

Sistema de análisis para el incremento de la producción de granjas avícolas en Colombia. Caso de estudio: proyecto proavícola.

Analysis System for Increasing the Production of Poultry Farms in Colombia. Case study: Proavícola Project

Mateo Valderrama Mendoza¹, Leonardo Rodríguez Urrego², Luis Cobo³, Gloria María Martínez⁴

¹ORCID 0000-0001-5615-4808, Universidad EAN, Bogotá, Colombia, mvalderr6602@universidadean.edu.co

²ORCID 0000-0001-6973-1280, Universidad EAN, Bogotá, Colombia, lrodriguez@universidadean.edu.co

³ORCID 0000-0003-3034-101X, Universidad EAN, Bogotá, Colombia, lacobo@universidadean.edu.co

⁴ORCID 0000-0003-1766-4324, Grupo Linkpoint, Bogotá, Colombia, gloria.martinez@grupolinkpoint.com

Fecha de recepción: 03/10/2018 Fecha de aceptación del artículo: 01/03/2019



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5254>

Como citar: Valderrama Mendoza, M., Rodríguez Urrego, L., Cobo, L., & Martínez, G. M. (2019). Sistema de análisis para el incremento de la producción de granjas avícolas en Colombia. Caso de estudio: proyecto proavícola. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 16(1), 1-16. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.5254>

Resumen

En este artículo se presenta el diseño del software SCADA que permite medir, registrar y controlar variables relevantes para el incremento de la productividad en granjas avícolas en Colombia, utilizando algunos algoritmos inteligentes y grandes datos. Asimismo, se muestra una breve descripción del progreso tecnológico del sector avícola colombiano y la importancia de las variables implementadas en el software SCADA, desarrollado para el proyecto Proavícola. Por otro lado, este trabajo incluye una descripción gráfica que representa el código generado en el programa LabVIEW, de algunos algoritmos que permiten la gestión de los datos adquiridos en el software SCADA. De esta manera, se explica el desarrollo del proyecto, los dispositivos y subsistemas que componen el software/hardware y la metodología utilizada para su diseño e interacción entre ellos. Entre las funcionalidades principales del software se describe cómo invocar subprogramas en pantallas específicas, generar alarmas, escribir datos en almacenamiento local y enviar lecturas a un servidor en la nube para un procesamiento de datos grande. Finalmente, se concluye la relevancia del desarrollo del proyecto y su impacto en el análisis, parametrización y control del incremento de la productividad en las granjas avícolas colombianas.

Palabras claves: producción avícola, algoritmos inteligentes, programación en LabView, big data, Colombia.

Abstract

This paper provides the insights of the SCADA software which allows measuring, registering and controlling variables relevant for the increase of the productivity in Poultry farms in Colombia by using some intelligent algorithms and BIG DATA. Therefore, this paper shows a brief description of the technological progress of the Colombian Poultry sector and the importance of the variables implemented on the SCADA software for the Poultry FarmsProject. Likewise, this article includes a graphic description that represents the code which was generated in the LabVIEW program, regarding some algorithms that allow the management of the data acquired from the SCADA software. Also, the development of the project is deeply explained, besides devices, and subsystems that make up the software/hardware and the methodology used for their design and

interaction. The main functionalities of the software are described as invoking subprograms on specific screens, generate alarms, write data in local storage and send readings to a server in the cloud for BIG DATA processing. Finally, the relevance of project development and its impact on the analysis, parameterization, and control of the increase of productivity in Colombian Poultry farms is concluded.

Keywords: Poultry Production, Intelligent Algorithms, LabVIEW Programming, Big Data, Colombia.

1. Introducción

En Colombia existe una indagación incesante que pretende hallar nuevas técnicas que incrementen la producción avícola y mejoren su eficiencia para el desarrollo de la economía del país [1]. Tecnologías de automatización, e implementación de sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) ya desarrolladas a nivel global, han tomado un protagonismo relevante, con lo cual se ha logrado dar avance a la industria colombiana en distintos ámbitos de esta [2].

Algunas intervenciones para la optimización de los procesos de producción avícola se han visto evidenciadas en modelamientos de ambientes térmicos para galpones con mejoramientos en su eficiencia energética [3]. Es claro que el sector productivo avícola del país busca con estas adaptaciones, generar un modelo propio que se ajuste a las diversas condiciones climatológicas y geográficas en las que se desarrolla la crianza de las aves. Para crear estándares que logren el incremento de la producción, es necesario valorar las condiciones y técnicas estandarizadas globalmente para la producción avícola y, contrastarla con las condiciones y técnicas aplicadas en el ambiente rural colombiano. Este contraste se puede efectuar gracias a los sistemas SCADA que permiten medir, registrar y controlar variables pertinentes para la producción avícola, entre ellas la temperatura y humedad del ambiente de las granjas, como también variables correspondientes a la calidad del agua (cloro, pH, flujo) que consume la parvada. Aquí un ejemplo de cómo influyen las variaciones de pH en la calidad de la carne después del sacrificio [4].

Con la ayuda del programa LabVIEW es posible crear un software basado en sistemas SCADA, que permita aprovechar las virtudes de la adquisición de datos [5] para el análisis y control del incremento de la producción avícola con la ventaja de poder expandirse a medida que nuevas variables entren en juego, y así ajustarse a las distintas condiciones de producción del país. Sin lugar a duda, a su vez estos sistemas permiten realizar tareas de seguimiento del estado que permiten un mantenimiento predictivo y proactivo de la producción.

En la actualidad, la Universidad Nacional de Colombia en Manizales y la Universidad de Caldas han desarrollado investigaciones acerca de una herramienta que permite simular y controlar las variables mencionadas anteriormente, con el propósito de disponer de un sistema de monitoreo confiable [6]. No obstante, la empresa LinkPoint, de la mano de la Universidad EAN, la empresa Pollo Andino y la entidad gubernamental que financia la Ciencia y la tecnología en Colombia (Colciencias), realizaron el proyecto PROAVÍCOLA para alcanzar el objetivo de encontrar unos parámetros ajustables que incrementen la producción avícola en el país.

Según lo anteriormente descrito, este artículo pretende mostrar la gestión y evolución del proyecto hasta junio de 2018, momento en el cual se instala completamente. De manera que se muestra en primera instancia, una breve descripción del progreso tecnológico del sector avícola colombiano y la importancia de las variables más importantes por el tipo de geografía y el tipo de granjas. También se presenta el desarrollo del proyecto, en el cual se definen los dispositivos y subsistemas que componen el software y la metodología utilizada para el diseño e interacción entre ellos. Posteriormente, se expondrá el código generado de algunos procesos y algoritmos basados en Redes de Petri (RdP) o Inteligencia Artificial, los cuales permiten la gestión de los datos adquiridos con el software [7]. A partir de los principales procesos, se mostrará cómo el software puede implementar algoritmos, generar alarmas, escribir datos en el almacenamiento local y enviar lecturas a un servidor en la nube para el procesamiento de grandes datos o Big Data. Por último, se concluye la pertinencia del desarrollo del proyecto y su impacto para el análisis, parametrización y control del incremento de la productividad en las granjas avícolas colombianas.

