

INFORME DE ACTIVIDAD

FOIN13

Versión 01

De	Nicolás Gálvez Acero
Para	FERNANDO AVILA CORTES DIRECTOR PROGRAMA ECONÓMICO FENAVI FONAV
Lugar y Fecha	27 al 29 de enero de 2026, Atlanta, Georgia, Estados Unidos.
Objeto	Asistir a las sesiones académicas y técnicas del evento para identificar tendencias, tecnologías y experiencias aplicables al sector avícola, con énfasis en inteligencia artificial, automatización, analítica de datos y sostenibilidad. El propósito posterior es transferir los principales conocimientos y aprendizajes a los avicultores mediante un documento avícola de divulgación técnica.
Actividad realizada	International Production & Processing Expo IPPE 2026 Agenda y actividades realizadas Se asistió a 19 conferencias y sesiones técnicas del IPPE, seleccionadas por su potencial de aplicación o interés para la avicultura colombiana. La agenda permitió revisar el avance de tecnologías que ya se están incorporando a la producción avícola y, al mismo tiempo, recoger insumos sobre mercados, sostenibilidad y gestión empresarial. - Inteligencia artificial, automatización y robótica: se participó en sesiones sobre visión computacional, automatización de procesos, hatcheries inteligentes, inteligencia artificial aplicada a la producción, monitoreo autónomo de ponedoras, MRI apoyada en IA y uso conjunto de robótica e inteligencia artificial para mejorar eficiencia e inocuidad. - Analítica de datos y gestión inteligente: se revisaron aplicaciones de analítica predictiva para fortalecer intervenciones de inocuidad, mantenimiento predictivo, gestión de inventarios de alimento, trazabilidad y uso de indicadores para mejorar ciclos, productividad y toma de decisiones. - Sostenibilidad e innovación tecnológica: se asistió a contenidos sobre sostenibilidad en agricultura animal, economía circular en empaques de huevo, innovación en enzimas apoyada en IA para salud intestinal y mitigación de micotoxinas, así como IoT y conectividad para una producción más eficiente en el uso de recursos. - Temas complementarios: la agenda incluyó además gestión del riesgo de precio del huevo, actualización de mercados de materias primas para alimento balanceado, relacionamiento entre procesadores y empresas de tecnología, marketing B2B y liderazgo en equipos de manufactura. Como resultado, los contenidos recopilados organizaron para su transferencia al sector. Se definió como producto principal una publicación técnica de trabajo titulada preliminarmente “Avicultura inteligente: Cómo la IA, la automatización y los datos están redefiniendo la producción avícola”.

INFORME DE ACTIVIDAD

FOIN13

Versión 01

Conclusiones

- El principal hilo conductor de las sesiones técnicas fue la rápida incorporación de inteligencia artificial, automatización y analítica de datos a procesos que abarcan desde incubación y producción en granja hasta plantas de procesamiento, inocuidad y gestión de inventarios.
- Las tecnologías presentadas muestran una evolución desde herramientas aisladas hacia sistemas integrados capaces de capturar información en tiempo real, anticipar desviaciones, automatizar decisiones y reducir pérdidas operativas.
- Para la avicultura colombiana, las mayores oportunidades se concentran en soluciones que permitan mejorar productividad, trazabilidad, bioseguridad e inocuidad, uso eficiente de recursos y capacidad de respuesta ante fallas o cambios en las condiciones productivas.
- La transferencia del conocimiento adquirido será materializada mediante el documento avícola “Avicultura inteligente”, cuyo contenido se desarrollará a partir de las fuentes recopiladas en cada conferencia y buscará presentar aplicaciones, experiencias y aprendizajes relevantes para los productores colombianos.

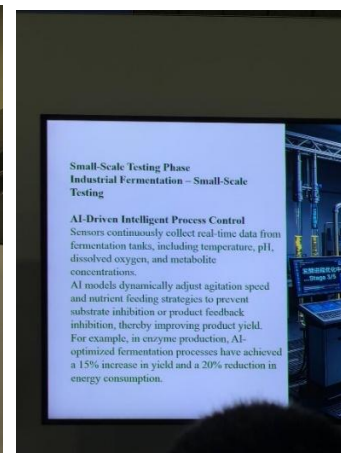
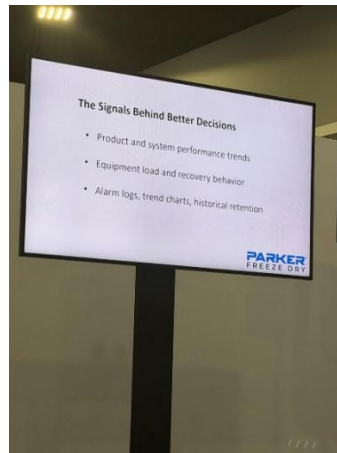
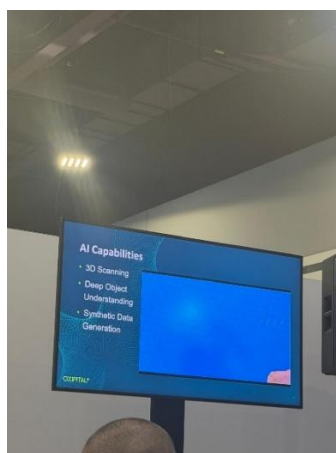
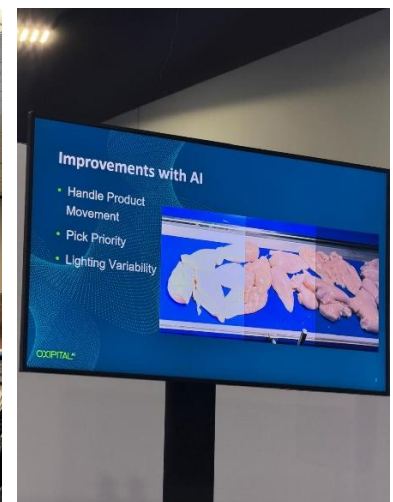
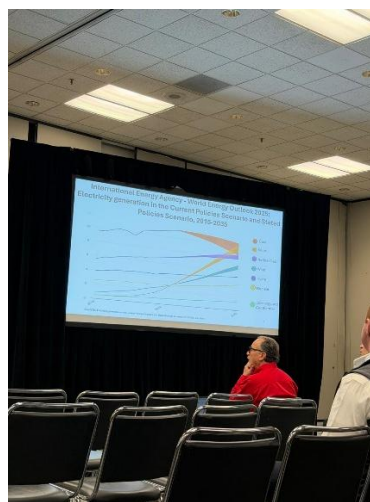
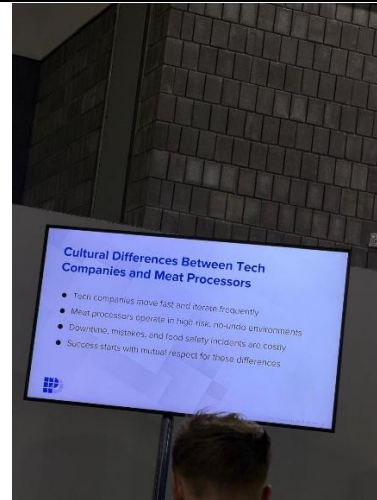
Registros fotográficos:



INFORME DE ACTIVIDAD

FOIN13

Versión 01



INFORME DE ACTIVIDAD

FOIN13

Versión 01

Adjunto a este informe, se anexa documento sobre Avicultura inteligente. Cómo la IA, la automatización y los datos están redefiniendo la producción avícola, cuyo aprendizaje de las conferencias del congreso Expo 2026, para socializar al sector avícola.

