad



**PhD. Lida Yaneth Maldonado Mateus¹,
Msc. Belisario Peña Rodríguez²,
PhD. Francisco Raúl Arencibia Pardo²**

¹ Universidad de Pamplona - Grupo GIBA

² Universidad de Pamplona - Grupo INGAPO

Resumen

Esta ponencia explora el potencial de la inteligencia artificial (IA) como herramienta para enfrentar los desafíos contemporáneos de la industria alimentaria, especialmente en lo relacionado con la calidad, la inocuidad, la eficiencia y la sostenibilidad. A través de casos reales y un proyecto aplicado en desarrollo, se evidencia cómo la convergencia entre ciencia de los alimentos, ingeniería industrial e IA puede impulsar soluciones innovadoras.

Abstract

This presentation explores the potential of artificial intelligence (AI) as a tool to address contemporary challenges in the food industry, particularly regarding quality, safety, efficiency, and sustainability. Through real-world cases and an applied project under development, it highlights how the convergence of food science, industrial engineering, and AI can drive innovative solutions.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria se encuentra en una transformación acelerada, impulsada por la necesidad de responder a una demanda creciente de los consumidores, normativas más estrictas y desafíos ambientales urgentes. En este contexto, la inteligencia artificial surge como una tecnología habilitadora clave. Su aplicación permite optimizar procesos, predecir comportamientos, reducir desperdicios y garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos (FAO, 2020).

IA y eficiencia productiva

En entornos industriales, la IA se aplica en la predicción de tiempos de proceso, mantenimiento predictivo y control de calidad en línea. Por ejemplo, los algoritmos de aprendizaje automático permiten optimizar parámetros críticos en procesos como fermentación, secado o encapsulación, lo que se traduce en mayor eficiencia y menor pérdida de recursos. Además, la IA apoya la programación y automatización de líneas de producción al analizar datos históricos y entradas en tiempo real para ajustar dinámicamente las operaciones. Sistemas avanzados se están utilizando para prever fallas en equipos, planificar mantenimientos óptimos y reducir el consumo energético en plantas de producción de alimentos a gran escala (Misra et al., 2022).

IA en aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria

La visión artificial se emplea para inspeccionar productos, y la IA se implementa en sistemas HACCP o ISO 22000 para detectar anomalías, predecir riesgos y permitir la trazabilidad inteligente. Empresas como Nestlé, Walmart y Carrefour han adoptado soluciones basadas en IA para rastrear el origen de los ingredientes, optimizar inventarios y prevenir fraudes (Reuters, 2025).

IA en el desarrollo de alimentos funcionales

La IA facilita el diseño de formulaciones óptimas y la predicción de propiedades sensoriales y nutricionales, reduciendo el tiempo requerido para desarrollar nuevos productos. Herramientas como la espectroscopía Vis-NIR y modelos quimiométricos aceleran los análisis de calidad (Chong et al., 2013).

IA y sostenibilidad en la agroindustria

La inteligencia artificial desempeña un papel cada vez más importante en la transición hacia prácticas agroindustriales más sostenibles. Una de las áreas más prometedoras es el uso de IA para apoyar la valorización de subproductos agrícolas, lo cual contribuye a la reducción de residuos, la economía circular y la eficiencia en el uso de recursos. Los modelos de IA pueden analizar datos sobre la composición de biomasa, parámetros de pirólisis y condiciones ambientales para identificar condiciones óptimas de conversión de residuos en materiales de valor agregado como biocarbón, bioplásticos o ingredientes funcionales (FAO, 2020). Por ejemplo, la transformación de cáscara de mazorca de cacao en biocarbón es una estrategia circular que puede optimizarse mediante modelos de IA que ajusten el proceso de pirólisis.

Proyecto aplicado: remediación de cadmio con biocarbón inteligente

Se presenta un proyecto en desarrollo que busca establecer una estrategia de remediación de suelos contaminados con cadmio mediante el uso de biocarbón derivado de cáscara de cacao. Se integra una red de sensores IoT para monitorear variables como pH, humedad y concentración de Cd, y modelos de IA que ajustan en tiempo real las dosis aplicadas.

Figura 1. Control de la productividad de la muestra.



Fuente: Elaboración propia (2025).

MARCO LEGAL

Esta investigación se enmarca en la Resolución 122 de 2021 del ICA (Colombia), el Reglamento (UE) 2021/1323 sobre límites de cadmio en alimentos, y la Política Nacional de Bioeconomía, alineada con los ODS 2, 12 y 13.

RESULTADOS ESPERADOS

- Disminución del cadmio en suelo y productos alimenticios.
- Mejora en la trazabilidad y toma de decisiones basadas en datos.
- Mayor sostenibilidad agrícola y alimentaria.
- Reducción del impacto ambiental mediante valorización de subproductos.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial se posiciona como una aliada estratégica en la transición hacia una industria alimentaria más eficiente, segura y sostenible. Su integración con el conocimiento científico y la ingeniería aplicada representa una oportunidad para transformar los sistemas productivos y responder a los grandes desafíos del siglo XXI.

REFERENCIAS

- Chong, C. H., Wong, C. W., & Ismail, M. (2013). Cocoa pod husk: A potential agricultural waste for food and non-food applications. *Journal of Food Research*, 2(6), 39–50. <https://doi.org/10.5539/jfr.v2n6p39>
- Comisión Europea. (2021). *Reglamento (UE) 2021/1323 de la Comisión, de 10 de agosto de 2021, por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 1881/2006 en lo que respecta al contenido máximo de cadmio en determinados productos alimenticios*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 288, 1–8. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1323/oj>
- FAO. (2020). *Artificial Intelligence – Opportunities and risks for food systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/ca9327en>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2021). *Resolución 122 de 2021: Por la cual se establecen los niveles máximos permitidos de metales pesados en suelos agrícolas*. <https://www.ica.gov.co/>
- Misra, N. N., Dixit, Y., Al-Mallahi, A., Bhullar, M. S., Upadhyay, R., Martynenko, A., & Paliwal, J. (2022). Intelligent packaging and smart sensing technologies for food packaging applications: A review. *Food Research International*, 157, 111409. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111409>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

PAÍS: COLOMBIA

Impacto de la inteligencia artificial en los sistemas de producción agroecológica



PhD: Julio César Rivera Rodríguez
Universidad Minuto de Dios.

INTRODUCCIÓN

De conformidad con el Programa de Naciones Unidad (PNUD) en donde se han establecido los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) bajo la prospectiva 2030 – 2025, y en concordancia con la producción de conocimiento científico y tecnológico a través del Semillero de Gestión Ambiental y del Grupo de Investigación AGROECOYGESTIÓNAMBIENTAL de la Corporación Universitaria Minuto de DIOS – UNIMINUTO el cual ha establecido las líneas de investigación: 1) Agricultura Urbana, 2) Agroecología y Recursos Entomológicos – AGROENTOS, 3) Bioprocesos en agroecosistemas y sistemas naturales intervenidos, 4) Desarrollo Rural, 5) Estudios Campesinos y Soberanía Alimentaria y 6) Gestión Ambiental. se ha planteado la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son los oportunidades y desafíos que brinda la IA en los Sistemas de Producción Agroecológica) ¿estos pueden ser evaluados y contrastados a través de la veracidad científica de estudios recientes a nivel nacional e internacional? La metodología de trabajo se caracteriza por ser de carácter descriptivo – cualitativo a través de tres fases: a) revisión de literatura científica, b) categorización de la información y c) identificación de ecuaciones de búsqueda para el análisis de la agricultura 4.0 y mapas de calor. Los resultados arrojan una gran demanda de información categorizada en cuanto a IoT, Agricultura de Precisión y Sistemas de Riego. Se concluye

que la Inteligencia Artificial para los sistemas de producción puede tener consideraciones éticas y legales en cuanto a la producción del conocimiento científico. se concluye que la

REFERENTE TEÓRICO

Colombia es un país diversificado que propende una alternativa sostenible al modelo agroindustrial convencional, lo cual se basa en principios ecológicos, sociales y económicos que buscan preservar el medio ambiente, asegurar la soberanía alimentaria y mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales. Desde esta perspectiva, es oportuno señalar que, la agroecología es un enfoque integral que combina conocimientos tradicionales campesinos con principios científicos de ecología y que promueve prácticas agrícolas que respetan los ciclos naturales, reducen la dependencia de insumos externos (como fertilizantes químicos y pesticidas), y fomentan la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas. De otra parte, en una sociedad del conocimiento y de la información la llegada de la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta transformadora en la agricultura, incluyendo los sistemas de producción agroecológica. Sin embargo, su integración plantea tanto oportunidades como desafíos que deben ser cuidadosamente evaluados. A continuación, se presenta un resumen de los aspectos clave respaldados por evidencia científica y estudios recientes.

Características del sistema agroecológico en Colombia

Aquí es importante señalar la caracterización del sistema agroecológico en Colombia en cuanto a varios aspectos a tener en cuenta que se describen a continuación: a) De partida se debe hacer énfasis a la diversificación de los policultivos como una estrategia que permite la salud del suelo y reduce las plagas, b) De otra parte, es relevante señalar el uso de los bio insumos como fertilizantes y pesticidas naturales a partir de microorganismos, compost, extractos vegetales, etc; c) la Crianza animal integrada

como una alternativa económica y eficiente para la producción mixta en donde animales y cultivos se benefician mutuamente, d) la recuperación de saberes ancestrales a través del conocimientos de indígenas y campesinos los cuales juegan un rol fundamental en los sistemas de producción agroecológica, e) la Autonomía alimentaria de una gran número de las familias que producen sus propios alimentos y venden excedentes en mercados locales y f) el respeto por el medio ambiente como un ecosistema sostenible que involucra la protección de fuentes hídricas, bosques y suelos.