2. La producción avícola en Colombia

En Colombia, la avicultura de levante o engorde es una actividad que se ha impulsado desde la década de los 50. En sus inicios se apoyó la construcción de galpones para agrupar aves en un espacio confortable, así como también el suministro de alimentos especializados para un buen crecimiento, y la vacunación para la prevención de enfermedades. En la década siguiente se conformaron algunas productoras industriales con más de cien mil

aves, y tomando como ejemplo instalaciones en Estados Unidos, los galpones se acondicionaron con bebederos y comederos controlados y un sistema eléctrico para aire acondicionado e iluminación. Estos nuevos sistemas no se limitaron a la producción de carne y huevo, sino que también se comenzó a generar un subproducto que es la “gallinaza” (un fertilizante de calidad). [9].

El sector colombiano ha logrado producir el último año (2017) 1,563,569 toneladas de carne, con aves criadas entre 42 y 50 días de edad [10]. Aun así, existen varios retos por afrontar, como lo es la optimización de los procesos productivos que requieren atención en el funcionamiento de los galpones y personal calificado para el monitoreo y control de condiciones propicias para el bienestar de los animales. Los pollos, aun siendo animales domésticos, necesitan atención especial, por lo tanto, la variación adecuada de luz solar y artificial, temperatura, ventilación y humedad garantizan una vida sana y confortable del animal y, por consiguiente, una buena producción. Por ejemplo, en [11] se especifica la importancia de la ventilación para el mejoramiento de la producción de huevos en ambientes de alta temperatura.

3. El agua como recurso para la producción avícola y consideraciones

Uno de los factores importantes para la optimización de la producción de aves, es el conocimiento de las condiciones del consumo de agua. El consumo de las aves es de aproximadamente 1.6 a 2.0 veces más agua que alimento y este se incrementa constantemente, así como envejece la parvada. La medición del consumo y el análisis de la potabilidad del agua permiten al productor monitorear y tomar decisiones para un adecuado control del progreso de la parvada [12]. Los productores se preguntan frecuentemente: ¿cuánto deben beber las aves cada día?, ¿es preocupante si el consumo de agua no incrementa cada día?, ¿qué condiciones son las favorables para garantizar el consumo?, ¿el agua es adecuada para el consumo? [13].

El Equipo del proyecto PROAVÍCOLA desarrolló de manera preliminar, un modelo que permite adquirir los datos necesarios para dar respuesta a todas estas preguntas. Para el proyecto se seleccionaron los componentes idóneos, con el fin de diseñar un sistema de adquisición de datos que permitiese gestionar las lecturas de todas las variables pertinentes. Entre los componentes del sistema se seleccionaron dispositivos de adquisición de datos, sensores y accesorios necesarios para realizar las pruebas de laboratorio y la instalación.

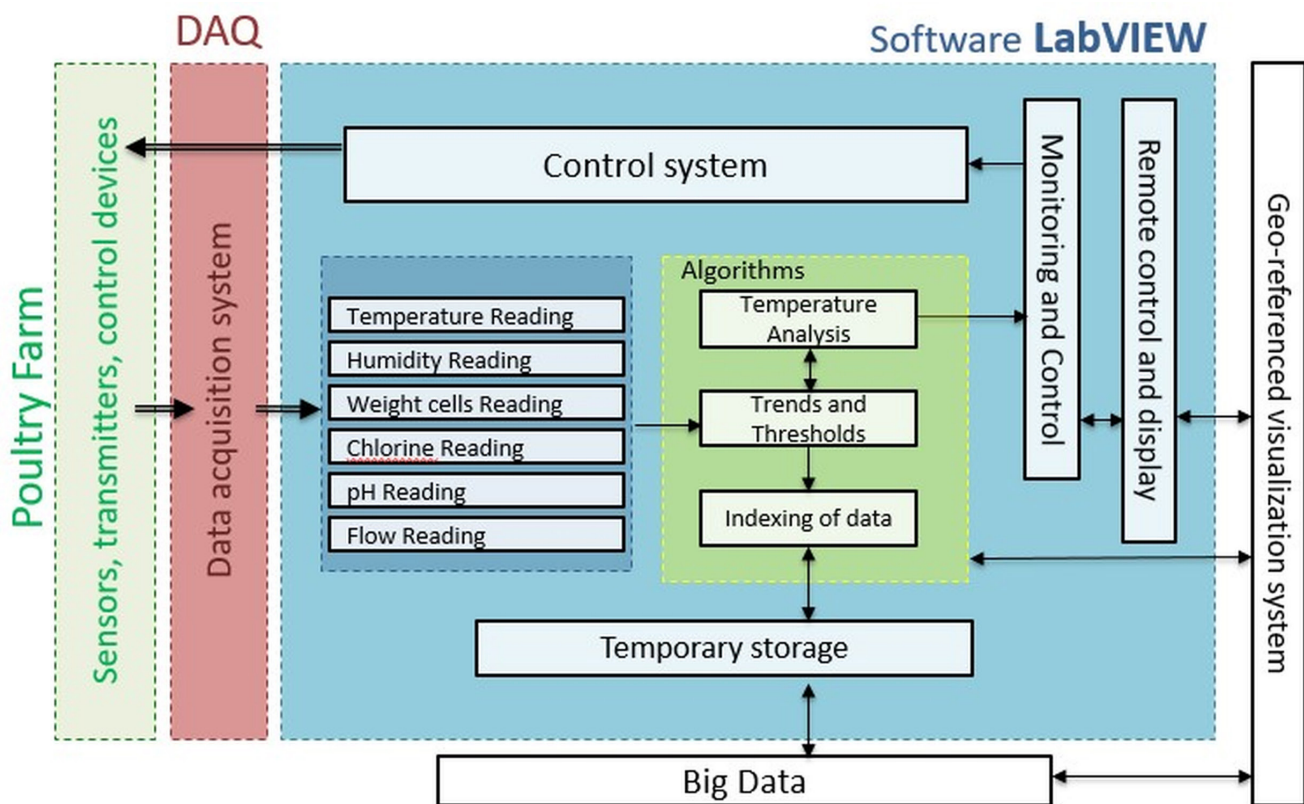


Figura 1. Sistema de adquisición de datos para granjas avícolas. Fuente: Elaboración propia.

Cualquier reducción o aumento del consumo de agua, puede tener un efecto importante sobre el desempeño de la parvada. El agua que se suministre a las aves no debe estar contaminada con bacterias. Aun cuando el agua para el consumo humano también es adecuada para las aves, aquella procedente de pozos profundos, reservas abiertas o suministros públicos de baja calidad, puede causar problemas. Luego de limpiar la nave y antes de recibir el alimento, se debe obtener muestras de agua para analizar la contaminación bacteriana en la fuente de origen, el tanque de almacenamiento y los bebederos [14].