Elaboró:

Nicolás Gálvez A

Nicolás Gálvez Acero
Líder de Información Estadística

FENAVI - FONAV

Programa de Estudios Económicos

Avicultura inteligente

Cómo la IA, la automatización y los datos están redefiniendo la producción avícola

Aprendizajes de las conferencias del
International Production & Processing Expo 2026
Atlanta, Estados Unidos

Participación en IPPE 2026
Nicolás Gálvez Acero

Introducción

La participación de FENAVI en el International Production & Processing Expo (IPPE) 2026, en Atlanta, tuvo un propósito de transferencia de conocimiento. Nicolás Gálvez Acero asistió en representación de la Federación a conferencias académicas y técnicas para conocer aplicaciones, experiencias y discusiones relevantes para los avicultores colombianos.

Desde el Programa de Estudios Económicos de FENAVI - FONAV sentimos el deber de trasladar los conocimientos allí adquiridos a todos los avicultores. Esta publicación recoge ese compromiso mediante artículos que explican los problemas abordados, el funcionamiento de las soluciones presentadas y las condiciones que deben examinarse para valorar su utilidad.

El hilo común de las exposiciones es la búsqueda de mayor capacidad para observar y gestionar los procesos. Las cámaras aportan información sobre huevos, pollitos y piezas de carne. Los sensores permiten seguir equipos, inventarios y condiciones ambientales. Los modelos de análisis ayudan a encontrar patrones y a organizar respuestas. La utilidad de estas herramientas depende de la confiabilidad de los datos y de su incorporación al trabajo de las personas.

La publicación se organiza en tres bloques; el primero aborda IA, automatización y robótica en producción y procesamiento. El segundo se concentra en analítica, predicción y gestión. El tercero examina sostenibilidad e innovación en energía, ambiente, empaques, enzimas y conectividad. Cada artículo conserva el nombre original de la conferencia, acompañado de su traducción, y desarrolla una exposición independiente.

Las implicaciones para Colombia se presentan como lectura editorial a partir de los materiales. Su propósito es ayudar a identificar preguntas de evaluación, posibles pruebas y condiciones de adopción. La selección de una tecnología exige contrastar lo presentado con la escala, la infraestructura y las necesidades de cada empresa.

Índice

Introducción	2
Bloque	1
IA, automatización y robótica en la producción avícola	
Machine Vision and Automation in Poultry	4
Behind the Scenes of AI-Powered MRI for the Poultry Industry	5
Smart Hatcheries: How Automation, AI, and Data Are Transforming Poultry Production.....	6
Insights to Impact: AI in Modern Poultry Farming	7
Journey into the Future of Egg Production: Leveraging AI for Autonomous Layer Health and Throughput Optimization	7
Synergizing Robotics and AI: Transforming Protein Production for Efficiency and Food Safety	8
Bloque	2
Analítica de datos, predicción y gestión inteligente	
From Data to Decisions: Using Predictive Analytics to Strengthen Food Safety Interventions	10
Driving Efficiencies and Safety in Poultry Production Through Automation & Predictive Maintenance	11
AI Is Key To Improving Feed Inventory Management And Profit Margins	12
Unlocking Data Insights to Improve Outputs, Cycles, and Traceability	13
Bloque	3
Sostenibilidad, innovación y nuevas fronteras tecnológicas	
Animal Agriculture Sustainability Summit — Mark Pitman	15
Air quality benefits for production efficiency improvements — Hongwei Xin	Error! Marcador no definido.
AI-Driven Enzyme Innovation for Poultry Gut Health and Mycotoxin Mitigation	17
Sustainable Farming through IoT and Connectivity	18
Cierre	20

IA, automatización y robótica en la producción avícola

Machine Vision and Automation in Poultry

Visión computacional y automatización en la avicultura

Maximilian Evans · Parvada

La visión computacional puede convertir una observación del ave en una decisión de clasificación y, después, en una acción de la máquina. Maximilian Evans, de Parvada, explicó esta secuencia a partir del sexaje de pollitos y de otras aplicaciones de inspección. El interés para una incubadora está en realizar tareas repetitivas con información consistente, a una velocidad compatible con su operación.

La cámara captura imágenes, el modelo reconoce características y el sistema de control determina qué hacer con cada individuo. Para completar la automatización se necesitan actuadores que ejecuten esa decisión. Evans describió el uso de separación mediante aire. Por tanto, el desempeño depende tanto del reconocimiento visual como de la coordinación entre transporte, identificación y separación.

Una de las tendencias descritas fue reunir varias funciones en un solo sistema. Una cámara RGB, que registra imágenes en color, puede aportar información para clasificación, descarte y sexaje, siempre que existan modelos entrenados para esas tareas. Esto abre la posibilidad de reducir equipos y puntos de manipulación.

Una fotografía muestra una posición del pollito; una secuencia permite estudiar movimiento, permanencia de pie o reposo. El expositor presentó este análisis de actividad como una vía para obtener indicios sobre el estado del ave. Su utilidad sanitaria requiere comprobar qué patrones reconoce y con qué fiabilidad, sin convertir una clasificación visual en un diagnóstico por sí sola.

En el caso del sexaje por pluma, Evans mostró cómo revisar qué parte de la imagen utiliza el modelo. Los llamados mapas de relevancia resaltan las regiones que influyen en una clasificación. En el ejemplo presentado, la atención del sistema se concentraba en el borde del ala, donde se observan las diferencias de emplume utilizadas para separar machos y hembras. Esta revisión permite detectar si el modelo se apoya en la característica esperada o en señales accidentales del entorno.

La mejora continua exige revisar los errores de operación y devolver información confiable al proceso de entrenamiento. En la instalación física también aparecen restricciones concretas: polvo, plumas y conectividad. Evans describió el uso de presión positiva en los compartimientos electrónicos y conexiones remotas para facilitar soporte y actualización.