Sistemas de producción agroecológica en Colombia

Colombia es un país altamente potencial para el desarrollo de la agroecología de acuerdo con su bioiversidad y riqueza cultural. Cuenta con una gran trayectoria de experiencias comunitarias y proyectos agroecológicos los cuales han sido liderados por organizaciones campesinas e indígenas, cooperativas y asociaciones rurales, ONGs y Programas de economía solidaria y universidades. Es de resaltar que dentro de la Corporación Universitaria Minuto de DIOS - UNIMINUTO el Grupo de Investigación AGROECO Y GESTIÓN AMBIENTAL actualmente reconocido y clasificado en MINCIENCIAS en la categoría A1, tiene seis líneas de investigación desde las cuales produce conocimiento científico y tecnológico desde los semilleros, el pregrado en Ingeniería Agroecológica, la especialización en Agricultura familiar y la maestría en Cambio Climático. A continuación, se enlista cada una de ellas y la función propia desde la cual se produce conocimiento científico: 1) Agricultura Urbana, 2) Agroecología y Recursos Entomológicos - AGROENTOS, 3) Bioprocesos en agroecosistemas y sistemas naturales intervenidos, 4) Desarrollo Rural, 5) Estudios Campesinos y Soberanía Alimentaria y 6) Gestión Ambiental. Al respecto, es necesario señalar que a nivel país existen otro tipo de universidades tanto públicas como privadas que promueven el desarrollo de la investigación en el campo de la Agroecología, dentro

de ellas se puede señalar: Universidad del Tolima, Universidad del Cauca, Fundación Universitaria Jorge Tadeo Lozano, Universidad de la Amazonía, entre otras.

El conceso académico, científico y tecnológico coincide en la gran variedad de retos para llevar acabo los sistema de producción agroecológica tales como: la Falta de políticas públicas específicas que apoyen la agroecología, sabiendo aún que existe un Ministerios de Agricultura y otro ministerio del Medio Ambiente que deberían estar entrelazados y articulados con las situaciones social y complejas de nuestra nación, el acceso limitado a tierras y recursos por la polarización del país y sus regiones, la escasa visibilidad e impacto en los mercados formales ya que se ven como entres desfragmentados y aislados del proceso alimentario, la poca inversión en investigación agroecológica que limita el desarrollo de la investigación formativa, básica y aplicada en diferentes contextos locales, rulares y municipales. No se puede desconocer los avances y apoyos en cuanto a la elaboración del Plan Nacional de Fomento a la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria donde se reconoce la agroecología como parte del modelo alternativo de producción, en la misma medida, la construcción y consolidación de los mercados agroecológicos que tienen como finalidad aportar a la sostenibilidad del sistema agroalimentario mediante el desarrollo de mecanismos de intercambio, en donde existe la proximidad entre consumidor y productor y se promuevan la agroecología, el consumo sostenible, el comercio justo, las economías locales y solidarias, la soberanía alimentaria. Otros de gran relevancia son las ferias agroecológicas y las redes de consumidores responsables han ganado fuerza en ciudades del territorio nacional (Bogotá, Medellín y Cali) , las iniciativas como Red BioCol y MAELA-Colombia articulan experiencias agroecológicas, la Red de Guardianes de Semillas en Nariño y Cauca, los parques Agroecológicos Comunitarios en

Cundinamarca y las incas agroecológicas en el Eje Cafetero y el Caribe.

DESARROLLO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de esta investigación se ha determinado un enfoque de tipo cualitativo descriptivo que permite determinar los hallazgos y cualidades de la inteligencia artificial estrechamente relacionadas con las medidas aplicadas para la adaptación y mitigación al cambio climático y por ende como contribución a la seguridad alimentaria. Para tal fin, se han establecidos las siguientes fases de trabajo las cuales se describen a continuación:

Fase 1. Revisión de literatura. En esta fase se ha indagado por la revisión de artículos científicos de carácter nacional e internacional durante el periodo 2016 a 2024, en los cuales cuáles se encuentre asociado el impacto de la Inteligencia Artificial en los Sistemas de Producción Agroecológica.

Fase 2. Categorización de la Información. De acuerdo con la revisión adelantada en la Fase1, se propende por llevar a cabo la categorización o clasificación de la información para tener claridad frente a la ramificación de la información dada desde la inteligencia artificial con los sistemas de producción agroecológica.

Fase 3. Identificación de ecuaciones de búsqueda para el análisis de la agricultura 4.0 y mapas de calor. Identificación de diferentes herramientas para la búsqueda de información a través de operadores boelanos y utilización de mapas de calor para proceso de graficación a través del Software Voswiever.

RESULTADOS

Fase 1 - Revisión de Literatura. Los objetivos de estudio estuvieron centrados en tres aspectos: I o T, Agricultura de

Precisión y Sistemas de Riego para lo cual se desglosa de manera discriminada la siguiente información:

I O T

El Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la agricultura ha experimentado un notable desarrollo en los últimos años. Sankarasubramanian (2025) desarrolló un modelo predictivo para la selección óptima de sensores mediante la integración de IoT en agricultura. Esta investigación demostró que la implementación de sensores adecuados mejora significativamente la precisión en la medición de parámetros agrícolas, permitiendo una optimización en el uso de recursos y una toma de decisiones más efectiva. Prakash et al. (2023) realizaron una revisión comprensiva sobre los avances en agricultura inteligente, centrándose en IoT, comunicación inalámbrica, sensores y hardware para la automatización agrícola. En su estudio, identificaron que la implementación de estos sistemas reduce hasta un 30% el consumo de agua y disminuye en un 15% el uso de fertilizantes, lo que no solo optimiza los costos de producción, sino que también contribuye a la conservación del medio ambiente.

En el contexto de países tropicales, Koteish et al. (2022) desarrollaron “AGRO”, un mecanismo inteligente de detección y toma de decisiones para el monitoreo agrícola en tiempo real. Su investigación validó la eficacia de sistemas de sensores conectados para mejorar la productividad agrícola mediante el análisis de datos en tiempo real, demostrando que los pequeños productores pueden incrementar su rendimiento hasta en un 20% utilizando estas tecnologías. Mujumdar y Singh (2022) diseñaron un sistema de monitoreo de temperatura y humedad del suelo de bajo costo basado en IoT. Su investigación reveló que incluso con inversiones modestas, los agricultores pueden implementar sistemas efectivos de monitoreo que mejoran significativamente la gestión de recursos hídricos y nutricionales en los cultivos.

Por su parte, Rodríguez et al. (2021) implementaron un sistema denominado “IoT-Agro” específicamente para fincas cafeteras colombianas. El estudio demostró que la aplicación de tecnología I o T mejoró el monitoreo de cultivos y optimizó los recursos, adaptando la tecnología a las condiciones particulares de Colombia. Los resultados indicaron un aumento del 15% en la eficiencia del uso del agua y una reducción del 12% en los costos de producción.

13

Este enfoque ha sido ampliamente utilizado en diferentes países, destacándose implementaciones en India, Estados Unidos, Europa y diversos países de América Latina. En todos los casos, se ha observado una correlación positiva entre la implementación de sensores I o T y la mejora en la eficiencia de los cultivos, aunque con variaciones según las condiciones locales y el tipo de cultivo.

En los estudios adelantados en Colombia sobre IoT en agricultura, se encuentra el parte de Martínez y Hernández (2023) quienes desarrollaron un proyecto de optimización de cultivos de fresas en Cundinamarca mediante la integración de plataformas Cloud e IoT. Sus resultados mostraron un incremento del 25% en la productividad y una reducción del 20% en el uso de agua, demostrando la viabilidad de estas tecnologías en el contexto colombiano. Méndez López (2022) implementó un prototipo de sistema de monitoreo y control agrícola basado en IoT específicamente para cultivos semi hidropónicos de fresa en Guasca, Cundinamarca. Su investigación identificó que los factores críticos para el éxito de estos sistemas incluyen no solo las variables técnicas, sino también la capacitación de los agricultores y la adaptación de las tecnologías a las condiciones socioeconómicas locales.

Ariza et al. (2022) diseñaron e implementaron un sistema IoT para el monitoreo de cultivos en Colombia, demostrando mejoras en la

eficiencia y reducción de pérdidas en la producción agrícola. Su estudio reveló que la implementación de sensores de humedad del suelo permitió reducir el consumo de agua hasta en un 35%, mientras que los sensores de temperatura y pH contribuyeron a una mejor gestión de fertilizantes y control de plagas. Por otro lado, Rojas (2020) desarrolló un sistema de sensores IoT para el control de variables en cultivos de fresa en la Sabana de Bogotá. Su investigación demostró que el monitoreo en tiempo real de variables como humedad, temperatura y conductividad eléctrica del suelo reduce el estrés hídrico de las plantas y mejora la calidad de los frutos. Además, encontró que los pequeños productores que implementaron estos sistemas lograron incrementar sus ingresos netos en aproximadamente un 18%.

Mosquera y Sepúlveda (2021) analizaron las tendencias y desafíos de la agricultura digital urbana en Colombia, identificando que el acceso a tecnología, la capacitación técnica y el costo inicial de implementación son las principales barreras para la adopción de sistemas IoT entre los pequeños productores. Sin embargo, también señalaron que la implementación de soluciones de bajo costo podría democratizar el acceso a estas tecnologías. Finalmente, Cuadrado Coronel (2022) estudió la aplicación de tecnología IoT con sensores de bajo costo como herramienta de monitoreo de variables meteorológicas para optimizar el recurso hídrico en agricultura sostenible, demostrando su viabilidad técnica y económica, incluso para pequeños productores con recursos limitados.

Agricultura de Precisión

Durante los últimos años, la agricultura de precisión ha emergido como una herramienta con gran valor para mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector agrícola. Aguilar Rivera (2015) destacada como la percepción remota, gracias al

uso de imágenes satelitales y sensores, se ha convertido en una herramienta clave para los agricultores. Les permite conocer a tiempo cómo están sus cultivos, identificar posibles problemas y tomar decisiones más acertadas. Esta tecnología les da una gran ventaja, ya que pueden actuar con anticipación y mejorar su productividad de manera más eficiente.