Tabla 1. Componentes principales del sistema de adquisición de datos.

Dispositivo	Descripción
Temperatura & Humedad	Resolución de salida: 0.022 mA (4-20 mA) o 0.015V (0-10 V)
Celda de peso & Transmisor	SPW6 0.0 – 3.0 kg TxBlock-USB 4-20 mA
Sensor pH & Transmisor	PPH 3630 0.00/14.00 pH
Sensor de Cloro	CL 3630 0/1.999 – 0/19.99 – 0/1999 seleccionable
Sensor de Flujo	Sello 2536 Rotor-X – tasa de flujo en el rango 0.1 a 6 m/s (0.3 a 20 ft/s)
NI cDAQ 9184	Chasis Con 4 ranuras, y Puerto Ethernet CompactDAQ
NI 9208	Módulo de Entrada de Corriente de la Serie C, 500 S/s, ±20 mA, 16 Canales
NI 9923	Bloque de Terminal de Tornillo de Montaje Frontal para Módulos D-SUB de 37 Pines

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2. Impacto del pH en el HOCl y OCl.

pH	% Ácido Hipocloroso - HClO	% Ion Hipoclorito
8.5	10	90
8.0	21	79
7.5	48	52
7.0	72	28
6.5	90	10
6.0	96	4
5.0	100	0

Fuente: Elaboración Propia.

4. Diseño del sistema de adquisición de datos

4.1. Especificaciones del sistema

El sistema de medición de variables que permite la recolección, procesamiento y visualización de los datos requeridos para el proyecto PROAVÍCOLA, se compone de varios dispositivos y subsistemas que en conjunto funcionan de forma sinérgica. Cada uno de los subsistemas tiene características comunes y particulares, y se clasifican de acuerdo con la variable que se va a medir. El proyecto está conformado por la medición de seis variables, algunas son redundantes por temas de seguridad. Estas variables fueron definidas en relación con su importancia en el proceso de producción avícola en Colombia. El sistema del proyecto PROAVÍCOLA, está dividido en varios subsistemas tipo hardware/software, que están estructurados como lo muestra la Figura 1.

Sensores, transmisores y control de dispositivos. En este subsistema la medición de las variables se realiza por medio de sensores que captan los datos de las condiciones del entorno. Asimismo, los transmisores traducen las señales de cada sensor y envían una señal analógica estándar denominada: “Bucle de corriente de 4-20mA” [15] [16]. Para el caso del sensor de flujo, su señal es digital y su funcionamiento se da por conteo de pulsos.

Sistema de adquisición de datos. Todas las variables y las señales generadas para su medición son procesadas y reguladas para su lectura por un Dispositivo de Adquisición de Datos (DAQ), que permite hacer el puente entre el computador industrial y los sensores, es el elemento común que conecta los subsistemas y permite el flujo de información [17]. El DAQ tiene dos partes: el chasis que se conecta al enrutador local, de igual forma que el PC; y las tarjetas que se insertan en el chasis. Las tarjetas se conectan directamente con los transmisores y permiten recibir la información dependiendo de la señal, sea analógica o digital. El chasis recibe la información de las tarjetas y la entrega al software desarrollado en LabVIEW para su lectura. En la Figura 2 se puede visualizar la conexión eléctrica del sistema.

Software de desarrollo en LabView. Posterior a la gestión de datos ejecutada por el DAQ, se leen las señales en el software desarrollado en el programa LabVIEW. El software se compone de un entorno que permite visualizar los datos de medición obtenidos y así mismo, controlar distintos tipos de condiciones. De igual manera, el programa LabVIEW permite desarrollar en el software ventajas y facilidades para la visualización de indicadores

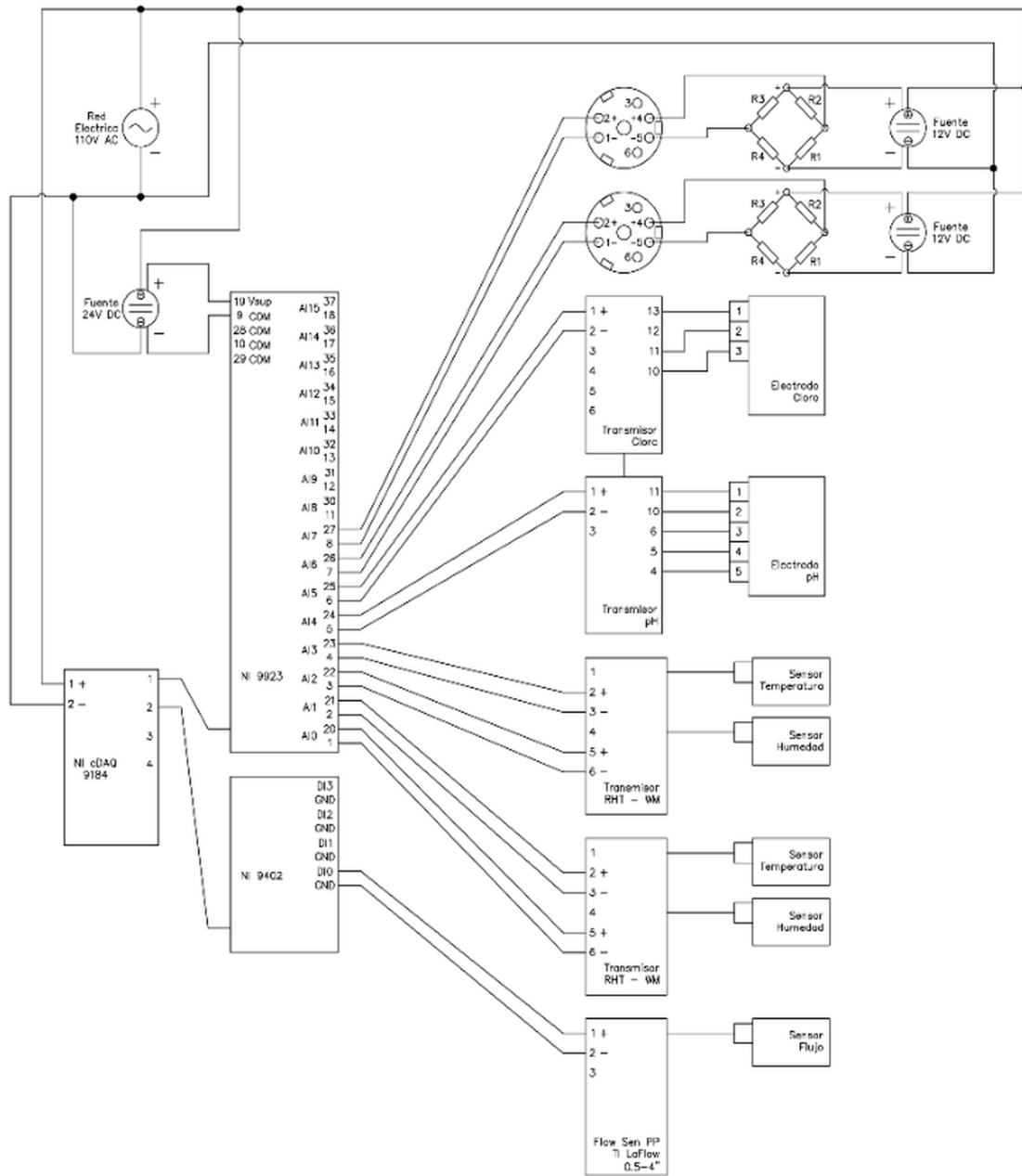


Figura 2. Circuito general de conexión del sistema de adquisición de datos. Fuente: Elaboración propia.