La charla amplió el panorama hacia inspección de huevos, defectos de carne y contaminación mediante imágenes hiperspectrales. Esas menciones muestran campos de aplicación distintos del sexaje. La aplicación local más directa sería una prueba con los pollitos y las líneas genéticas de la operación interesada. Conviene comparar errores de clasificación, capacidad efectiva, necesidad de intervención y comportamiento durante la limpieza. También debe definirse cómo se comprobarán las etiquetas usadas para entrenar y actualizar el modelo.

Behind the Scenes of AI-Powered MRI for the Poultry Industry

Cómo funciona la resonancia magnética con IA para la industria avícola

Jennifer Volz · Vencomatic Group

La resonancia magnética permite obtener información del interior del huevo sin abrirlo. La presentación sobre MRI e inteligencia artificial explicó cómo adaptar una tecnología de imagen compleja a un proceso industrial de clasificación. El cambio consiste en adquirir únicamente la información necesaria y utilizar modelos de IA para interpretarla con rapidez.

El registro describe señales asociadas al agua y la grasa del huevo, a partir de las cuales se construyen imágenes de sus estructuras internas. Un examen detallado de todo el volumen demandaría demasiado tiempo para una incubadora. La propuesta combina un primer escaneo rápido para localizar la región de interés con una adquisición más específica de esa zona. Los modelos se entrenan para clasificar a partir de imágenes abreviadas, que no buscan reproducir un examen clínico completo.

El sexaje in ovo fue la aplicación presentada con mayor evidencia de instalación comercial. Describe transporte automatizado de bandejas, escaneo, separación y reorganización de los huevos seleccionados. Esta integración permite incorporar la lectura de imagen al flujo de trabajo de la incubadora. Se reportó una capacidad de 24.000 huevos por hora y equipos instalados en nueve incubadoras europeas.

Una segunda aplicación es identificar la fertilización antes de iniciar la incubación. El sistema busca reconocer el disco germinal y distinguir huevos fértiles de no fertilizados. La utilidad planteada consiste en reservar capacidad de incubación para huevos con posibilidad de nacimiento. La exposición también propuso otros destinos para los huevos retirados, cuya viabilidad dependería de condiciones técnicas y comerciales.

La tercera aplicación es el fenotipado: observar características internas que puedan aportar información a programas de selección. Se trata de un uso diferente del sexaje y de la detección de fertilización.

El escáner necesita operar junto con sistemas de transporte y clasificación que manejen el huevo de forma consistente. La presentación destacó la colaboración entre especialistas en imagen y automatización avícola. El objetivo es que el equipo pueda ser utilizado por operadores de incubadora dentro de una rutina de producción.

Las tres aplicaciones no estaban en la misma etapa. El sexaje se describió como instalado; la detección de fertilización tenía un lanzamiento limitado en Europa y una expectativa de introducción en Estados Unidos para 2027. Para el fenotipado no se aportaron indicadores de adopción.

La decisión de incorporar esta tecnología requeriría establecer qué problema se pretende resolver y con qué volumen de huevos. Para una incubadora colombiana sería pertinente examinar costo por huevo, compatibilidad con bandejas y procesos, soporte técnico y desempeño en sus propias condiciones. La charla muestra una forma de anticipar información biológica; todavía deja abiertos los parámetros necesarios para calcular la conveniencia de una instalación local.

Smart Hatcheries: How Automation, AI, and Data Are Transforming Poultry Production

Incubadoras inteligentes: cómo la automatización, la IA y los datos están transformando la producción avícola

La automatización de una incubadora debe ayudar a mejorar los indicadores que ya utiliza su equipo: nacimiento, calidad del pollito, descartes y continuidad del proceso. Nick van de Zande, de Viscon Hatchery Automation, situó allí el punto de partida. La incorporación de cámaras y datos permite observar con más detalle dónde se generan las pérdidas entre la recepción del huevo y el despacho del pollito.

Identificar la cámara de aire permite revisar la posición del huevo en la bandeja. La inspección de suciedad, daños y forma ayuda a seleccionar el material que ingresará al proceso. La detección de fisuras añade información que puede resultar difícil de obtener de manera uniforme mediante revisión manual.

Retirar un huevo defectuoso resuelve una parte del problema. Si el sistema conserva el origen del lote y registra la frecuencia de cada defecto, también permite buscar su causa en la granja o en el manejo previo. Van de Zande destacó esta diferencia: detectar fisuras sirve para seleccionar, pero analizar su distribución puede orientar una corrección que evite repetir la pérdida.

La presentación comparó la ovoscopia convencional con métodos que identifican otras condiciones de inviabilidad y contaminación. La finalidad es impedir que esos huevos continúen hacia las nacedoras y lleguen a etapas posteriores de separación de pollitos. El expositor reportó ganancias de entre 0,5 y 1% en pollitos comercializables entre clientes que cambiaron de tecnología.

En el procesamiento del pollito, el sexaje automático por pluma utiliza imágenes para reconocer diferencias de emplume. El conteo mediante cámara permite, a su vez, observar el flujo sobre las bandas y organizar la llegada de aves a cada caja. La presentación explicó una combinación de bandas que ajusta el flujo conforme se aproxima al número objetivo.

El interés de este conteo está en mantener precisión con un manejo menos acelerado. El expositor indicó que la velocidad de banda del sistema mostrado era seis veces menor que la de un contador tradicional. La capa de software reúne dos tipos de información. Por una parte, sigue al producto: origen, defectos, ubicación de incubación, resultados de transferencia y salida de pollitos. Por otra, registra el funcionamiento de los equipos: inicio, parada, error y causa de interrupción.

Cruzar ambos registros permite formular preguntas operativas más precisas. Una diferencia de nacimiento puede asociarse a un lote de origen o a una ubicación de incubación. Una reducción de capacidad puede relacionarse con paradas repetidas. La exposición también describió la detección de agujas bloqueadas como una forma de revisar la ejecución de la vacunación, en lugar de asumir que todos los ciclos mecánicos equivalen a una aplicación efectiva.

Para una incubadora colombiana, el primer paso podría ser enlazar datos que hoy se revisan por separado. La combinación de origen del huevo, defectos, ubicación, calidad del pollito y eventos de máquina ayudaría a elegir dónde intervenir. La charla deja además una tarea para la evaluación del proveedor; explicar el método de entrenamiento de la IA. Conocer cómo se valida la clasificación y cómo se adapta al material de cada incubadora es parte de la revisión técnica que debe acompañar la inversión.

Insights to Impact: AI in Modern Poultry Farming

Del análisis al impacto: la IA en la avicultura moderna

Ali Murtaza Solangi · Poultia

La utilidad de un dato depende de que llegue a tiempo a quien debe actuar. Ali Murtaza Solangi, de Poultia, centró la parte disponible de su presentación en las dificultades de decidir con registros manuales, retrasados o incompletos. Su propuesta consiste en conectar sensores y sistemas para que la información de la granja pueda consultarse y analizarse con mayor oportunidad.