Por otra parte, Beltrán Barreto (2023) resalta el uso de drones en la agricultura de precisión representa una innovación clave que permite observar de forma detallada el estado de los cultivos. Esta tecnología, combinada con el análisis de datos, facilita la detección temprana de problemas fitosanitarios y deficiencias nutricionales, ayudando a los agricultores a tomar decisiones más rápidas, precisas y enfocadas en las necesidades reales del terreno. En el mismo sentido, Bendig y otros (2015) demuestran mediante los datos recolectados a través de vehículos aéreos no tripulados (UAV), como la altura de las plantas y los índices de vegetación en los espectros visible e infrarrojo cercano, han demostrado ser herramientas precisas para estimar la biomasa en cultivos de cebada. Esta combinación tecnológica refuerza el valor de los UAV como aliados en el seguimiento del crecimiento y el rendimiento de los cultivos en tiempo real.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2016) argumenta que la agricultura de precisión tiene el poder de transformar profundamente la actividad agropecuaria en América Latina, al ayudar a usar los recursos de manera más eficiente, reducir los efectos negativos sobre el ambiente y mejorar la rentabilidad, especialmente para los pequeños y medianos productores que buscan ser más sostenibles y competitivos. Con estos diversos estudios se demuestra que integrar tecnologías como sensores remotos, drones y plataformas conectadas por Internet de las Cosas (IoT) es no solo posible, sino muy valioso para la agricultura. No obstante, aún queda mucho por entender sobre

cómo estas herramientas impactan realmente a los pequeños agricultores en países en desarrollo, como Colombia. Por eso, este estudio se propone analizar cómo la agricultura de precisión apoyada en IoT puede influir en la productividad, la sostenibilidad y, sobre todo, en la calidad de vida de quienes cultivan a pequeña escala, ayudando así a cerrar esa brecha de conocimiento.

Sistemas de Riego

En Colombia, la adopción de sistemas de riego automático ha crecido en respuesta a los retos del cambio climático y la necesidad de modernizar la agricultura (Pérez-Soto et al., 2019). Según datos de la FAO, Colombia enfrenta un desafío significativo: solo el 4% de su superficie agrícola está tecnificada con riego moderno (FAO, 2020) y la tendencia apunta a una expansión progresiva de sistemas de goteo y microaspersión, especialmente en cultivos de hortalizas y frutales de exportación (Vega-Morales et al., 2018). Estudios recientes muestran que los proyectos de riego automatizado implementados en zonas como el Valle del Cauca y Boyacá han incrementado la productividad hasta en un 40% y han reducido el consumo de agua hasta en un 30% (Arias-Giraldo et al., 2022). Estas mejoras responden a iniciativas tanto del gobierno colombiano como de organizaciones internacionales que buscan impulsar la resiliencia del sector agrícola ante fenómenos como El Niño (Martínez et al., 2020).

De otra parte, los avances en sensorización, IoT (Internet of Things) y análisis de datos han permitido desarrollar plataformas inteligentes de riego que se adaptan a las condiciones climáticas en tiempo real, optimizando el uso del recurso hídrico (Gómez-Guzmán et al., 2022). Aunque el progreso es evidente, persisten desafíos relacionados con el alto costo de implementación y la necesidad de capacitación técnica para los agricultores. Adelantos tecnológicos de sistema de riego automático en la Conejera- La

Pradera Subachoque Cundinamarca, se han convertido en un laboratorio vivo para la implementación de tecnologías de riego automático de alta eficiencia (Castro-Rojas et al., 2021). Gracias a la colaboración entre universidades locales, entes gubernamentales y asociaciones de productores, se han introducido sistemas de riego basados en controladores programables (PLC) y sensores de humedad que permiten ajustar el riego en función de las necesidades específicas del suelo (Beltrán & Martínez, 2021).

Estos adelantos han permitido reducir el consumo de agua hasta en un 45%, mejorar la uniformidad del riego y aumentar la calidad de productos como la papa criolla, zanahoria y espinaca (Forero et al., 2020). Además, se han incorporado tecnologías de energía renovable, como paneles solares, para alimentar las bombas de riego, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles (Pérez & Rojas, 2019).

La implementación de sistemas automáticos en esta región también ha sido evaluada en términos de sostenibilidad ambiental, mostrando que la adopción de riego inteligente puede contribuir a la conservación de fuentes hídricas locales y a la recuperación de suelos degradados (González-Córdoba et al., 2022). Sin embargo, los estudios indican que, para maximizar su efectividad, es fundamental acompañar estos proyectos de procesos de educación y apropiación tecnológica en las comunidades campesinas (Montaña & Vargas, 2021).

Fase 2. Categorización de la Información sobre la inclusión de la IA en la Agroecología

La tabla 1 refleja las diferentes publicaciones encontradas sobre el impacto de la Inteligencia Artificial en la Agricultura de Precisión, I o T y los Sistemas de Riego.

Tabla 1. Publicaciones científicas sobre la inclusión de la IA en sistemas de riego, agricultura de precisión e I o T

Tecnología Digitales en Agroecología	Autor	Año	Impacto
I o T	Rojas	2020	Desarrolló un sistema de sensores IoT para el control de variables en cultivos de fresa
	Rodríguez et al.	2021	Mejora el monitoreo de cultivos y optimiza los recursos
	Mosquera y Sepúlveda	2021	Análisis de las tendencias y desafíos de la agricultura digital urbana en Colombia
	Mujumdar y Singh	2022	Sistema de monitoreo de temperatura y humedad del suelo de bajo costo basado en IoT
	Méndez López	2022	Prototipo de sistema de monitoreo y control agrícola basado en I o T
	Ariza et al.	2022	Diseño e implementación de un sistema I o T para el monitoreo de cultivos en Colombia
	Cuadrado Coronel	2022	sensores de bajo costo como herramienta de monitoreo de variables meteorológicas para optimizar el recurso hídrico
	Koteish, et al	2022	Sensores para el mejoramiento de la productividad agrícola
	Prakash, et al	2023	Automatización agrícola
	Martínez y Hernández	2023	Optimización de cultivos de fresas en Cundinamarca e integración de plataformas cloud
	Sankarasubramanian	2025	Modelo predictivo para la selección de sensores

Agricultura de Precisión	Aguilar Rivera	2015	Percepción remota a través del uso de imágenes satelitales y sensores.
	Beltrán Barreto	2023	resalta el uso de drones en la agricultura de precisión representa una innovación
	Bendig y otros (2015)	2015	Uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV)
	Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2016)	2016	Argumenta que la agricultura de precisión puede mejorar la actividad en América Latina
	García y Flego	2008	La agricultura de precisión implica el uso de tecnologías de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad
	Jinyu Chen	2019	Agricultura inteligente
	Manlio Bacco, (2019)	2019	Automatización de diversas tareas agrícolas
	Patel	SF	Combinación del Internet de las Cosas (IoT) con Big Data y algoritmos de Inteligencia Artificial para la agricultura digital
	Yiyan Chen	2020	Construir una agricultura más limpia y sostenible
	CEPAL (2024),	2024	Las tecnologías digitales, están transformando la forma en que se gestionan los recursos en la agricultura
	Galindo Ruiz	2022	Incorporación de sensores ambientales
	Tovar-Quiroz (2023)	2023	Sensores, automatización, análisis de big data e Internet de las Cosas (IoT)

Sistemas de Riego	Postel	2001	Riego controlado
	Sadler et al.	2005	Uso de sensores y algoritmos para optimizar la cantidad de agua aplicada
	Playán & Mateos	2006	Rendimiento de cultivos teniendo en cuenta condiciones climáticas y del tipo de suelo
	Fereres & Soriano	2007	Impacto y productividad agrícola en la seguridad alimentaria
	Vega-Morales et al	2018	Sistemas de goteo y microaspersión
	Pérez - Soto	2019	Sistemas de riego automático
	Arias-Giraldo et al.	2022	Riego automatizado para la reducción del consumo de agua
	Gómez-Guzmán et al.	2022	Uso de plataformas inteligentes de riego que se adaptan a las condiciones climáticas en tiempo real

Fuente: Elaboración Propia

Fase 3. Identificación de ecuaciones de búsqueda para el análisis de la agricultura 4.0 y su aplicación

De partida es oportuno señalar que, para el análisis de la información sobre agricultura 4.0 y sus aplicaciones se requiere la construcción de ecuaciones de búsqueda que permitan la exploración en bases de datos, motores de búsqueda y sistemas de recuperación de información, combinación de palabras clave y operadores lógicos como AND, OR, NOT para obtener resultados más relevantes.

En primera instancia, se presentan las palabras clave: Agroecología, Sistemas de Producción Agroecológica, Seguridad alimentaria, Big data, Inteligencia artificial, Internet de las cosas, Monitoreo remoto, Robótica, Agricultura de precisión, Sistemas de riego, etc. Se requiere que las ecuaciones de búsqueda en base de datos científica (Ver figura 1) tales como Redalyc, Scopus, Springer,

Ebsco, Web of science sean establecidas en el idioma inglés con sus respectivos conectores.

Figura 1. Base de datos científicas



Fuente: Tomado de Google

La tabla No. 2 refleja las ecuaciones de búsqueda con las respectivas palabras clave de mayor tendencia y en correspondencia con la inteligencia artificial.

Tabla 2. Construcción de ecuaciones de búsqueda sobre Agroecología e Inteligencia Artificial

Palabra Clave	Base de Datos	Ecuaciones de Búsqueda
Internet de las cosas	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Internet of Things or Agroecology
Monitoreo remoto	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Remote Monitoring or Agroecology
Robótica	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Robotics or Agroecology
Agricultura de precisión	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Precision Agriculture or Agroecology
Sistemas de riego	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Irrigation Systems or Agroecology
Sensores inalámbricos	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Wireless Sensors or agroecology
Sistemas de Producción	Scopus, Web of Science, Springer, Ebsco	Production system and agroecology

Fuente: Elaboración Propia (2025)

Incidencia de los mapas de calor

Una de las tendencias en la construcción del conocimiento científico es el manejo de la plataforma Vos viewer desde la cual se pueden llevar a cabo los procesos de closterización por un código de color que permite diferencias la inclusión de la Inteligencia Artificial en los sistemas de Producción Agroecológica. Dentro del programa de Ingeniería Agroecología de la Corporación Universitaria Minuto de DIOS- UNIMINUTO, se vienen adelantando la construcción de mapa de calor como representación visual de datos que identifican varios colores de acuerdo con la magnitud de la variable (diversidad de especies, distribución de cultivos, presencia de plagas, la calidad del suelo, variabilidad climática, etc.)