numéricos, gráficas y tablas, medidores, alarmas, así como también almacenamiento e indexación de datos y envió de los mismos a la nube, después de procesarlos o aplicar los algoritmos correspondientes. A continuación, se describirá el esquema desarrollado para el software:

Lectura de datos. En este segmento yace la programación concerniente a la lectura de todas las señales emitidas desde el DAQ. Indicadores y gráficos se visualizarán a partir de la implementación de algoritmos, calibración y ajuste de los datos obtenidos [18].

Algoritmos. Alarmas, rangos, tendencias, restricciones e indexación de datos son programados en este segmento para visualización, control y distribución dentro del mismo software. Se utilizaron técnicas clásicas estadísticas como: medias y medianas, aplicación de filtros, redes de Petri para sobrepasos y alarmas e inteligencia artificial, en especial fuzzy logic y neural networks para tratamientos cuantitativos basados en reglas y el uso entre variables para almacenamiento en Big Data.

Almacenamiento temporal. Los datos se guardan temporalmente para alimentar el sistema externo “Big Data”, desarrollado para el análisis de parámetros del proyecto PROAVÍCOLA.

Monitoreo y control. En este segmento se encuentra el entorno gráfico que permite visualizar y controlar, en tiempo real, toda la información procesada dentro del software. Permite revisar históricos y filtrar alertas.

Pantalla y control remoto. Desde este segmento es posible enlazar la monitorización y control local con el sistema externo: “sistema de visualización georreferenciado”, desarrollado para el análisis de parámetros del proyecto PROAVÍCOLA. Este sistema georreferenciado permite ver cuál granja de Colombia está siendo analizada, presenta alguna alarma importante o tiene algún inconveniente.

Sistema de control. Con este segmento es posible conectar con los dispositivos de control para la variación de condiciones relevantes para el mejoramiento de la producción avícola. Algunos sistemas de control en lazo cerrado como calentadores, ventiladores e iluminación son los principales.

Georreferencia y análisis de datos (Big Data). El software proveerá la información necesaria a estos dos sistemas externos, para el análisis de parámetros del proyecto PROAVÍCOLA. El segmento “Big Data” lo hará para el análisis de la producción avícola y el segmento “Sistema de visualización georreferenciada”, para monitorear y controlar en tiempo real desde cualquier lugar las condiciones actuales de todas las granjas.

4.2. Diseño del sistema de interfaz de pantallas

El diseño de interfaz de visualización desarrollado en el programa LabVIEW, ha seguido una estructura prediseñada para la interacción del usuario con la plataforma de adquisición de datos [19]. El diseño tendrá una interfaz básica de usuario para los técnicos de la granja donde aparecerán alarmas, tendencias y reportes. Así mismo, tendrá una interfaz para los gerentes de planta donde aparecerán todos los datos de producción e históricos.

La estructura se definió así:

Pantalla de inicio. Pantalla de presentación que permite la introducción y carga del software, tal como se observa en la Figura 3.

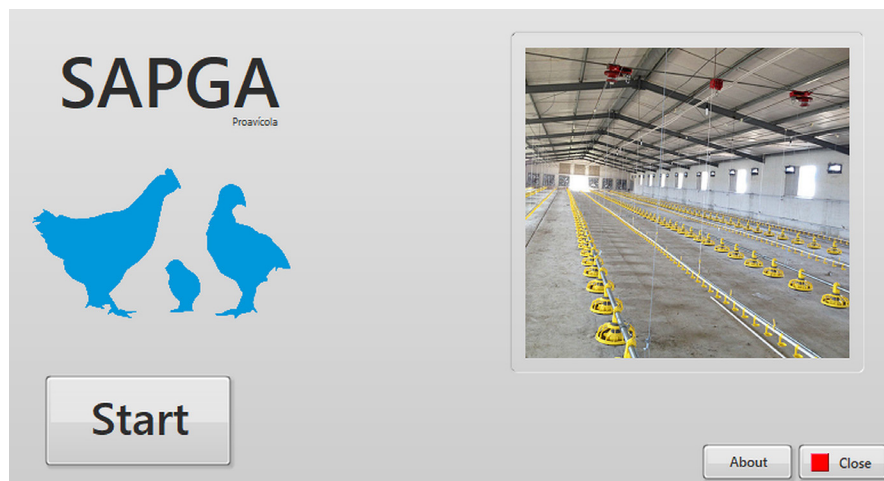


Figura 3. Pantalla de inicio del aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

Panel maestro. Pantalla que permite al usuario acceder al monitor, control y configuración del sistema, y en la cual también se puede visualizar el galpón en tiempo real, por medio de una cámara (tal como se observa en la Figura 4). Esta cámara registrará el estado de las aves. En una etapa siguiente a este trabajo se implementarán algoritmos de clustering para identificar el comportamiento de las aves, asociado a cambios de variables y correlación con el estado del galpón.

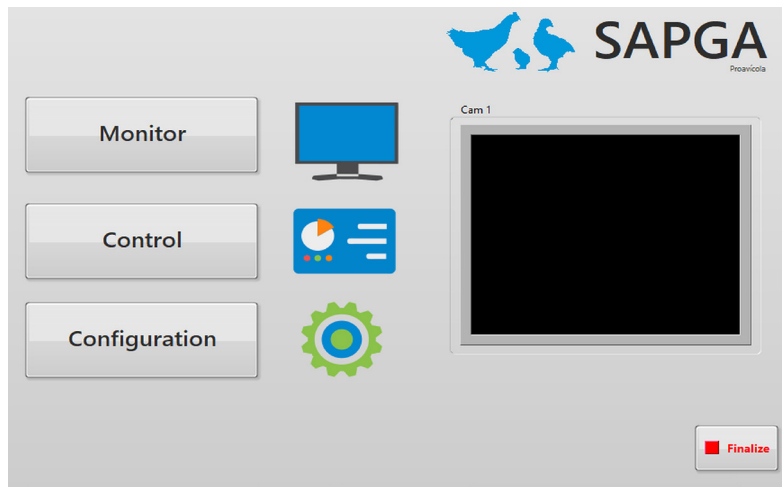


Figura 4. Pantalla de panel maestro VI. Fuente: Elaboración propia.