El planteamiento abarca la captura mediante internet de las cosas, conocido como IoT, y el uso de IA para examinar la información reunida. Una integración de este tipo busca reducir la distancia entre lo que sucede en un galpón y lo que conoce el responsable de producción.

Solangi propuso ampliar la información asociada al origen del pollo o del huevo. Además de identificar de dónde proviene el producto, un sistema podría vincular registros sobre condiciones de producción y uso de medicamentos. El valor de esa propuesta depende de los registros que alimentan el sistema. El código facilita la consulta, pero la confiabilidad proviene de identificar correctamente el lote y conservar información verificable.

Para una empresa avícola colombiana, una aplicación de este enfoque sería elegir una decisión que hoy se retrasa por falta de información. A partir de ella se pueden definir los datos necesarios, su frecuencia y el responsable de responder. Esa delimitación ayuda a evaluar la integración y a evitar que el proyecto termine en un tablero que nadie utiliza. La adopción requiere que el personal pueda relacionar cada alerta con una acción de su trabajo cotidiano.

Journey into the Future of Egg Production: Leveraging AI for Autonomous Layer Health and Throughput Optimization

Un recorrido hacia el futuro de la producción de huevo: uso de IA para la gestión autónoma de la salud de las ponedoras y la optimización del flujo productivo

Brandon Mulnix · Prism Controls

Brandon Mulnix, de Prism Controls, vinculó la gestión de equipos con el desempeño de las ponedoras. Su exposición planteó que los sensores y el análisis de registros pueden ayudar a organizar el mantenimiento y a identificar cambios en la producción. La idea central es hacer visible la información que el personal no tiene tiempo de revisar continuamente.

Un motor puede seguir funcionando mientras cambia su temperatura de operación. Mulnix utilizó este ejemplo para explicar una alerta por condición: el sistema compara el comportamiento del equipo con su historial y avisa cuando encuentra una diferencia que merece revisión. La respuesta del personal permite determinar si existe desgaste, una carga anormal u otra causa.

El mantenimiento adquiere así una relación más estrecha con lo que ocurre en la máquina. Registrar horas de uso y cambios de condición puede orientar inspecciones y programar intervenciones antes de una parada. Los ejemplos de la charla incluyeron ventiladores, bandas y componentes de transporte de huevo.

La presentación insistió en que las alertas deben ser accesibles. Si el trabajador necesita descargar varios archivos y cruzarlos manualmente cada mañana, el sistema puede perder utilidad en la rutina de la granja. Una lista priorizada de equipos por revisar tiene sentido cuando se acompaña de información sobre la anomalía y permite registrar qué se hizo para resolverla.

La segunda línea de aplicación fue el análisis de información histórica. Mulnix propuso comparar lotes, revisar su conversión alimenticia y explorar relaciones entre temperatura del galpón y postura. Mencionó herramientas de IA generativa como apoyo para formular consultas sobre documentos y series de producción.

Uno de sus ejemplos consistió en revisar las condiciones de los tres días anteriores a una caída de 2% en producción. Sin embargo, el propio expositor recomendó cuestionar las respuestas de la IA y pedir que se cuantifiquen. Para el análisis productivo, esto implica comprobar los cálculos contra los registros y revisar si se están comparando lotes equivalentes. Una coincidencia temporal puede orientar una investigación, pero no demuestra por sí sola que una variable haya causado el cambio de postura.

En una operación colombiana, el enfoque podría comenzar con equipos cuya falla afecte la continuidad del alimento, la ventilación o la recolección. La prueba debería registrar qué alertas fueron útiles, cuáles no correspondían a una falla y qué acciones permitieron cerrar cada evento. Ese seguimiento ayuda a valorar tanto el sensor como la capacidad de respuesta de la granja.

Para trabajar con históricos, resulta conveniente conservar la identificación del lote, las unidades y el período de cada registro. Antes de compartir información con una herramienta externa, la empresa también debe revisar las condiciones de acceso y uso de sus datos.

Synergizing Robotics and AI: Transforming Protein Production for Efficiency and Food Safety

Integración de robótica e IA: transformación de la producción de proteína para mejorar la eficiencia y la inocuidad

Olivier Cremoux · Staubli Robotics · Presentación conjunta con Oxipital AI

Una pechuga cambia de tamaño, forma y orientación de una pieza a otra. Esa variabilidad dificulta que un robot ejecute una secuencia fija con buenos resultados. La presentación conjunta de Staubli Robotics y Oxipital AI explicó cómo la visión computacional puede aportar la posición y las características del producto que el robot necesita para decidir dónde y cómo tomarlo.

Comentado [RE1]: No publicar reducción 30–50%, diagnóstico de influenza ni garantías de privacidad. Delimitar fin técnico con SRT.

El sistema debe resolver dos problemas relacionados. Primero, reconocer la pieza dentro de una escena que puede contener superposiciones y distintas orientaciones. Después, mover una herramienta para recogerla y ubicarla sin interferir con el producto vecino. La velocidad nominal del robot resulta insuficiente para valorar el desempeño de toda la operación.

El enfoque presentado parte de escanear piezas en tres dimensiones. Con esa información se generan escenas digitales que representan diferentes combinaciones de producto sobre una banda. Como el sistema conoce la posición y las características de cada objeto generado, puede producir ejemplos de entrenamiento sin etiquetar manualmente cada imagen.

La charla ilustró el método con una biblioteca de piezas de pollo y variaciones de ubicación, iluminación y fondo. Este uso de datos sintéticos busca reducir el trabajo de preparación y facilitar cambios del modelo cuando se modifica una condición de la línea. Su ventaja debe comprobarse después con imágenes y producto reales, porque la escena simulada no recoge automáticamente toda la variabilidad de una planta.

La visión también permite distinguir regiones de una pieza, como áreas con grasa, y establecer prioridades de selección. El robot puede recibir instrucciones según el tamaño, la posición o el estado del producto. Además de separar piezas aceptables y no aceptables, esa información puede orientar la revisión de etapas anteriores cuando un defecto se repite.

La exposición destacó la captura de imágenes en el área de toma del robot. Cuando se retira una pieza de un conjunto, las demás pueden moverse. Una imagen tomada antes de ese cambio puede dejar de representar la posición actual del producto. Volver a observar la zona ayuda a actualizar las coordenadas para el siguiente movimiento.

El ejemplo avícola descrito combinó separación de pechugas a granel, identificación de la cara visible, orientación y colocación en bandejas. Se trata de una secuencia completa en la que visión, banda, herramienta y robot necesitan trabajar de forma coordinada.

Olivier Cremoux explicó una ruta de desarrollo que comienza con simulación tridimensional. Allí se revisan alcance, ubicación, posibles colisiones y secuencia de trabajo. El peso y las dimensiones de la herramienta de agarre también influyen en las trayectorias y el desempeño.