Para tal fin, en las investigaciones se debe llevar a cabo la recolección de datos en diferentes puntos del área o terreno agroecológico. Posteriormente, se asignan los colores la cual va de colores fríos para los valores bajos a colores calidoso ara valores altos. Luego, se lleva a cabo la visualización a través del mapa donde se realiza el respetivo análisis gráfico en cuanto a los procesos de gestión, evaluación, optimización y monitoreo.

CONCLUSIONES

La Inteligencia Artificial demanda gran cantidad de información sobre los sistemas de producción agroecológica y su uso puede tener consideraciones éticas y legales en cuanto a la producción de conocimiento científico como publicaciones en revistas especializadas e indexadas. La Inteligencia Artificial en los sistemas de producción agroecológica no se puede catalogar ni como bueno ni como malo, pues en una sociedad del conocimiento y de la información la tecnología avanza vertiginosamente en los procesos de cambio de la sociedad y más aún la producción de alimentos cada vez más saludables. Sin embargo, es oportuno señalar que su tendencia y utilización obedece y deben estar centrada en prácticas

agroecológicas sostenibles que mediante el análisis de datos por sensores, imágenes y drones optimice optimizar el uso de agua, el manejo eficiente y natural de fertilizantes y la minimización de pesticidas.

Otro de los aspectos a considerar es qué, mediante algoritmos de aprendizaje automático y visión por computadora, la Inteligencia Artificial facilita la identificación temprana de plagas y enfermedades en los cultivos, como una respuesta más rápida y precisa, reduciendo la necesidad de tratamientos químicos y favoreciendo el control biológico y otras prácticas agroecológicas. De igual forma, la inclusión de las nuevas tecnologías a través de la Agricultura 4.0 ha permitido la integración de la IA con tecnologías como el Internet de las Cosas (I o T), con el fin de llevar a cabo un monitoreo en tiempo real de variables ambientales y la predicción de rendimientos de los cultivos. Lo anterior, se encuentra lineado con la perspectiva de sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas agroecológicos.

En la misma dinámica, se hace alusión a que la inclusión de la inteligencia artificial maximiza la eficiencia y el rendimiento de los monocultivos, ya que se rompe el paradigma y existe la tendencia de trabajar a partir de los policultivos que promueven la biodiversidad. De otra parte, y no menos importante, se ha de hacer alusión a los procesos de automatización y el acceso de tecnologías avanzadas como un generador de riesgo para las comunidades rurales en cuanto a la disminución de la actividad laboral de los trabajadores y la mirada global de los sistemas de producción agroecológica.

Las ecuaciones de búsqueda y los más de calor permiten clasificar y categorizar la información por medio del closteo y la generación de tópicos. Y en la misma medida ver las tendencias a través de los sistemas de producción agroecológica en lo que refiere a los tipos

de herramientas y tecnologías de punta, de cuarta generación (4.0) que son la vanguardia de los desarrollos tecnológicos en la actualidad, ya que permiten identificar y determinar el manejo adaptativo específico para un sistema productivo particular teniendo en cuenta de manera integral los recursos suelo y agua. Se encuentra qué, son comunes la utilización de sensores remotos, interpretación de imágenes de satélite, modelos de simulación climática y de predicción de rendimiento, lo que contribuye a la mitigación y reducción de gases efecto invernadero racionalizando y optimizando la alimentación animal, el uso de fertilizantes y el manejo de carbono en suelo. Estas tendencias conllevan al desarrollo de pequeños productores con una visión agroecológica y de retribución socioeconómica sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Rivera, N. (2015). Percepción remota como herramienta de competitividad de la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.
- Ariza García, Luis Alejandro Morales Bautista, Juan David Ibáñez Bolaños, Javier Alberto (2022). Design and implementation of an IoT system for crop monitoring
- Barreto, G. X. (2023). Antecedentes, uso y aplicación de drones en Colombia como herramienta estratégica de análisis en la agricultura de precisión. *UDCA*. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/41675eea-0b1d-4215-801c-9500e5b6f404/content>
- Beltrán, M., Gómez, D., & Rincón, J. (2021). Innovation and competitiveness in Colombian potato farming: A case study. *Journal of Rural Studies*, 82, 200–209.

Bendig. (2015). Combining UAV-based plant height from crop surface models, visible, and near infrared vegetation indices for biomass monitoring in barley.

Cuadrado coronel, s (2022). Aplicación de la tecnología iot (internet of things) para la medición de variables meteorológicas en la agricultura sostenible, la tecnología iot (internet of things) con sensores de bajo costo, como herramienta de monitoreo de las variables meteorológicas temperatura y humedad del suelo para la optimización del recurso hídrico en la agricultura sostenible.

CEPAL, FAO, & IICA. (2024). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2023-2024. *CEPAL*.

Galindo Ruiz, D. F. (2022). Agricultura de precisión y sistemas basados en IoT: caso de estudio cannabis medicinal. Universidad de los Andes.

García M. La agricultura de precisión tiene potencial para transformar el agro. (2016). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

García y Fernando Flego, E. (s.f.). Agricultura de Precisión.

Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Riego deficitario para reducir el uso de agua en la agricultura, 58(2), 147-159.

Jinyu Chen, a. y. (2019). Intelligent Agriculture and Its Key Technologies. *IEEE Access*. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8732391>

Kamila Koteish, Hassan Harb, Mohammad Dbouk, Chamseddine Zaki, Chady Abou Jaoude, AGRO: A smart sensing and decision-making mechanism for real-time agriculture monitoring, Journal of King Saud University - Computer and Information

Sciences, Volume 34, Issue 9, 2022, Pages 7059-7069, ISSN 1319-1578

- Manlio Bacco, P. B. (2019). La digitalización de la agricultura: un estudio sobre las actividades de investigación en agricultura inteligente. *Science Direct*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.array.2019.100009>
- Martínez Rojas, E. P., & Hernández Mendoza, C. C. (2023). Optimización de cultivos de fresas en Cundinamarca mediante la integración de plataformas Cloud e IoT. Universidad Santo Tomás.
- Méndez López, A. L. (2022). Prototipo de sistema de monitoreo y control agrícola basado en IoT. Caso de estudio: cultivos semi hidropónicos de fresa en el municipio de Guasca, Cundinamarca. Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia.
- Martínez Mosquera Mena, R., & Sepúlveda Casadiego, Y. (2021). Agricultura digital urbana en Colombia: tendencias y desafíos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Mujumdar, M., & Singh, B. B. (2022). Sistema de monitoreo de temperatura y humedad del suelo de bajo costo basado en IoT. *arXiv*
- Pérez-Soto, F., Rodríguez, E., & Díaz, J. (2019). Un modelo basado en agentes para evaluar las estrategias de pastoreo y los acuerdos institucionales en Zeku, China
- Playán, E., & Mateos, L. (2006). Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 100– 116.
- Prakash, C., Singh, L. P., Gupta, A., & Lohan, S. K. (2023). Advancements in smart farming: A comprehensive review

of IoT, wireless communication, sensors, and hardware for agricultural automation. *Sensors and Actuators A: Physical*, 362, 114605.

Rodríguez, J. P., Montoya-Muñoz, A. I., Rodríguez-Pabon, C., Hoyos, J., & Corrales, J. C. (2021). IoT-Agro: A smart farming system to Colombian coffee farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 190, 106442.

Rojas, L. (2020). Sistema de sensores de IoT para el control de variables en un cultivo de fresa en la Sabana de Bogotá. Proyecto aplicado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Sankarasubramanian, P. (2025). Enhancing precision in agriculture: A smart predictive model for optimal sensor selection through IoT integration. *Smart Agricultural Technology*, 10, 100749.

Tovar-Quiroz, A. D. (2023). Agricultura 4.0: uso de tecnologías de precisión y aplicación para pequeños productores.

Yiyan Chen, Y. L. (2020). Agricultura electrónica, blockchain y democratización agrícola digital: origen, teoría y aplicaciones. *Science Direct*.

PAÍS: COLOMBIA

Caracterización de los espacios para los requisitos mínimos de localización y su integración en una evaluación económica para las microempresas de comidas rápidas: informalidad Centro Comercial Jardín Plaza.



**Msc: Ronald Iván Castro García¹,
José Andrés Vargas Naranjo**
Universidad de Pamplona.

INTRODUCCIÓN

La informalidad empresarial constituye un fenómeno global con repercusiones económicas, sociales y laborales. En el contexto urbano de Cúcuta, el crecimiento del sector de comidas rápidas ha generado la proliferación de negocios informales que operan sin cumplir con los requisitos legales mínimos. Este estudio busca comprender las condiciones espaciales, económicas y sociales de dichas microempresas, así como los posibles beneficios de su formalización y reubicación en zonas adecuadas.

METODOLOGÍA

La investigación adoptó un enfoque mixto de carácter descriptivo. Se utilizaron encuestas dirigidas a vendedores ambulantes de alimentos del sector informal para identificar factores relacionados con su sostenimiento, ingresos, gastos y percepción de oportunidades de formalización. Asimismo, se aplicaron métodos de localización industrial para proponer alternativas de

reubicación, priorizando la eficiencia espacial y la accesibilidad al público.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados reflejan que la mayoría de microempresas informales carecen de espacios adecuados y presentan limitaciones en infraestructura, servicios públicos y condiciones sanitarias. Se identificaron zonas potenciales para su reubicación que permitirían mejorar la visibilidad, el flujo de clientes y la rentabilidad. Además, se plantearon estrategias que integran la formalización empresarial con una planificación urbana más ordenada, buscando generar empleo, competitividad y sostenibilidad económica para la ciudad.