Pantalla monitor. Panel de visualización general donde se invocará cada uno de los VI's vinculados a las variables, donde se ajustan los rangos de alarma pertinentes para los ciclos de producción de la granja avícola (Figura 5). Los algoritmos implementados para las alarmas detectan el estado de los sensores: en algunos casos, correlacionan a manera de votación la redundancia de estos, la tendencia, y grafican un resultado, usando como herramienta de modelado las redes de Petri.

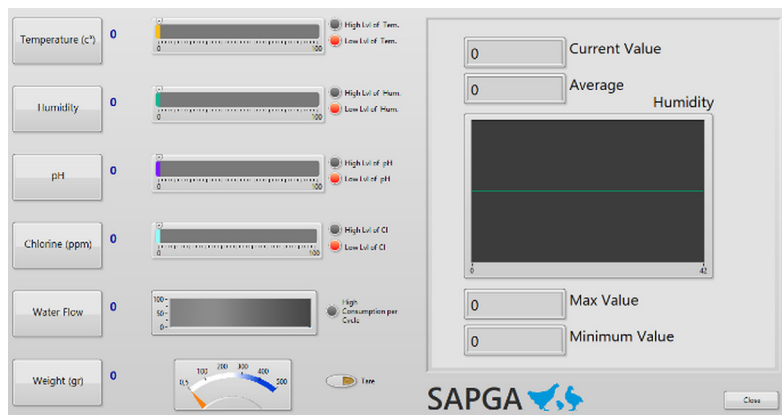


Figura 5. Pantalla monitor VI. Fuente: Elaboración propia.

En las Figuras 6 y 7 se visualiza la estructura de bloques que permite la invocación de cada uno de los subprocesos. Este diagrama se construyó a partir de la combinación de diferentes tipos de Structures del programa LabVIEW. También se usaron comandos propios de los diferentes estados como lo son “ejecutar” “abrir” “mostrar” y “esconder” para crear la interacción con la plataforma de adquisición de datos [20].

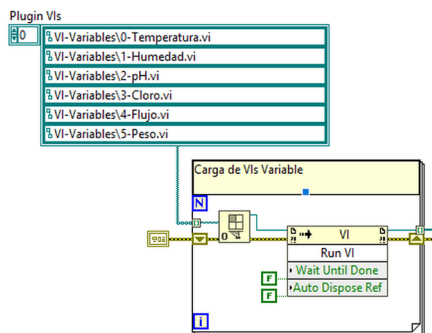


Figura 6. Sección 1 del diagrama de bloques de la pantalla de monitor VI. Fuente: Elaboración propia.

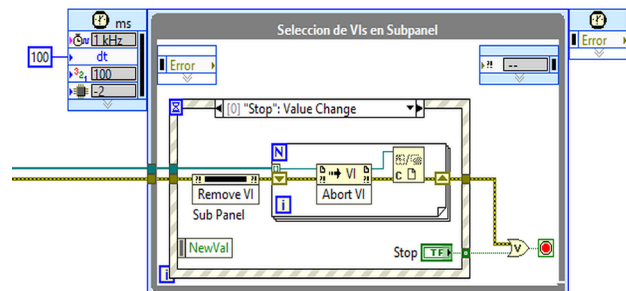


Figura 7. Sección 2 del diagrama de bloques de la pantalla de monitor VI. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 se muestra la RdP Híbrida que permite la activación y desactivación de los indicadores de valores que generen alarma y tendencia, cada uno de ellos diferente, pero en conjunto cumplen la misma función [21].

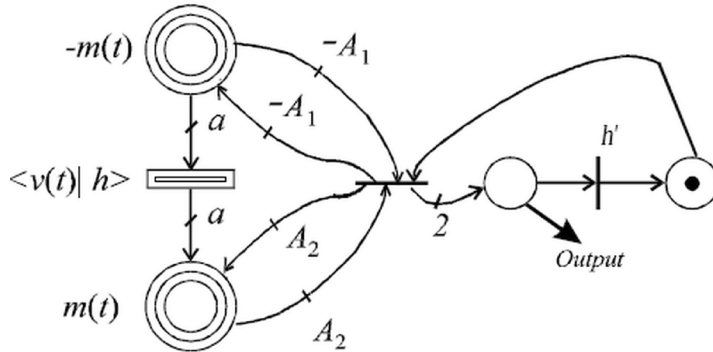


Figura 8. Modelo híbrido de redes de Petri. Fuente: Elaboración propia.

Los algoritmos para la creación de las alarmas mencionadas fueron basados en modelos comúnmente usados para el desarrollo de sistemas de variación [22]. Los lugares demarcados en doble círculo muestran la evolución de la variable continua y evalúan su tendencia evaluada como “a” en el arco de la RdP. Los lugares de simple círculo son lugares discretos que realizan la comparación para activación de la alarma respectiva asociada así: Alarma por valor alto, asociada como el peso del arco y la letra “A2”. Alarma por valor bajo, asociada como el peso del arco a la letra “A1”.

Pantallas de variables. Los VI's de variables son todos aquellos que están diseñados para visualizar y gestionar los datos pertinentes a la temperatura, humedad, cloro, pH, peso y flujo. Esta visualización preliminar es invocada desde la pantalla del monitor y permite al usuario interactuar con las distintas variables para un mejor despliegue de la información. En la Figura 5, anteriormente presentada, podemos observar en la pantalla de monitoreo, los indicadores pertinentes para el análisis de la información y su señal en tiempo real [23].

Control. Pantalla que permite visualizar el comportamiento de los dispositivos afectados por las alarmas del sistema y su configuración. En este apartado es posible conectar y adaptar distintos tipos de dispositivos, gracias a la versatilidad del equipo DAQ. Debido a la programación hecha en el software es posible controlar equipos de calefacción y refrigeración, así como también motores que, al interactuar con los datos tomados de las variables, pueden activarse de acuerdo a las necesidades del ciclo de producción avícola. En este caso y para la granja analizada, se conectaron dos ventiladores y dos calentadores resistivos ya preinstalados en la granja. Con el análisis de variables se utilizan los datos atmosféricos de clima y la lectura de la temperatura en varios puntos de la granja. Con la información anterior se utiliza un lazo de control cerrado y un PID para el control de los ventiladores o calentadores, según sea el caso.

Figura 9. Sección 1 pantalla de configuración VI. Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Sección 1 pantalla de configuración VI. Fuente: Elaboración propia.

Índice de datos. La ventana de configuración permite introducir la información necesaria para el envío de los datos desde LabVIEW hasta el servidor. Esta información posteriormente es procesada y visualizada en el visor, elaborado por el equipo de software. En las Figuras 9 y 10 se puede observar la composición de esta ventana. Por un lado, se encuentra el lugar para colocar las referencias de cada sensor y por el otro, el tiempo de escritura en el servidor, esto con el fin de generar un canal desde LabVIEW con una única referencia para que sea entregado al servidor.