La siguiente etapa exige pruebas con producto real. La limpieza, la humedad, los químicos utilizados y los cambios de temperatura forman parte del entorno que debe soportar la instalación. Estas condiciones tienen que evaluarse junto con la capacidad de reconocer y manipular el alimento.

Para una planta colombiana, la prueba más informativa sería aquella que reproduzca sus piezas, velocidad de alimentación, bandas y procedimientos de limpieza. Conviene acordar cómo se medirán agarres fallidos, daños, cambios de formato y disponibilidad. La integración de IA y robótica ofrece una manera de tratar la variabilidad del producto, cuyo desempeño debe juzgarse en el proceso completo.

Analítica de datos, predicción y gestión inteligente

From Data to Decisions: Using Predictive Analytics to Strengthen Food Safety Interventions

De los datos a las decisiones: uso de analítica predictiva para fortalecer las intervenciones de inocuidad alimentaria

Jennifer Lott · SGS

La analítica predictiva busca identificar un deterioro del proceso antes de que aparezca como una desviación evidente. Jennifer Lott, de SGS, presentó este enfoque aplicado a intervenciones de inocuidad en operaciones avícolas y de alimentos listos para consumo. La propuesta consiste en relacionar los datos de operación para orientar una respuesta más temprana y específica.

Una planta puede registrar temperaturas, concentraciones y tiempos sin aprovechar sus cambios conjuntos. La exposición señaló que una variable, examinada de forma aislada, puede permanecer dentro de su rango mientras otras evolucionan en una dirección desfavorable. El modelo busca reconocer esas combinaciones y advertir al equipo responsable antes de que se deteriore el desempeño de la intervención.

La presentación destacó temperatura, concentración de sanitizante y tiempo de contacto. Su efecto depende de la intervención que se evalúa. Por ello, el análisis necesita registros comparables y conocimiento del proceso para distinguir un cambio relevante de una variación habitual.

Lott se refirió a datos anonimizados de varias instalaciones como base de trabajo. Explicó que los modelos estadísticos y de aprendizaje automático permiten examinar patrones históricos y seguir el comportamiento de las variables durante la producción.

El beneficio operativo propuesto es orientar la corrección hacia el parámetro que explica la desviación. Si la señal se relaciona con la dosificación, el equipo puede concentrar su revisión en ese sistema. La exposición contrastó esta respuesta dirigida con ajustes amplios que interrumpen varias partes de la operación sin haber identificado la causa.

Los tableros digitales permiten observar tendencias y comprobar si la acción tomada estabiliza el proceso. El historial también ayuda a reconstruir eventos, revisar decisiones y documentar la verificación. Para lograrlo, cada dato debe conservar su relación con el equipo, la línea y el momento en que se obtuvo.

La conferencista situó la calidad de la medición como condición del sistema. Señaló la calibración y el mantenimiento de sensores, la validación de la captura y la revisión de datos anómalos. Un modelo puede procesar grandes cantidades de información, pero sus resultados pierden utilidad si se mezclan mediciones incompatibles o se desconoce su origen.

La conexión de equipos introduce, además, necesidades de protección de la información. La charla mencionó accesos según responsabilidades, autenticación, cifrado y preparación ante incidentes. El propósito es preservar tanto los registros como la continuidad del proceso del que dependen.

Para el sector colombiano, una ruta de evaluación sería seleccionar una intervención bien caracterizada y revisar primero la información que ya se recoge. Un piloto acotado permitiría contrastar las alertas con el comportamiento real del proceso y con los resultados de verificación. Solo después de comprobar su desempeño tendría sentido extenderlo a otras líneas.

La exposición aporta un criterio práctico: la cantidad de datos resulta menos decisiva que la capacidad de utilizarlos para una respuesta oportuna.

Driving Efficiencies and Safety in Poultry Production Through Automation & Predictive Maintenance

Mejora de la eficiencia y la seguridad en la producción avícola mediante automatización y mantenimiento predictivo

Ruben Salinas · ABB

Ruben Salinas, de ABB, abordó la automatización desde los problemas de continuidad de las operaciones avícolas. Equipos envejecidos, tareas repetitivas, exigencias de limpieza y costos de energía conformaron el punto de partida de su presentación. El mantenimiento predictivo se planteó como una forma de observar el estado de los activos y organizar las intervenciones con más información.

La automatización puede sincronizar etapas del proceso y reducir variaciones de ejecución. Su utilidad depende de que los equipos funcionen de manera confiable. Una línea con mayor capacidad nominal puede seguir limitada por un componente que falla, por una parada recurrente o por una tarea que interrumpe el flujo. De allí la relación que estableció el expositor entre control de la operación y mantenimiento.

La presentación describió sensores de vibración y temperatura como fuentes para examinar la condición de motores y otros componentes. El historial ayuda a reconocer cambios y a decidir cuándo revisar una pieza. Este enfoque permite formular un programa de mantenimiento relacionado con el comportamiento del equipo, además de los intervalos previstos en su rutina.

El registro de condición también puede ser útil cuando una empresa incorpora una planta y no conoce con suficiente detalle el estado de sus activos. Salinas planteó que comenzar a medir durante la operación aporta información para priorizar reemplazos y programar recursos. La utilidad depende de contar con personas capaces de interpretar los datos y relacionarlos con la máquina.

Los variadores de frecuencia regulan la operación del motor y pueden integrarse con sensores y controladores de la línea. El expositor destacó funciones de aceleración y desaceleración, registro de eventos y comunicación de alarmas. La información puede consultarse en la interfaz del equipo o enviarse a otro sistema para su análisis.

Uno de los ejemplos fue un conjunto formado por variador, motor, reductor y bomba. Los sensores aportan señales de los componentes accionados, mientras el control reúne eventos de funcionamiento. El valor aparece cuando esos registros permiten reconocer una condición que exige inspección o explicar por qué se produjo una interrupción.

La presentación advirtió que los variadores no ofrecen las mismas funciones entre fabricantes. La compatibilidad de hardware, programas y comunicaciones debe revisarse para la aplicación prevista. En el ambiente de procesamiento, también importa que el equipo pueda soportar los procedimientos de lavado y mantenerse sin generar dificultades de higiene.

Una operación colombiana podría comenzar por identificar qué activos afectan más la continuidad productiva, el ambiente del galpón o la limpieza. Para cada uno conviene relacionar historial de fallas, tiempo de reparación, disponibilidad de repuestos y mediciones accesibles. Esto permite delimitar una prueba y valorar si la alerta llega con tiempo para actuar.

El resultado del piloto puede medirse mediante paradas evitadas o reducidas, intervención planificada y costos de mantenimiento, con una base comparable. La compra de sensores no resuelve por sí sola la gestión del activo. Se necesita una rutina que asigne responsables, verifique la anomalía y registre la acción realizada.