Este resumen presenta de manera general el proyecto sobre la informalidad de los negocios de comidas rápidas en Cúcuta, específicamente en el Centro Comercial Jardín Plaza. El objetivo principal fue analizar las condiciones actuales de estos negocios, conocer los factores que los mantienen en la informalidad y proponer soluciones que les permitan crecer y formalizarse.

¿Qué se investigó?

Se estudiaron las microempresas de comidas rápidas que funcionan de forma informal. A través de encuestas y observaciones, se recolectó información sobre su estructura, número de empleados, gastos, ventas y ubicación. Esto permitió entender cómo trabajan día a día y qué necesidades tienen para mejorar.

¿Qué se encontró?

Se comprobó que la falta de cumplimiento de normas reduce la competitividad y limita las oportunidades de crecimiento. Muchos microempresarios eligen seguir en la informalidad por desconocimiento o falta de apoyo. Sin embargo, la investigación

muestra que con una buena ubicación y acompañamiento, pueden aumentar sus ventas y generar empleo formal.

¿Qué se propone?

El estudio propone la reubicación de estas microempresas en zonas adecuadas, que ofrezcan seguridad, comodidad y beneficios tanto para los trabajadores como para los clientes. También busca recuperar zonas verdes y espacios públicos. En general, se busca apoyar la formalización y el desarrollo económico de la ciudad de Cúcuta.

REFERENCIAS

DANE. (10 de 05 de 2024). dane.gov.co. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHEISS-ene2024-mar2024.pdf>

Guía de ciudad: Cúcuta, N. d. (20 de 03 de 2020). Guía de ciudad: Cúcuta, Norte de Santander. Obtenido de Ciencuadras/blog <https://www.ciencuadras.com/blog/guia-de-ciudadescucuta#:~:text=El%20municipio%20est%C3%A1%20conformado%20por,parte%20urbana%20de%20la%20ciudad.>

Muther, R. (1970). DISTRIBUCION EN PLANTA. Barcelona: HISPANO EUROPEA.

Diaz Claro Gabriela Alexandra, O. V. (03 de 03 de 2023). Repositorio Universidad Libre. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/24646>

PAÍS: COLOMBIA

Transformación del lacto suero en una bebida energizante para la reducción de la contaminación en la industria láctea



**Msc. Jessica Ferley Domínguez¹,
Daniel Andrés Arévalo²,
Leidy Marcela Avila²**

¹ Universidad de Pamplona - Grupo GIBA

² Universidad de Pamplona - Estudiantes

RESUMEN

La industria de los productos lácteos produce grandes cantidades de lacto-suero como un subproducto del proceso de fabricación de quesos, que suele desecharse inadecuadamente y supone una fuente de contaminación del medio ambiente. La propuesta de este proyecto se basa en una alternativa sostenible que consista en convertir este subproducto del proceso en una bebida ocupando el lacto-suero como recurso. Desde el punto de vista de la validación de la propuesta, se distingue la caracterización fisicoquímica y microbiológica del lacto-suero, la formulación de una bebida energética funcional enriquecida con los ingredientes que aporten propiedades para mejorar el valor nutricional de la bebida, así como la estandarización del proceso de una bebida energética que garantice a su vez la calidad e innovación del producto. Además, en valorando el lacto-suero como recurso, se evalúa la estabilidad del producto final y su relación con la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3, 6, 9, 12 y 13) en el contexto del bienestar de la salud y el bienestar que busca una producción más limpia y responsable. Esta propuesta permite reducir la presión de la contaminación del medio ambiente y permitir un

uso económicamente sostenible de un recurso infrautilizado, dando respuesta a la creciente demanda de productos funcionales sostenibles (FAO, s.f.; Fedacova, 2021; Marxianus, 2023; Mattos, 2015; Tercero Tercero & Tercero Tipanguano, 2023).

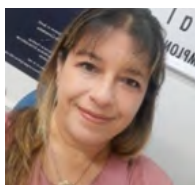
Palabras clave: lacto-suero, sostenibilidad, bebida energizante, economía circular, industria láctea, ODS.

REFERENCIAS

- FAO. (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado de <https://www.fao.org/sustainability/es/>
- Fedacova. (2021). Participa en Go Orleans: un proyecto para valorizar el suero en la industria quesera.
- Marxianus, K. (2023). *División de Ciencias Biológicas y de la Salud* (Tesis doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana).
- Mattos, C. (2015). Valorización del lactosuero. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias y Tecnología de Alimentos*, 25. Recuperado de <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/338>
- Tercero Tercero, J. P., & Tercero Tipanguano, J. O. (2023). Caracterización fisicoquímica del suero lácteo de las industrias queseras del cantón Latacunga.

PAÍS: COLOMBIA

Herramienta para el desarrollo de productos eco innovadores.



**D.I. Cherly Margaret Duarte Duarte¹,
Mauricio Enrique Sotelo Barrios¹,
Msc. Angélica María Rodríguez²**

¹ Universidad de Pamplona

² Universidad Simón Bolívar

RESUMEN

La herramienta metodológica DIECCO, se presenta como una propuesta estratégica orientada a fortalecer los procesos de ecodiseño y ecoinnovación en el sistema moda. Su enfoque se basa en la integración de los principios de ecodiseño, diseño sostenible y ecoinnovación, permitiendo analizar y transformar los productos desde cada fase de su desarrollo con el propósito de reducir impactos ambientales, optimizar recursos y promover la circularidad. A través de su estructura metodológica, DIECCO facilita la incorporación de criterios ambientales en la toma de decisiones empresariales, impulsando la innovación responsable y la competitividad verde.

En coherencia con las tendencias globales de Industria 4.0 y la transición hacia modelos de producción inteligente, DIECCO proyecta su evolución hacia una herramienta digital asistida por inteligencia artificial (IA). Esta integración tecnológica permitirá automatizar el análisis del ciclo de vida de los productos, identificar oportunidades de mejora ambiental, predecir impactos y generar recomendaciones en tiempo real para el diseño sostenible. La incorporación de la IA en DIECCO, posiciona a la herramienta como un sistema dinámico y adaptable que potencia la eficiencia,

la trazabilidad y la toma de decisiones estratégicas en las empresas del sector moda.

En conjunto, DIECCO representa una contribución significativa al avance del diseño sostenible y a la consolidación de un modelo de innovación ambientalmente responsable en Colombia y el mundo. Su implementación constituye un paso hacia la transformación digital y ecológica del sistema moda, alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las políticas de economía circular contemporáneas.

Palabras clave: ecodiseño, ecoinnovación, sostenibilidad, inteligencia artificial, herramienta metodológica, economía circular.

ABSTRACT

The methodological tool DIECCO, is presented as a strategic proposal aimed at strengthening eco-design and eco-innovation processes within the fashion system. Its approach is based on integrating the principles of eco-design, sustainable design, and eco-innovation, enabling a comprehensive analysis and transformation of products throughout all stages of their development. DIECCO facilitates the incorporation of environmental criteria into business decision-making, promoting responsible innovation, resource optimization, and circularity as drivers of green competitiveness.

Aligned with global Industry 4.0 trends and the transition toward smart, sustainable production models, DIECCO projects its evolution into a digital tool supported by artificial intelligence (AI). This technological integration will automate product life-cycle analysis, identify opportunities for environmental improvement, predict potential impacts, and generate real-time recommendations for sustainable design. The inclusion of AI positions DIECCO as a dynamic and adaptable system that

enhances efficiency, traceability, and strategic decision-making across the fashion industry.

Overall, DIECCO represents a significant contribution to the advancement of sustainable design and the consolidation of an environmentally responsible innovation model at both national and international levels. Its implementation marks a step toward the digital and ecological transformation of the fashion system, in alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs) and contemporary circular economy policies.

Keywords: eco-design, eco-innovation, sustainability, artificial intelligence, methodological tool, circular economy.

INTRODUCCION

La industria de la moda enfrenta actualmente una profunda crisis ambiental derivada del modelo productivo lineal, caracterizado por el alto consumo de recursos naturales, el uso intensivo de energía, la generación masiva de residuos textiles y la contaminación de cuerpos de agua. Este contexto ha impulsado la búsqueda de estrategias de diseño y gestión que permitan mitigar dichos impactos y avanzar hacia una producción más sostenible. En este escenario, el ecodiseño y la ecoinnovación se consolidan como pilares fundamentales para la transformación del sector, al incorporar criterios ambientales en las decisiones de diseño, materiales y procesos a lo largo del ciclo de vida del producto (Pigosso & McAloone, 2018).

Autores como Honari(2023) y Kishaw et al. 2018, dicen que el diseño sostenible integra consideraciones ambientales, sociales y económicas desde las primeras fases de desarrollo de productos y la ecoinnovación amplía el alcance del ecodiseño al implementar mejoras ambientales a través de nuevas tecnologías, materiales o procesos que reducen el impacto ambiental y promueven la

eficiencia de recursos (Arroyave-Puerta & Marulanda-Valencia, 2019). Estos conceptos aplicados para el desarrollo de la innovación generan valor agregado desde la sostenibilidad, impulsando la competitividad empresarial y la diferenciación de productos.

La ecoinnovación ha cambiado como una respuesta estratégica frente a los diferentes desafíos ambientales, económicos y sociales. La Comisión Europea (2012), la define como “cualquier forma de innovación que da lugar a una reducción significativa del impacto ambiental y a una utilización mas eficiente de los recursos”, por lo tanto, impacta no solo al producto sino a la organización, los procesos, servicios y modelos de negocios.

También Boons & Lüdeke-Freund(2013), dicen que la ecoinnovación debe tener un enfoque sistémico, integrando la sostenibilidad con ventajas competitivas, creatividad, eficiencia de recursos y transformación cultural; lo que implica que el ecodiseño no solo es una herramienta estratégica, sino como parte de la estructura de modelos de negocios circulares y sostenibles.

Bajo esta perspectiva, surge la herramienta metodológica DIECCO, concebida como una propuesta práctica para integrar la sostenibilidad en los procesos de desarrollo de productos dentro del sistema moda. DIECCO articula los principios del ecodiseño, el diseño sostenible y la ecoinnovación, permitiendo analizar cada fase del desarrollo de productos —desde la concepción hasta el fin de vida— con el fin de orientar la toma de decisiones hacia modelos productivos circulares. Su aplicación busca fortalecer la capacidad de las empresas para reducir impactos ambientales, optimizar recursos y generar ventajas competitivas a partir de la innovación verde.