El diagrama de bloques contiene distintos bucles que tienen diferentes tareas. Un primer bucle guarda y convierte en accesos directos a los parámetros configurables para el envío de datos. El segundo, permite la interacción con las ventanas. El tercero, establece el formato del tiempo que será el utilizado para generar string de envío de datos. El último y cuarto bucle, guarda y recupera los parámetros de configuración cada vez que el programa se cierre y se vuelva a iniciar.

En la Figura 11 se visualiza un bucle en particular en el diagrama de bloque, que se repite para cada tipo de variable, este bucle recoge los datos del DAQ por medio del bloque Global variable y permite el guardado de datos en el disco duro local.

Los datos de la Figura 12 que se guardan en el disco local traerán consigo, en una primera columna, la fecha y hora en que fueron adquiridos los datos según la especificación de la configuración inicial. En la segunda columna se muestra el número consecutivo de lectura y, por último, una tercera columna con las lecturas de la variable. Cada variable guardará su propio archivo según su tiempo de configuración especificado.

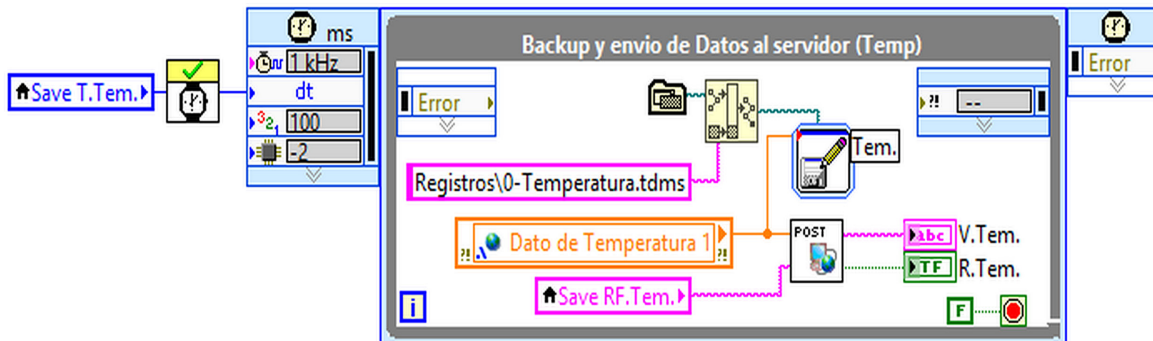


Figura 11. Sección de diagrama de bloques de la pantalla de configuración VI. Fuente: Elaboración propia.

Time	Time*	Untitled
17/03/2018 10:01:52,458 a. m.	0	23,5685964
17/03/2018 10:01:52,584 a. m.	1	23,5685964
17/03/2018 10:01:52,620 a. m.	2	23,5685964

Figura 12. Archivo Generado. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13 se presenta el bucle que se encara de realizar el ensamble y envío del string o parámetro, por medio del subVI POST. En el subVI POST se desglosa la manera como el parámetro es ensamblado y enviado, y como recibe datos por medio del bloque “variables globales”, el cual previamente ha sido especificado en el diagrama de bloques de la pantalla de configuración

5. Diseño del sistema para big data

Los importantes datos que son captados por el Sistema de Adquisición de Datos deberán ser analizados y procesados para obtener de ellos información útil que le permita al negocio tener las herramientas necesarias para tomar ventaja en el mercado competitivo que representa la industria avícola colombiana. Por eso, como complemento al sistema de recolección de datos sensoricos instalados en los galpones de las granjas, tenemos una plataforma de análisis y procesamiento de la gran cantidad de datos que producen esos sensores. Dado que es muy grande la cantidad de datos generados por el sistema de adquisición, es necesario contar con una tecnología de punta para poder aprovechar o “sacarle el jugo” a tales datos, convertirlos en información y

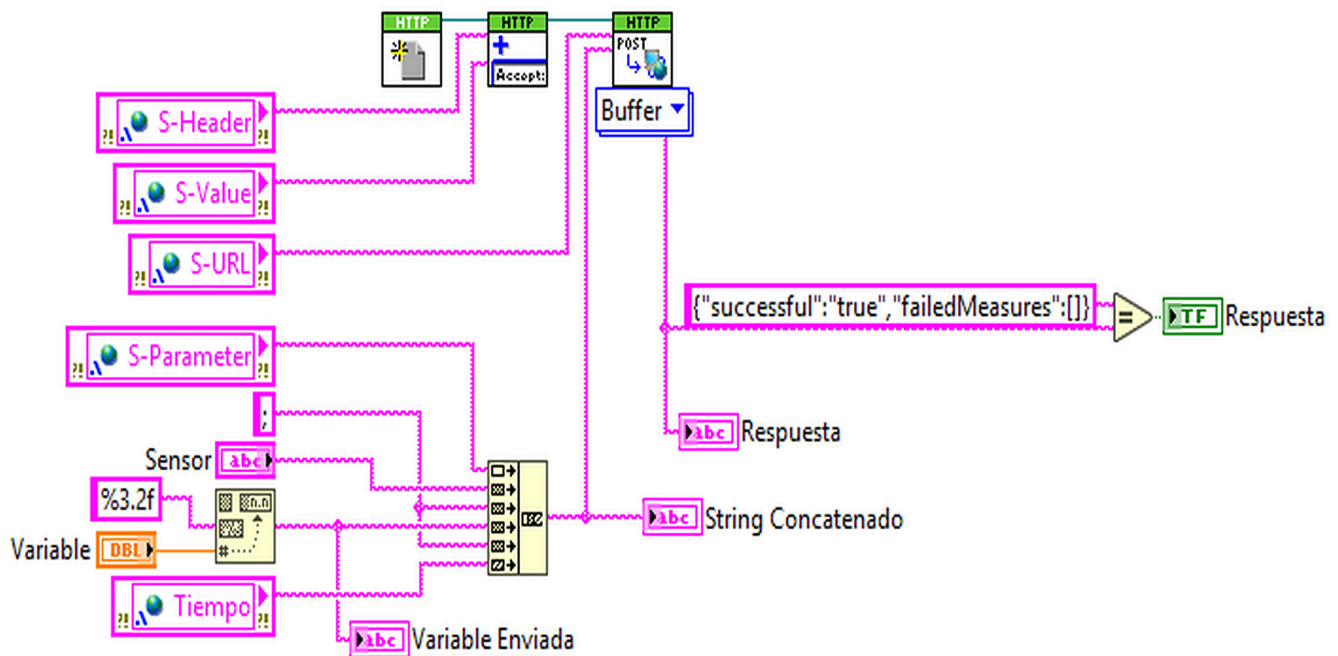


Figura 13 Diagrama de bloques del POST. Fuente: Elaboración propia.

concretarlos en conocimiento potencialmente útil para la empresa. Es por eso por lo que el Big Data se presenta como una excelente opción para lograr la transformación positiva del negocio [24]. Lo que buscamos con la plataforma de Big Data no es solo medir, sino adicionalmente poder predecir y encontrar relaciones causa-efecto de forma más precisa que antes para, de esa manera, tomar decisiones más inteligentes y objetivas en lugar de estar basadas solo en la intuición de las personas.