AI Is Key To Improving Feed Inventory Management And Profit Margins

La IA es clave para mejorar la gestión del inventario de alimento y los márgenes de rentabilidad

Ben Allen · BinSentry

Una fábrica de alimento puede planificar mejor si conoce cuánto producto permanece en los silos de las granjas y cómo está cambiando ese inventario. Ben Allen, de BinSentry, explicó esta aplicación de sensores y analítica como una alternativa al abastecimiento que depende de llamadas y estimaciones manuales. El foco de la charla fue la coordinación de la cadena de suministro.

En el esquema descrito, los dispositivos recogen información del silo y el sistema la convierte en datos utilizables para planificar. La exposición mencionó análisis de imágenes e IA tanto en el dispositivo como en herramientas posteriores. El objetivo es observar inventario y consumo para decidir cuándo fabricar, cargar y entregar alimento.

Allen comparó esta lógica con el inventario administrado por el proveedor. La fábrica recibe una señal de consumo y prepara la reposición sin esperar a que cada necesidad se convierta en un pedido urgente. El cambio requiere compartir información entre fábrica y granja, además de incorporar sensores.

El expositor reportó que la visibilidad de planificación podía pasar de unas 12 horas a cerca de 72 horas con los datos del sistema. También mencionó clientes que reorganizaron sus jornadas y redujeron trabajo de emergencia.

La propuesta incluye alertas cuando el comportamiento del inventario indica una situación que merece revisión. Allen utilizó el ejemplo de un silo cuyo contenido deja de cambiar. El sistema puede avisar a las personas asociadas a esa granja para que investiguen la causa.

La distinción es relevante: la alerta identifica una señal, pero no necesariamente explica por qué no se está suministrando alimento. Su valor depende de que llegue al responsable y este pueda revisar el equipo o la operación. Por eso el expositor insistió en que la tecnología debe ayudar a resolver el problema, además de hacerlo visible.

La medición remota también busca reducir la necesidad de subir a los silos para estimar su contenido. Esta ventaja operativa se relaciona con la confiabilidad del dispositivo y con la posibilidad de consultar el dato donde se toman las decisiones.

BinSentry describió un modelo comercial dirigido a fábricas de alimento e integradores que extienden el servicio a las granjas. En las preguntas del público se aclaró que el cambio de proveedor de alimento puede afectar la continuidad del servicio, dependiendo de si la nueva fábrica también participa. Además, la exposición destacó la durabilidad del equipo, la estabilidad del software y la conectividad. Mencionó LTE-M en su solución y la necesidad de evaluar el ancho de banda cuando se transmiten imágenes.

Para Colombia, la unidad de evaluación podría ser una fábrica con un grupo de granjas atendidas. El piloto permitiría observar pedidos urgentes, faltantes, devoluciones, utilización de vehículos y tiempo dedicado a estimar inventarios. Conviene definir también quién consulta las alertas y quién autoriza cambios de despacho.

La decisión no depende únicamente de medir con más frecuencia. El sistema debe transformar esa información en una programación que la fábrica y el transportador puedan ejecutar. Allí se encuentra la oportunidad económica descrita en la charla.

Unlocking Data Insights to Improve Outputs, Cycles, and Traceability

Aprovechar los datos para mejorar la producción, los ciclos y la trazabilidad

Jerad Ducklow · Parker Freeze Dry

La liofilización opera durante períodos prolongados dentro de una cámara que el operador no puede observar directamente. Jerad Ducklow, de Parker Freeze Dry, explicó cómo los registros de presión, temperatura y funcionamiento permiten seguir ese proceso, comparar lotes y conservar evidencia de lo ocurrido. La charla se centró en una aplicación específica de transformación de alimentos, con presencia en proteínas y productos para mascotas.

El proceso descrito comienza con producto congelado. Una vez cargada la cámara, se aplica vacío y se suministra calor de manera controlada para retirar agua mediante sublimación: el hielo pasa a vapor sin recorrer la fase líquida. Las condiciones del ciclo influyen en el resultado del producto y en el tiempo necesario para obtenerlo.

Ducklow señaló duraciones habituales de 20 a 24 horas en unidades grandes, aunque también mencionó variaciones según el producto y el equipo. Este tiempo hace valioso identificar un problema durante el ciclo, cuando aún puede evaluarse una corrección. La autonomía de la máquina no elimina la necesidad de seguir su comportamiento.

Los registros permiten revisar cómo evolucionaron el vacío, la temperatura y la refrigeración, así como las alarmas generadas. En una instalación con varias cámaras, un tablero reúne su estado y el avance de cada lote. El historial aporta una base para comparar un ciclo satisfactorio con otro que presentó desviaciones.

La exposición llamó la atención sobre la pérdida de masa asociada a retirar agua. Por ejemplo, ingresar 1.000 libras y obtener 200 con un rendimiento de 20% fue una ilustración de cálculo.

La repetibilidad busca obtener lotes con características consistentes. Para ello se necesita relacionar la receta del proceso con el resultado, en lugar de observar solamente cuándo terminó la máquina. El conferencista advirtió que aumentar el calor para acelerar el ciclo puede modificar el producto y producir resultados no deseados.

La IA apareció como una posibilidad de utilizar la retroalimentación de los ciclos para desarrollar perfiles de proceso. El material describe monitoreo y almacenamiento de datos disponibles, mientras presenta parte de la optimización mediante IA como una evolución. No permite afirmar que exista una mejora autónoma validada para cualquier producto.

Conservar los registros de cada lote facilita reconstruir el ciclo y responder a una revisión de calidad. La presentación destacó esta capacidad para empresas que todavía no disponen de un sistema general de información de planta. También planteó la posibilidad de exportar y analizar los datos cuando la operación crece.

Para una empresa colombiana, la relevancia de la liofilización dependería del producto que busca desarrollar y del mercado que puede atender. La presentación señaló aplicaciones en carne, aves y alimentos para mascotas. Evaluar una oportunidad local exige relacionar el valor del producto final con rendimiento, duración del ciclo, energía y requisitos de calidad.

El aprendizaje transferible es más amplio que la elección de un equipo: un proceso por lotes se puede gestionar mejor cuando cada resultado queda asociado a sus condiciones de fabricación. Esa trazabilidad permite investigar variaciones y construir una base para mejorar el proceso con evidencia propia.

Sostenibilidad, innovación y nuevas fronteras tecnológicas

Animal Agriculture Sustainability Summit

Cumbre sobre sostenibilidad de la producción animal

Intervención de Mark Pitman · Pitman Family Farms
27 de enero de 2026

Mark Pitman, responsable de sostenibilidad de Pitman Family Farms, presentó opciones para mejorar la gestión de energía y explorar el aprovechamiento de residuos avícolas. La intervención disponible combina experiencias de microrredes y recuperación de calor con tecnologías que todavía se evaluaban mediante pilotos. Su criterio de decisión fue reconocer las condiciones de la operación antes de comprometer una inversión de mayor escala.