De este modo, la combinación entre el enfoque metodológico de DIECCO y las capacidades tecnológicas emergentes configura una herramienta integral, dinámica y orientada a la transformación

ambiental y digital del sistema moda. Esta sinergia entre diseño, sostenibilidad y tecnología responde no solo a las demandas del mercado global, sino también a los compromisos ambientales asumidos por Colombia y otros países en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente los ODS 9, 12 y 13

MARCO TEÓRICO

El desarrollo sostenible se ha consolidado como el eje conceptual sobre el cual se estructuran las estrategias de transformación ambiental en el diseño y la producción contemporánea. Dentro de este marco, el ecodiseño se ha posicionado como una herramienta clave para la integración de criterios ambientales desde las etapas iniciales del proceso creativo y de desarrollo de productos. Según Pigosso, D. C. A., McAloone, T. C., & Calderón, A. (2018) “el ecodiseño se define como la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos, con el propósito de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto”.

Además, la ecoinnovación amplía el alcance del ecodiseño al introducir mejoras ambientales mediante la implementación de nuevas tecnologías, materiales o procesos que reducen el impacto ecológico y promueven la eficiencia de recursos (Arroyave-Puerta & Marulanda-Valencia, 2019). Esta visión resalta la capacidad de la innovación para generar valor agregado desde la sostenibilidad, impulsando la competitividad empresarial y la diferenciación de productos, por lo tanto, se la ecoinnovación constituye un proceso clave en el desarrollo sostenible, pues transforma los modelos productivos tradicionales en sistemas adaptativos y circulares.

El diseño sostenible, por su parte, engloba una visión más amplia, integrando los componentes ambientales, sociales y económicos del desarrollo. Horani (2023) lo define como un enfoque integral que busca equilibrar las necesidades humanas con la preservación

de los ecosistemas, considerando el ciclo de vida completo del producto y su interacción con el entorno. En la misma línea, Lopes y Gill (2015) sostienen que el diseño sostenible debe entenderse como una práctica social situada, que se configura en relación con las aspiraciones de uso y las prácticas culturales de los usuarios. Esta perspectiva sociotécnica del diseño promueve un enfoque relacional, donde las decisiones de diseño no solo responden a la eficiencia material, sino también a la creación de significado y valor social.

Finalmente, el ecoemprendimiento emerge como una manifestación práctica de estos principios, integrando el compromiso ambiental con la generación de valor económico y social. Arroyave-Puerta y Marulanda-Valencia (2019) lo definen como la creación de empresas sostenibles que aportan a la mejora de la calidad de vida mediante la gestión eficiente de los recursos y la innovación verde.

CONTEXTUALIZACION

La ausencia de estrategias de ecoinnovación en el sector moda ha generado impactos ambientales y económicos documentados a nivel global. La Fundación Ellen MacArthur (2017) estima que el 73% de los productos textiles terminan en rellenos sanitarios o incineradoras, generando pérdidas económicas anuales por más de 500 mil millones de dólares. Además, la industria textil es responsable de aproximadamente el 20% de la contaminación mundial del agua dulce, debido a procesos de teñido y acabado (UNEP, 2021).

En contextos regionales como el colombiano, donde se prioriza la producción rápida y el bajo costo sobre la sostenibilidad esta situación es crítica por la limitada implementación de tecnologías limpias, el desconocimiento de marcos normativos ambientales y la escasa articulación de las pymes con redes de innovación. Esto

ha derivado en modelos de negocio lineales, baja competitividad internacional y reducida capacidad de adaptación ante consumidores conscientes y mercados sostenibles.

En el sistema moda colombiano, el ecoemprendimiento representa una vía efectiva para fortalecer la economía local, incentivar el uso de materiales alternativos y fomentar una cultura de consumo consciente. En conjunto, estos cuatro conceptos conforman la base teórica sobre la que se sustenta la herramienta DIECCO, la cual integra los principios del ecodiseño y la ecoinnovación dentro de una metodología práctica de gestión ambiental y creatividad aplicada al desarrollo de productos sostenibles.

METODOLOGIA

Desde la perspectiva metodológica planteada por Barrientos et al. (2023), el desarrollo de productos sostenibles requiere de un enfoque sistemático y riguroso, que permita articular las fases del planteamiento del problema, los objetivos, el marco teórico y el estado del arte. La investigación sobre emprendimiento y ecodiseño demanda no solo claridad conceptual, sino también una delimitación precisa del fenómeno de estudio, así como el uso de herramientas metodológicas adecuadas a su carácter interdisciplinar.

La pregunta de investigación planteada —“¿Cómo implementar estrategias de diseño con contenido sostenible que impulsen el desarrollo de pequeñas y medianas empresas regionales?”— se alinea con los principios metodológicos sugeridos en la guía, en tanto define un fenómeno observable, un contexto regional específico y una variable independiente (estrategias de ecodiseño) relacionada con una dependiente (desarrollo de mipymes).

Se utilizará un enfoque cualitativo-exploratorio para identificar percepciones, barreras y oportunidades en los procesos actuales

de diseño; y cuantitativo-aplicado para medir el impacto de la implementación de estrategias de ecodiseño a través de prototipos y criterios de sostenibilidad.

El tipo de estudio a implementar es investigación aplicada con diseño de tipo no experimental, de nivel correlacional-descriptivo y de carácter intervencionista, en tanto se aplican estrategias en contextos reales de emprendimiento.

Las técnicas de recolección de información para el desarrollo de la investigación serán: entrevistas semiestructuradas, cuestionarios estructurados para diagnóstico de conocimiento y aplicación del ecodiseño, análisis de casos referenciales nacionales e internacionales, prototipado de producto como técnica de validación experimental, evaluación de impacto ambiental preliminar (por ejemplo, usando herramientas simplificadas tipo ACV cualitativo o matriz de impactos).

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de productos para emprendimientos, mediante la implementación de estrategias de Ecodiseño en el sector: Sistema Moda.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Diseñar un conjunto de estrategias de ecodiseño adaptadas a las capacidades y recursos de emprendedores del sistema moda, que integren criterios ambientales, sociales y funcionales desde la fase conceptual del producto.

Validar el impacto de la implementación de las estrategias de ecodiseño propuestas, mediante la creación y evaluación de prototipos sostenibles desarrollados en colaboración con mipymes regionales del sector.

Establecer lineamientos para la incorporación sistemática del ecodiseño en modelos de negocio de las mipymes del sistema moda, orientados al fortalecimiento de su competitividad y sostenibilidad a largo plazo.

DISEÑO DE LA HERRAMIENTA DIECCO

Esta herramienta metodológica, se diseña con el fin de que las mipymes comprendan de una manera fácil como pueden aplicar las estrategias de ecodiseño al desarrollo de sus productos y así poder lograr que los mismos tengan un menor impacto ambiental y una ventaja competitiva.

Para el diseño de esta; se definieron las variables de la herramienta para desarrollo de productos aplicando estrategias de Ecodiseño, la cuales se muestran en la Figura. (figura 1). Estas son desde el punto de vista metodológico, el análisis de ciclo de vida del producto y estrategias de Ecodiseño; desde la creatividad se propone herramientas y técnicas creativas: Scamper (Sustituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Poner otros usos, Eliminar y Reorganizar o cambiar la forma); 3-6-5 o 6-3-5 (Generar ideas); mapas mentales; asociación forzada (combinar lo conocido con lo desconocido para crea una nueva situación o respuesta a esta).

Figura 1. Variables para diseño de la herramienta DIECCO



Fuente: los autores

A partir de esto se generan los diferentes elementos de la herramienta DIECCO:

El diagnóstico ambiental del producto, pretende establecer un panorama cualitativo de lo que ocurre con el producto en aspectos ambientales. Está compuesto por las fases de: materiales y componentes, todo lo relacionado con las materias primas e insumos con las que se fabrica el producto; producción, son los aspectos que tienen que ver con lo que ocurre en la planta donde se fabrica el producto; distribución, hace referencia a la forma en que el producto llega a manos del usuario final; uso, esta fase busca identificar lo que ocurre con el producto en manos del usuario y su vida útil y por último, la fase de desuso, relacionada con lo que ocurre con el producto al cumplir su vida útil.

Lo anterior permite visibilizar lo que sucede con el producto ambientalmente, posterior a esto, es posible plantear estrategias de Ecodiseño en cada una de las fases antes mencionadas, se adiciona la fase de conceptualización, la cual busca que desde la fase de diseño se piense en el impacto del producto, esta fase se apoya en herramientas y técnicas creativas que fomentan el desarrollo de nuevas ideas.

Las ideas que se generan son consignadas en un tablero llamado “Tablero Divergente”, allí se incluyen todas las ideas que al grupo de trabajo se le ocurran, sin importan si son o no realizables y/o viables. Una vez finalizado el proceso de generación de ideas se procede a evaluar las alternativas entre el grupo de participantes, agrupando las ideas similares, descartando aquellas que no sea posible realizar, entre otros criterios que establezca el grupo para dar continuidad al “Tablero Convergente” e incluirlas allí, esto ayudará a la formalización de la idea final a desarrollar, lo cual podría ser un producto, una colección o una línea de productos. (Figura 2)

Figura 2. Elementos de la Herramienta DIECCO



Fuente: los autores

Teniendo en cuenta la tendencia de la aplicación o la integración de la inteligencia artificial como parte de la proyección tecnológica de esta herramienta; esta puede evolucionar de tal manera que puede optimizar los procesos y fortalecer la aplicabilidad de la misma por medio de la incorporación de algoritmos de aprendizaje automático, minería de datos y modelos predictivos que permitirán automatizar el análisis de variables ambientales, reducir la incertidumbre en la toma de decisiones y potenciar la generación de alternativas sostenibles. Li, Y., Huang, J., & Li, J. (2023).