Tal como se observa en la Figura 14, tenemos una serie de procesos dentro de la plataforma de Big Data, que buscan no solo solucionar la tarea de almacenar la gran cantidad de datos generados por los sensores diseminados en los galpones, sino también tener un modelo predictivo que permita conocer de antemano, cómo los diversos factores ambientales influyen en el crecimiento de los pollos que tenemos en las granjas.

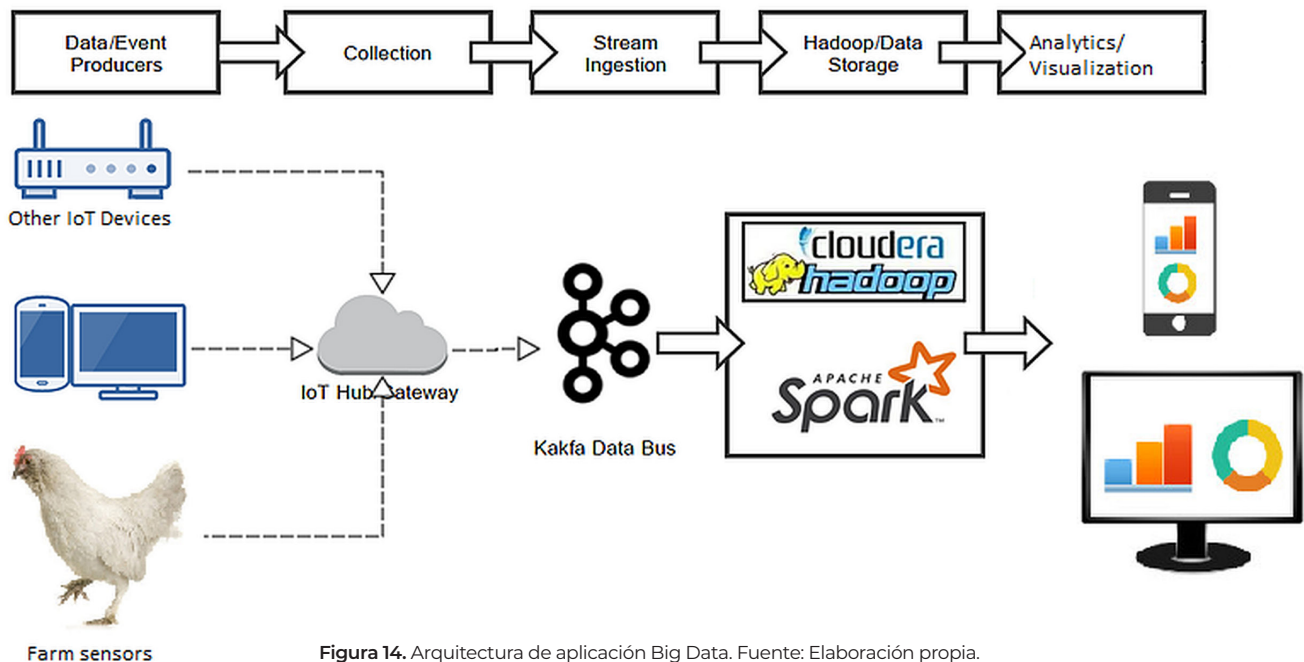


Figura 14. Arquitectura de aplicación Big Data. Fuente: Elaboración propia.

La aplicación está dividida en diversos módulos, cada uno encargado de una tarea específica: los diversos datos recolectados por el sistema de adquisición son enviados desde los diversos sitios de recolección hacia la plataforma utilizando un servicio web, tal como se explicó previamente. Estos datos, recibidos en tiempo real, son gestionados por una cola de mensajes en la plataforma Apache Kafka, la cual filtrará, transformará y seleccionará los datos para pasarlos a un esquema de almacenamiento NoSQL basado en Hadoop. A partir de allí, utilizando un paradigma de streaming de datos y con Spark como plataforma de procesamiento distribuido, se construyó un modelo predictivo que utiliza un esquema de aprendizaje no supervisado para obtener la forma en que se puede estimar el peso futuro de los pollos, a partir de los diversos datos ambientales captados por los sensores en los galpones.

El objetivo de la plataforma de Big Data es, entonces, predecir el posible peso futuro de los pollos y con ello, tener bases para tomar decisiones inteligentes al respecto. De manera más concreta, el modelo que se presenta busca predecir la variable “peso del pollo” a partir de una serie de datos independientes, información ambiental captada de los lugares donde crecen los pollos, que nos permitirá ver la influencia que tienen estos factores climáticos y ambientales en el desarrollo de las aves.

Las siguientes son las variables de entrada al modelo que se tendrán en cuenta para el desarrollo del predictor a construir:

- Ciclo: periodo de tiempo que durará el proceso predictivo. En el caso de los pollos de engorde, este tiene una duración aproximada de 12 semanas.
- Temperatura interior del galpón donde se encuentran las aves.
- PH variable del agua que consumen las aves.
- Nivel de cloro en el agua.
- Humedad relativa dentro de los galpones de engorde.
- A partir de estos parámetros ambientales, pretendemos determinar la forma en que cada una de estas variables influyen en la predicción del crecimiento de los pollos de galpón. Nuestro modelo estará basado en la técnica de aprendizaje supervisado conocida como: Redes Neuronales Artificiales (RNA), utilizando el trabajo en [25] como base para la escogencia de los parámetros del modelo que se desplegará sobre la plataforma distribuida. La plataforma ya está en ejecución, y se encuentra en espera de una mayor cantidad de datos para realizar la validación de las predicciones producidas.

Conclusiones

Dadas las condiciones climáticas de Colombia, las cuales se caracterizan por la diversidad de ambientes y condiciones que afectan directamente la producción avícola del país, es factible pensar que implementar sistemas como el descrito en este artículo, optimizarán los procesos de crianza de aves con el fin de mejorar la economía local. Estos sistemas no solo permitirán la adquisición de datos y el control para las grandes productoras avícolas del país, si no que adquirirán datos relevantes para la estandarización de parámetros que, según la zona, fomentarían un incremento sustancial en la producción avícola, desarrollada por pequeñas y medianas empresas que no tiene acceso a la tecnología.