La cogeneración combina producción de electricidad con aprovechamiento del calor. Pitman describió una instalación en la que parte de ese calor puede transferirse para generar vapor o agua caliente destinada a procesos como la limpieza. La conveniencia depende de que exista una demanda térmica compatible con la energía disponible.

La exposición destacó también la necesidad de manejar el calor cuando la planta no puede aprovecharlo. Omitir un sistema para disipar ese excedente puede crear problemas de operación. Este ejemplo muestra que el diseño debe contemplar tanto la condición habitual como los momentos en que cambian las cargas.

En las microrredes, Pitman señaló la diferencia entre trabajar conectado a la red y hacerlo de forma aislada. Arrancar cargas grandes, como compresores, exige evaluar la respuesta de la generación y los apoyos necesarios. La intervención mencionó almacenamiento y otras soluciones para atender esas condiciones, sin presentar una configuración única aplicable a todas las instalaciones.

Otra propuesta fue utilizar herramientas de IA para desarrollar visualizaciones de consumo energético. El ejemplo descrito organiza la demanda por hora y día, de manera que el usuario pueda observar cómo cambia la carga. Los datos pueden provenir de medidores propios o de registros suministrados por el prestador del servicio.

La contribución de la IA en este caso es facilitar la construcción de una herramienta de análisis. La interpretación sigue dependiendo de comprender qué procesos explican el consumo y si los registros son correctos. La charla plantea una vía accesible para empezar a examinar los datos de energía.

Pitman describió un piloto de digestión anaerobia con materiales procedentes del procesamiento avícola y efluente de un digestor lechero. La iniciativa buscaba explorar una alternativa de aprovechamiento en un contexto local con restricciones para otras salidas de residuos. El expositor fue explícito en que aún no se contaba con resultados finales.

También presentó una muestra de biochar, un material rico en carbono obtenido al calentar biomasa con poco oxígeno. Mencionó posibles aplicaciones como enmienda y en el manejo de camas.

El aprendizaje de esta intervención es comenzar por un problema medible y probar la solución a una escala manejable. En energía, esto significa conocer cuándo se consume y qué calor se puede aprovechar. En residuos, implica caracterizar el material y comprobar el proceso antes de dimensionar una planta. Los pilotos descritos deben conservar esa condición de prueba mientras no existan resultados suficientes para escalar.

Air quality benefits for production efficiency improvements

Cumbre sobre sostenibilidad de la producción animal

Intervención de Hongwei Xin · University of Tennessee

Hongwei Xin, de la University of Tennessee, explicó la relación entre calidad del aire y eficiencia productiva. Su intervención en la cumbre de sostenibilidad abordó el ambiente térmico, los gases y las partículas como componentes que deben observarse en conjunto. La genética y la nutrición pueden encontrar límites cuando las condiciones del alojamiento dificultan el desempeño de las aves.

El conferencista relacionó el ambiente con crecimiento, utilización del alimento, mortalidad y bienestar. También señaló efectos sobre trabajadores, equipos y comunidades cercanas. Esta amplitud permite entender por qué la gestión del aire requiere observar tanto lo que ocurre dentro del galpón como las consecuencias de sus emisiones.

La exposición destacó que humedad y velocidad del aire modifican la condición térmica que experimenta el ave. Xin presentó índices que combinan estas variables y subrayó la importancia de considerar el tiempo de exposición. Un valor medido en un instante no resume el efecto de permanecer durante horas bajo una condición adversa.

La ventilación, el enfriamiento y el manejo del agua deben revisarse como partes del mismo sistema. El conferencista comparó el enfriamiento del aire con métodos de humectación directa y señaló la necesidad de evitar exceso de humedad en la cama. El material aporta criterios para analizar el manejo, pero no un protocolo completo que pueda trasladarse sin ajustes a edades, alojamientos y climas distintos.

Xin examinó el amoníaco, el monóxido de carbono y el material particulado. Vinculó el manejo de la gallinaza y la cama con la calidad del aire, y describió el retiro frecuente mediante bandas como una opción en sistemas de postura. También presentó secado y tratamientos de cama dentro de las prácticas utilizadas para controlar emisiones.

En la discusión sobre polvo aparecieron tecnologías de precipitación electrostática, filtración y tratamiento del aire de salida. El expositor insistió en distinguir viabilidad técnica de conveniencia económica. Una solución puede funcionar en una prueba y requerir todavía una evaluación de mantenimiento, costo y adaptación para una granja comercial.

La charla hizo una precisión relevante sobre las referencias de exposición: los límites orientados a jornadas de trabajo humanas no equivalen automáticamente a condiciones adecuadas para aves expuestas de forma continua. La definición de criterios de manejo requiere atender la especie, la edad y el sistema productivo, además de la duración de la exposición.

El conferencista describió trabajos sobre la posible relación entre partículas y transporte aéreo de agentes, así como pruebas de filtración en entradas de aire. Indicó que algunas hipótesis y modelos requerían validación adicional. Esta distinción evita presentar la reducción de polvo como evidencia suficiente de prevención de influenza aviar.

El interés de la investigación está en estudiar una vía de exposición y comprobar posibles medidas de control. El registro no permite atribuir a una tecnología de filtración una eficacia sanitaria general ni reemplazar con ella las medidas de bioseguridad de una operación.

AI-Driven Enzyme Innovation for Poultry Gut Health and Mycotoxin Mitigation

Innovación enzimática impulsada por IA para la salud intestinal avícola y la mitigación de micotoxinas

Xinhong Zhao · Beijing Challenge Group

La inteligencia artificial puede intervenir antes de que una enzima llegue al alimento. Xinhong Zhao, de Beijing Challenge Group, describió su uso en investigación, evaluación y producción de enzimas. La exposición conectó ese trabajo con un caso de glucosa oxidasa, conocida como GOX, y con su estudio en salud intestinal y respuesta frente a micotoxinas.

La primera distinción fue entre actividad enzimática y eficacia en condiciones de digestión. Un valor alto de actividad no describe por sí solo lo que ocurrirá durante la aplicación. El conferencista propuso evaluar la capacidad de hidrólisis y las propiedades de la enzima con métodos que representen mejor el entorno en el que debe actuar.

La IA se presentó como herramienta para analizar grandes conjuntos de datos biológicos, explorar variantes y orientar cambios de secuencia. Zhao señaló que este apoyo puede acortar las iteraciones de investigación. No obstante, la selección de un candidato requiere comprobar sus propiedades mediante ensayos.

La exposición describió un sistema automatizado de digestión in vitro que simula condiciones como pH y presencia de enzimas. Su finalidad es comparar el desempeño de las alternativas bajo un ambiente controlado y estudiar su relación con resultados en animales. El registro no incluye los datos necesarios para verificar la correlación mencionada ni para sustituir una evaluación en la especie de interés.