Desde una perspectiva funcional, la IA puede integrarse al proceso de desarrollo de producto y fortalecer los resultados de la aplicación de DIECCO, dando un diagnóstico inteligente, usando algoritmos de análisis de ciclo de vida (ACV) y procesamiento de datos de materiales para identificar impactos ambientales de forma automática, lo cual ofrecería como ventaja un proceso más eficiente y una mayor precisión en la detección de puntos críticos del producto. Zhang, Yang y Liu (2021).

La ideación asistida, es otra de los elementos que podría implementarse usando modelos generativos (IA generativa) para proponer diseños alternativos con menor huella ambiental, lo cual beneficiaría en la reducción del tiempo de diseño y en el aumento de ideas con un mejor desempeño ambiental.

La evaluación predictiva, es otro de los aspectos donde el uso de aprendizaje automático podrá simular escenarios de producción, transporte y fin de vida, lo cual ofrece la proyección del desempeño ambiental y económico de cada una de las opciones propuestas. Zhang, L., Yang, S., & Liu, J. (2021).

En cuanto a la comunicación y optimización, la aplicabilidad de la IA, estaría dada en el análisis del lenguaje natural para generar reportes automáticos de sostenibilidad y recomendaciones de mejora, donde la ventaja estaría dada desde una mejor trazabilidad, transparencia y comunicación con consumidores consientes, mercados emergentes y aliados estratégicos. Bai, C., & Sarkis, J. (2022).

De acuerdo a Garcia-Muiña et al. (2020), la convergencia entre inteligencia artificial, economía circular e industria 4.0 permite la creación de ecosistemas industriales más inteligentes, resilientes y sostenibles. Así, la proyección tecnológica de DIECCO se alinea con el concepto de industria 5.0, que busca integrar innovación, automatización y sostenibilidad con un enfoque centrado en el bienestar humano y ambiental.

La Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2022), coincide en que la inteligencia artificial puede actuar como catalizador de la transición ecológica, siempre que su uso esté orientado a la optimización de recursos, la reducción de emisiones y la promoción de prácticas de producción limpia.

La evolución de la herramienta DIECCO hacia un sistema digital inteligente contribuiría al fortalecimiento de las mipymes y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), 12 (Producción y consumo responsables) y 13 (Acción por el clima).

Por lo tanto, la integración de la inteligencia artificial en DIECCO no solo amplía su capacidad analítica, sino que la proyecta como una plataforma digital de asistencia para el ecodiseño, capaz de aprender, adaptarse y guiar a los diseñadores y empresarios en tiempo real. Este enfoque, permitirá que la herramienta evolucione hacia un ecosistema colaborativo de innovación sostenible, donde la tecnología y el diseño, se unan para generar productos que respondan a los desafíos ambientales, sociales y económicos en escenarios futuros.

RESULTADOS ESPERADOS

La herramienta DIECCO surge como resultado de un proceso de investigación aplicada, orientado al diseño sostenible. Su estructura se fundamenta en un modelo metodológico secuencial que permite evaluar, planificar y gestionar el impacto ambiental del producto en cada etapa del desarrollo.

La aplicación de DIECCO pretende que las mipymes generen valor a partir de la selección consciente de materiales locales y reciclables, la reducción de desperdicios en procesos de corte y confección, la incorporación de atributos de comunicación ambiental al producto, la adopción de estrategias de producción limpia y economía circular. Además, proporcionar una estructura flexible adaptable a distintos sectores del sistema moda (textil, calzado, joyería, empaques).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arroyave-Puerta, C., & Marulanda-Valencia, J. (2019). La generación de valor a partir de ecoemprendimientos sostenibles. *Revista Tesla Científica*, 3(2). <https://doi.org/10.55204/trc.v3i2.e217>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2022). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain and artificial intelligence integration. *International Journal of Production Research*, 60(5), 1593–1613. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1884311>
- European Environment Agency (EEA). (2022). *Artificial Intelligence and the Environment: Challenges and Opportunities*. Copenhagen: European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/artificial-intelligence-and-the-environment>
- Garcia-Muiña, F. E., González-Sánchez, R., Ferrari, A. M., & Settembre-Blundo, D. (2020). The paradigms of Industry 4.0 and circular economy as enabling drivers for the competitiveness of businesses and territories. *Social Sciences*, 9(3), 48. <https://doi.org/10.3390/socsci9030048>
- Horani, L. F. (2023). Sustainable design concepts and their definitions: An inductive content-analysis-based literature review. *Technological Sustainability*, 2(3), 225–243. <https://doi.org/10.1108/TECHS-10-2022-0041>
- Kishawy, H. A., Hegab, H., & Saad, E. (2018). Design for sustainable manufacturing: Approach, implementation and assessment. *Sustainability*, 10(10), 3604. <https://doi.org/10.3390/su10103604>

- Lopes, A. M., & Gill, A. (2015). Reorienting sustainable design: Practice theory and aspirational conceptions of use. *Journal of Design Research*, 13(3), 248–264. <https://doi.org/10.1504/JDR.2015.071456>
- Pigosso, D. C. A., McAloone, T. C., & A col. (2018). Application of Eco-Design and Life Cycle Assessment Standards for Environmental Impact Reduction of an Industrial Product. *Sustainability*, 9(10), 1724. <https://doi.org/10.3390/su9101724>
- Serrano-Bedia, A. M., & Pérez-Pérez, M. (2021). Digital transformation and environmental sustainability in manufacturing SMEs: The role of artificial intelligence. *Sustainability*, 13(23), 13324. <https://doi.org/10.3390/su132313324>
- Zhang, L., Yang, S., & Liu, J. (2021). Artificial intelligence-driven sustainable product design: A review and future research directions. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126507. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126507>

PAÍS: COLOMBIA

Evaluación de la concentración del metal pesado (Cadmio), en el arroz cultivado y comercializado en Cúcuta y su área metropolitana.



**Ing. Yair Yesid Urango Martínez,
Yulitza Valentina Pérez Sepúlveda,
Angel Yesid Guarín Ortega**
Universidad de Pamplona



1. Resumen

3.188.267 toneladas - Col

510.6 toneladas Métricas Mundo

193.509 toneladas N.S.



Remediación



Metodología



Cadmio



Seguridad Alimentaria

Productividad

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

CADMIO EN EL ARROZ



3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE



3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE



4. OBJETIVOS

• OBJETIVO GENERAL

- Determinar los niveles de cadmio presentes en el arroz (*Oryza sativa* L.) y en el suelo de cultivos ubicados en los municipios de Cúcuta, Los Patios y El Zulia, en el departamento de Norte de Santander, Colombia.

4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1 Recolectar muestras representativas de arroz descascarillado y de suelo directamente en los cultivos, así como de arroz pulido disponible en establecimientos comerciales del área metropolitana de Cúcuta.
- 2 Cuantificar los niveles de cadmio presentes en las muestras recolectadas de arroz y suelo, mediante análisis de laboratorio.
- 3 Comparar los niveles de cadmio detectados en el arroz con los límites máximos permitidos por normativas nacionales e internacionales, con el fin de identificar posibles riesgos para la salud del consumidor.

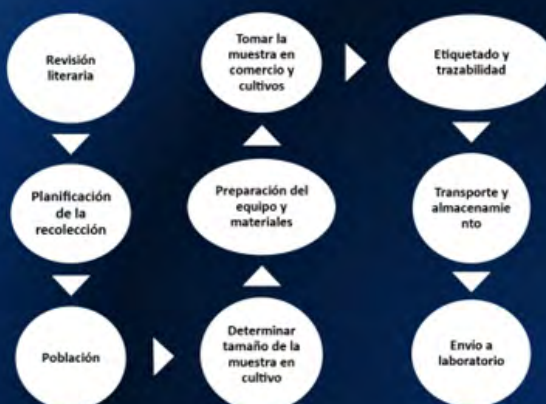
5. METODOLOGÍA

La investigación se realizará con un enfoque cuantitativo y un diseño exploratorio



Fase 1 Recolección de muestras

5. METODOLOGÍA



5. METODOLOGÍA

Fase 2 Análisis de laboratorio



Fase 2 del proyecto proyecto del Cadmio

Análisis de laboratorio



5. METODOLOGÍA

Fase 3 Análisis estadístico y evaluación de riesgos



6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

		CRONOGRAMA DEL PROYECTO		Tiempo (Semanales)																											
General	Objetivos Especificaciones	Código	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
O.G. Determinar los niveles de cadmio presentes en el arroz (Orizaria L.) y arroz en cultivos de los municipios de Cúcuta, Los Patos y El Zulia, Departamento de Norte de Santander, Colombia.	O.E.1 Recopilar muestras representativas de arroz desecado y arroz lavado directamente en los cultivos, así como de arroz pulido comercializado en establecimientos de área metropolitana de Cúcuta, para su análisis en laboratorio.	O.E.1-A.1	Determinación de zonas de estudio.																												
		O.E.1-A.2	Recolección de muestras.																												
	O.E.2 Realizar análisis de laboratorio para determinar la concentración de cadmio presente en las muestras de arroz y arroz recolectados.	O.E.2-A.1	Análisis de muestras en el laboratorio de Absorción Atómica.																												
		O.E.2-A.2	Análisis de los resultados de las muestras.																												
			Evaluación de los riesgos para la salud humana en relación con la ingesta de arroz contaminado con cadmio.																												
	O.E.3 Comparar los niveles de cadmio detectados en las muestras de arroz con los límites máximos establecidos por las autoridades regulatorias nacionales e internacionales, con el fin de evaluar los posibles riesgos para la salud humana asociados a su consumo.	O.E.3-A.1	Elaboración de poster y presentación en evento científico.																												
		O.E.3-A.2	Elaboración de artículo científico.																												
		O.E.3-A.3	Elaboración y entrega de informe final.																												

PAÍS: COLOMBIA

Generación de un modelo de negocio para la formalización de las microempresas de comidas rápidas: un enfoque integral de análisis de la informalidad



Karol Valentina Pabón Claro,
Msc. Richard Antonio Moya Arguello
Universidad de Pamplona.