En referencia al desarrollo del software, el uso del programa LabVIEW para el diseño del sistema SCADA permite gran flexibilidad a la hora de escalar los proyectos, y es uno de los factores por los cuales se eligió desarrollar el software en él. Tanto así son las ventajas de la flexibilidad en el desarrollo del software, que incluso es posible extrapolar su estructura a proyectos de implementación en otras áreas de producción agropecuaria.

Finalmente, en la actualidad el software se encuentra tomando datos de acuerdo con los ciclos de producción establecidos por la empresa Pollo Andino. Estos datos serán analizados y procesados por el segmento “Big Data” para el análisis de la producción avícola

y el segmento “Sistema de visualización georreferenciada” para monitorear y controlar en tiempo real, desde cualquier lugar, las condiciones actuales de la granja. En un próximo artículo para esta revista se evidenciarán a manera de resultados, los logros de la implementación de este proyecto en la granja seleccionada.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado a través del aporte económico de la Universidad EAN y del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, COLCIENCIAS, gracias del proyecto "PROAVÍCOLA", con el código A106PR16F04, favorecedor de la convocatoria 732 del año 2015. Finalmente, queremos agradecer muy especialmente al Grupo Link Point S.A.S. y a su CEO, Miguel Ángel, sin cuyo soporte y colaboración no hubiera sido posible finalizar de manera exitosa este trabajo.

Referencias

- [1] M. Aguilera, "Determinantes del Desarrollo en la Avicultura en Colombia: Instituciones, Organizaciones y Tecnología", *Revista del Banco de la República*, vol. 87, no 1046, p. 21-56., 2014.
- [2] J. Herrera, M. Barrios, and S. Pérez, "Diseño e implementación de un sistema scada inalámbrico mediante la tecnología zigbee y arduino", *Prospect J.*, vol. 12, no. 2, pp. 65-72, 2014. <https://doi.org/10.15665/rp.v12i2.290>
- [3] R. Osorio, I. D. F. Ferreira, J. A. Osorio, K. S. Rocha, and L. M. Guerra García, "Modelamiento del Ambiente Térmico y Aéreo de un Galpón de Presión Negativa Tipo Túnel para Pollitos", *Rev. Fac. Nac. Agron.*, vol. 66, no. 2, pp. 7085-7093, 2013. <https://doi.org/10.15446/rfnam>
- [4] M. Eady, D. Samuel, and B. Bowker, "Effect of pH and postmortem aging on protein extraction from broiler breast muscle", *Poult. Sci.*, vol. 93, no. 7, pp. 1825-1833, 2014. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03619>
- [5] National Instruments, "¿Qué es Adquisición de Datos? - National Instruments", 2016. [Online]. Available: <https://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>
- [6] F. L. Pedraza Valencia, "Galpones más eficientes" *UN Periódico No. 167 - Universidad Nacional de Colombia - Unimedios*, 07 junio, 2013. [Online]. Available: <https://issuu.com/mediosdigitales/docs/unperiodico167>
- [7] I. Demongodin and N. Koussoulas, "Modelling of hybrid control systems using Petri nets", *Int. Conf. Autom. Mix. Process*, 1998. <https://doi.org/10.1.1.27.7826>
- [8] FENAVI, "Producción pública", 2018. [Online]. Available: <https://fenavi.org/estadisticas/informacion-estadistica-publica/>
- [9] M. Aguilera, "Determinantes del Desarrollo en la Avicultura en Colombia: Instituciones, Organizaciones y Tecnología", *Revista del Banco de la República*, vol. 87, no 1046, p. 30., 2014.
- [10] M. Aguilera, "Determinantes del Desarrollo en la Avicultura en Colombia: Instituciones, Organizaciones y Tecnología", *Revista del Banco de la República*, vol. 87, no 1046, p. 44., 2014.
- [11] M. Ruzal, D. Shinder, I. Malka, and S. Yahav, "Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature", *Poult. Sci.*, vol. 90, no. 4, pp. 856-862, Apr. 2011. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00993>.
- [12] Aviagen, "Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross", Aviagen, p. 134, 2014. [Online]. Available: <https://bit.ly/2VHK3iV>
- [13] D. H. McCreery, "Water Consumption Behavior in Broilers", PhD thesis, Poultry Science, Univ. of Arkansas, Arkansas, EEUU, 2015.
- [14] Arbor Acres-Aviagen "Guía de Manejo del Pollo de Engorde", p. 65, 2009. [Online]. Available: <https://bit.ly/2EteTGe>
- [15] J. Du, W. Li, and J. Guo, "Design of LabVIEW Based General Data Acquisition System", 2017 IEEE 2nd Inf. Technol. Networking, Electron. Autom. Control Conf., pp. 1235-1239, Dec. 2017. <https://doi.org/10.1109/ITNEC.2017.8284973>
- [16] National Instruments, "Fundamentals , System Design , and Setup for the 4 to 20 mA Current Loop", NI Whitepaper, 2019. [Online]. Available: <https://bit.ly/30AQs37>
- [17] National Instruments, "Data Acquisition and Signal Conditioning", Course Software, 2003. [Online]. Available: http://www.n4iq.com/dallas4/labview_7.0_daq_course.pdf

- [18] M. N. Ashraf, S. A. Bin Khalid, M. S. Ahmed, and A. Munir, "Implementation of Intranet-SCADA using LabVIEW based data acquisition and management", in ICC 2009 - International Conference of Computing in Engineering, Science and Information, pp. 244–249, 2009. <https://doi.org/10.1109/ICC.2009.41>
- [19] C. Wei and S. Wenxia, "Design of temperature collecting and power control system for fluidized bed based on LabVIEW", in 2017 Chinese Automation Congress (CAC), pp. 2396–2400, 2017. <https://doi.org/10.1109/CAC.2017.8243177>
- [20] National Instruments, LabView: Measurements Manual. 2003. [Online]. Available: http://fy.chalmers.se/~f7x1h/LV_Kurs/LV_Meas_Man_2003.pdf
- [21] J. B. Mandhare and S. P Jadhav, "LabView based PI Controller for a Level Control System", Int. J. Appl. Inf. Syst., vol. ICWAC 2014, no. 1, pp. 18–23, 2014.
- [22] I. Demongodin and N. Koussoulas, "Modelling of hybrid control systems using Petri nets", Int. Conf. Autom. Mix. Process, 1998. <https://doi.org/10.1.1.27.7826>
- [23] R. Bitter, T. Mohiuddin, and M. Nawrocki, LabVIEW: Advanced programming techniques. Crc Press, 2006. <https://doi.org/10.1201/9781420004915>
- [24] S. Wolfert, L. Ge, C. Verdouw, and M. J. Bogaardt, "Big Data in Smart Farming – A review", Agric. Syst., vol. 153, pp. 69–80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- [25] W. B. Roush, W. A. Dozier, and S. L. Branton, "Comparison of Gompertz and nEural Network Models of Broiler Growth", Poult. Sci., vol. 85, no. 4, pp. 794–797, Apr. 2006. <https://doi.org/10.1093/ps/85.4.794>