Otro uso de IA consiste en analizar mediciones continuas de temperatura, pH, oxígeno disuelto y condiciones del cultivo durante la fermentación. El modelo puede orientar ajustes de agitación y alimentación de nutrientes para manejar restricciones del proceso.

Zhao aclaró que el trabajo descrito se encontraba en pruebas a pequeña escala. Las cifras de mejora de rendimiento y reducción de costos aparecieron como expectativas, sin una demostración industrial adjunta. La distinción es esencial: diseñar una estrategia de control y comprobarla en un piloto son pasos previos a establecer su beneficio en producción comercial.

La explicación de GOX se apoyó en su utilización de glucosa y oxígeno, con formación de ácido glucónico y peróxido de hidrógeno. El expositor relacionó estos procesos con cambios en el ambiente intestinal y con posibles efectos sobre la microbiota. Estas relaciones fueron el fundamento propuesto para estudiar su aplicación.

La charla mencionó pruebas en distintas especies. Parte de los ejemplos de crecimiento y diarrea correspondía a animales en fase de recría porcina; después se describieron observaciones en pollos y patos expuestos a alimento contaminado con micotoxinas.

El interés para Colombia está en seguir cómo se diseñan y evalúan nuevas herramientas nutricionales. Antes de considerar una aplicación, el equipo técnico necesitaría revisar ensayos en aves, composición de las dietas, condiciones de exposición y resultados comparables. También tendría que conocer la estabilidad y la actividad del producto en las condiciones de fabricación y uso previstas.

Esta conferencia muestra una conexión entre análisis computacional y experimentación. La IA ayuda a elegir y producir candidatos; el desempeño en el alimento y en el animal requiere evidencia específica.

Sustainable Farming through IoT and Connectivity

Producción agropecuaria sostenible mediante IoT y conectividad

Padmini Persaud · MTech Systems USA

Padmini Persaud, de MTech Systems USA, presentó un caso en el que la conexión de sensores de silo con la programación de entregas se relacionó con menos devoluciones de alimento y menores emisiones estimadas. La propuesta une una decisión operativa —cuánto enviar a cada granja— con el uso de recursos y el seguimiento ambiental.

La plataforma Sonar fue descrita como un sistema que conecta información de sensores y controladores con alertas y herramientas de gestión. Entre sus aplicaciones se mencionaron inventarios de alimento, consumo de agua y seguimiento de condiciones del galpón. El caso desarrollado en la charla se concentró en la logística del alimento.

La experiencia presentada abarcó alrededor de 300 granjas atendidas por una fábrica e incluyó una comparación de diez meses anteriores y diez posteriores a la instalación. Los datos de básculas de silo permitían estimar con mayor precisión cuánto alimento debía entregarse y reducir excedentes que regresaban a la planta.

Persaud reportó una reducción de 28% en el número de cargas dentro del análisis de retornos y reproceso. También presentó reducciones estimadas de 42% en las emisiones asociadas al alimento y de 20% en las de transporte, con una disminución agregada cercana a 42% para el ámbito estudiado.

La conferencista explicó que una red de sensores depende de electricidad, comunicación y mantenimiento. Mencionó las dificultades de acceso en zonas rurales, la necesidad de calibración y el riesgo de que las mediciones se desvíen con el tiempo. También destacó la formación del personal para reconocer y atender esas condiciones.

Estas restricciones afectan la calidad de la decisión. Un inventario que deja de actualizarse o una báscula fuera de calibración pueden alterar la programación de entregas. La tecnología necesita, por tanto, rutinas de revisión y una forma de operar cuando la información no está disponible.

Para Colombia, una evaluación inicial podría concentrarse en devoluciones de alimento y viajes asociados. Registrar cantidades, distancias y motivos del retorno permitiría construir una base de comparación. Después de incorporar medición e integración, sería posible examinar qué cambió y calcular sus implicaciones con factores adecuados al contexto.

El caso aporta una forma concreta de vincular eficiencia y sostenibilidad. Si disminuye el trabajo necesario para corregir entregas excesivas, el cambio puede valorarse en recursos, costos y emisiones estimadas. La fortaleza del resultado depende de mantener claro qué actividad se midió, cómo se comparó y qué parte de la operación representa.

Cierre

Las conferencias revisadas sitúan la información dentro de la operación avícola. Una imagen puede ayudar a clasificar un pollito, una señal de temperatura puede motivar la inspección de un motor y la lectura de un silo puede modificar un despacho. La tecnología adquiere valor cuando el dato conduce a una decisión que puede ejecutarse y evaluarse.

Adoptar con un objetivo definido

Sexar, reconocer la orientación de una pieza, anticipar una falla y comparar lotes son tareas diferentes. Cada una requiere datos, validación y responsables propios. Para el sector colombiano, la evaluación puede comenzar con una pérdida o dificultad visible en los registros de la empresa. Definir qué se busca mejorar permite elegir la prueba y establecer una base de comparación.

Los ejemplos de incubación y robótica muestran que un modelo de IA forma parte de un sistema físico. El transporte, los actuadores, el agarre y la limpieza condicionan el resultado. En mantenimiento, la alerta necesita una inspección y una intervención oportuna. La disponibilidad de repuestos y la preparación de las personas son elementos de la adopción tecnológica.

Conservar información que permita actuar

Los registros necesitan mantener la identidad del lote o del equipo y su relación con lo ocurrido antes y después. La consistencia de unidades, fechas y métodos de captura permite comparar resultados. La supervisión técnica ayuda a cuestionar una salida del modelo y contrastarla con la realidad de la operación.

Las charlas sobre granjas e inventarios destacaron la necesidad de mantener sensores, comunicación y acceso a la información. La infraestructura debe responder al tipo de dato y a las condiciones del lugar. También se necesita prever cómo continuará la operación cuando falle una medición o se interrumpa la conexión.

Evaluar la sostenibilidad en su contexto

Recuperar calor exige una demanda útil. Aprovechar residuos requiere caracterizar el material y validar el proceso. Cambiar un empaque exige comprobar su funcionamiento. Reducir devoluciones de alimento necesita una programación que la cadena pueda cumplir. Estas aplicaciones relacionan recursos y productividad mediante decisiones específicas.

Los resultados ambientales deben conservar el alcance de la medición. Una reducción de emisiones estimadas en transporte o reproceso no describe toda la huella de una empresa. Un piloto prometedor requiere evidencia adicional antes de escalar. Mantener estas diferencias permite valorar las oportunidades con mayor precisión.

El aporte para la avicultura colombiana consiste en convertir lo conocido en IPPE en evaluaciones propias. FENAVI - FONAVI puede contribuir mediante la divulgación de experiencias y de las preguntas técnicas que dejan abiertas. Para las empresas, el siguiente paso es elegir problemas concretos, reunir evidencia y comprobar soluciones en sus condiciones de producción. Así, la adopción puede apoyarse en resultados observables y en capacidades que la operación sea capaz de mantener.