RESUMEN

La presente ponencia examina la problemática de la informalidad en las microempresas de comidas rápidas, proponiendo un modelo de negocio orientado a su formalización mediante un enfoque integral de análisis. El estudio se centra en los vendedores informales ubicados en los alrededores del Centro Comercial Jardín Plaza, en la ciudad de Cúcuta (Colombia), quienes representan una muestra significativa del sector informal urbano. A través de una metodología mixta —que combina técnicas cualitativas y cuantitativas como encuestas, entrevistas estructuradas, observación directa y herramientas de simulación— se identificaron los principales factores que perpetúan la informalidad, tales como la limitada accesibilidad a servicios financieros, la falta de capacitación empresarial y las restricciones normativas.

A partir de los resultados, se propone un modelo de negocio fundamentado en el Business Model Canvas, complementado con metodologías cuantitativas de optimización espacial, como

la Systematic Layout Planning (SLP) y la simulación en FlexSim. Estas herramientas permiten diseñar procesos productivos más eficientes y establecer entornos laborales adecuados para las microempresas del sector alimentario.

El modelo propuesto pretende fomentar la sostenibilidad económica, fortalecer las prácticas de inocuidad alimentaria y promover la inclusión social de los microempresarios, contribuyendo a la generación de empleo digno y al ordenamiento del espacio público. En consecuencia, este capítulo aporta una perspectiva innovadora para abordar la formalización empresarial en contextos de alta informalidad, integrando elementos de gestión, ingeniería industrial y desarrollo local sostenible.

1. Introducción

La informalidad económica continúa siendo uno de los principales retos estructurales de las economías latinoamericanas, al generar desequilibrios en la productividad, la equidad y la sostenibilidad del desarrollo urbano. En Colombia, más del 55 % de la fuerza laboral se desempeña en actividades informales, de las cuales un porcentaje importante corresponde al sector de alimentos y comidas rápidas, donde prevalecen condiciones precarias en materia de inocuidad, seguridad laboral y acceso a servicios financieros (DANE, 2024).

La investigación tiene como propósito analizar las dinámicas de informalidad presentes en las microempresas de comidas rápidas ubicadas en los alrededores del Centro Comercial Jardín Plaza, en la ciudad de Cúcuta, y desarrollar una propuesta metodológica para su formalización mediante la aplicación de herramientas interdisciplinarias de la ingeniería industrial, la gestión empresarial y la planificación urbana.

2. Contexto teórico y antecedentes

La literatura sobre informalidad ha evolucionado desde enfoques centrados en la marginalidad y el subempleo, hacia perspectivas más amplias que reconocen su papel en la economía popular y la resiliencia urbana. Según Perry (2008), la informalidad en América Latina puede entenderse desde dos lógicas: la exclusión y el escape. En el caso colombiano, la informalidad empresarial está profundamente ligada a la estructura social y a las limitaciones del entorno institucional. Investigaciones como la de León (2021) destacan que las microempresas informales operan en condiciones de vulnerabilidad, pero también representan un núcleo de innovación adaptativa que sostiene la economía local.

3. Metodología

La investigación adoptó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), diseñado para capturar la complejidad del fenómeno de la informalidad desde una perspectiva multidimensional. Se emplearon técnicas de observación directa, entrevistas semiestructuradas y encuestas aplicadas a veinte (20) microempresarios de comidas rápidas que operan informalmente en los alrededores del Centro Comercial Jardín Plaza.

4. Resultados

Los resultados de la investigación revelan un perfil característico de los microempresarios informales: adultos jóvenes entre los 25 y 45 años, con niveles medios de escolaridad, que optan por la venta ambulante de alimentos como medio de subsistencia ante la escasez de empleo formal. A partir de estos hallazgos, se diseñó un modelo de negocio integral que articula tres dimensiones: gestión empresarial formal, infraestructura y sostenibilidad socioeconómica.

5. Discusión

El análisis interdisciplinario evidencia que la formalización de las microempresas no depende únicamente del cumplimiento normativo, sino de la creación de un ecosistema de apoyo institucional y técnico que incentive la productividad, la capacitación y la innovación.

6. Conclusiones

1. La informalidad de las microempresas de comidas rápidas en Cúcuta responde a una combinación de factores estructurales y funcionales.
2. La aplicación de herramientas interdisciplinarias como el Business Model Canvas y la Systematic Layout Planning (SLP) permite traducir principios de la ingeniería industrial en estrategias accesibles.
3. La formalización empresarial debe ser entendida como un proceso integral de inclusión económica.
4. La implementación del modelo propuesto contribuirá a la mejora de la salud pública y la competitividad local.
5. La intersección entre ingeniería, gestión y desarrollo social constituye una vía efectiva para transformar la economía informal.

REFERENCIAS

- Anderson, C. (2006). *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*. Hyperion.
- Chaverra, J. (2020). *Diseño de planta de transformación del cacao para el fortalecimiento de la competitividad agroindustrial en Quibdó, Chocó*. Universidad Tecnológica del Chocó.
- DANE. (2024). *Boletín técnico de informalidad laboral*. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

León, J. (2021). La informalidad empresarial y sus efectos en la sostenibilidad del sector calzado de Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2009). Business Model Generation. Wiley.

Perry, G. (2008). Informalidad: escape y exclusión. Banco Mundial.

Sociedad. (2024). Teoría del cambio: marco conceptual para la planificación y evaluación del desarrollo social. UNESCO.

PAÍS: COLOMBIA

La inteligencia en las inversiones. Salud y sostenibilidad global.



PhD, Francisco Raúl Arencibia Pardo
Universidad de Pamplona



“ Cuando se menciona a los edificios inteligentes o la automatización integral para inmuebles, imaginamos una amalgama de alta tecnología destinada al lujo y confort. Caro placer con el fin de valorar nuestro apartamento u oficina.

“ El presente trabajo demostrará la verdadera fortaleza del automatismo integral en predios: sostenibilidad.

**AUTOMATISMO
=CONFORT.**





ALGUNOS CONCEPTOS

“ Intelligent Building Institute (IBI), Washington, D.C., E.U. ”

“ *“Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente de trabajo productivo y eficiente a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios y administración, con las interrelaciones entre ellos. Los edificios inteligentes ayudan a los propietarios, operadores y ocupantes, a realizar sus propósitos en términos de costo, confort, comodidad, seguridad, flexibilidad y comercialización”.* ”

“ Honeywell, S.A. de C. V. ”

“ *“Se considera como edificio inteligente aquél que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad y eficiencia en favor de los ocupantes, permitiendo la incorporación y/o modificación de los elementos necesarios para el desarrollo de la actividad cotidiana, con la finalidad de lograr un costo mínimo de ocupación, extender su ciclo de vida y garantizar una mayor productividad estimulada por un ambiente de máximo confort”.* ”

Eficiencia energética.

“La energía no renovable y el temor del retorno a las cavernas abrieron las puertas a un reordenamiento energético. Las renovadas preocupaciones por los carburantes trajeron de regreso a la agenda la “eficiencia energética”.

SOSTENIBILIDAD.

“Y entramos, casi sin darnos cuenta, en lo verdaderamente importante de esta ponencia: el ser humano.

“Es hora de transformar el envejecido, arcaico y prepotente slogan de confort, eficiencia e integración. Es hora de bajar de la pared el gastado letrero y cambiarlo por otro actual: “sostenibilidad”.

“Lo principal, y es hora de abrir los ojos, es la salud y el bienestar del planeta y sus habitantes todos. Tomamos conciencia o dilapidamos los escasos recursos energéticos.

El nuevo negocio · La salud del planeta.

“ ¿Es este el concepto de Edificio inteligente esgrimido por corporaciones de fama al principio de nuestro artículo?

“ ¿Es el enfoque de ahorro, confort y seguridad el que continuaremos aplicando en los próximos años, o llegamos a la conclusión de que tenemos en nuestras manos poderosas herramientas para la sostenibilidad y compensación energética?

“ No estamos hablando del último rascacielos de Dubái, ni del mayor puente del mundo, el aeropuerto más populoso o el chalet más descomunadamente caro. Enfocamos el esfuerzo a los hospitales comunitarios, barrios pobres y escuelas, en un país que considera prioritario vivir en paz.

“ Solamente nos queda demostrar que se puede trabajar y cooperar con los más necesitados mediante la ejecución de proyectos comunitarios.

“ El primer mundo puede hacer barrios entrelazados y bosques de fibra óptica. El nuestro, el tercero, precisa salud y sostenibilidad.

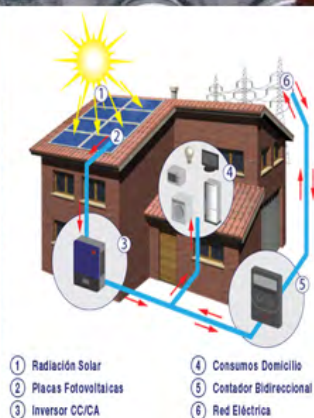
“ Como se aprecia, el ahorro energético no forma parte de un beneficio ambiental o del menor gasto en la billetera del cliente final: nada más alejado de la verdad. El edificio inteligente es un ente que toma vida para ayudar a los necesitados, a los que no cubren su factura energética mensual y a los gobiernos, es un bastón para tomar decisiones.

“ Es en la sostenibilidad donde el edificio inteligente juega su principal cometido. Es en la sostenibilidad donde el edificio inteligente arremete contra su principal enemigo: el esnobismo.

“ Es en el proceso de controlar los portadores energéticos y brindar integración con energías alternativas donde el edificio inteligente demuestra, como pocos, que puede redimir cada centavo que se invierte en él y que, si somos consecuentes e integradores, los beneficios serán muchos y variados.

“ Un edificio inteligente puede ser muchas cosas, pero la principal, y de la que no hablamos, es que funciona como negocio rentable para la salud del planeta.

Invierta en soluciones integrales de automatización para la asistencia social, salud y cultura porque, soluciones integrales y simples, van a recuperar su costo inicial, manteniendo una amigabilidad con el entorno y la sostenibilidad".
 "Universitarios, colaboren, experiencia hay".



ISSN: XXXXXXXXXX

