

ALIMENTACIÓN HUMANA, PORCICULTURA, INDUSTRIA 4.0, ANALÍTICA,  
INTERNET DE LAS COSAS, BIG DATA, SENSORES

SILVIA HINCAPIE PINEDA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN

MEDELLÍN

2020

ALIMENTACIÓN HUMANA, PORCICULTURA, INDUSTRIA 4.0, ANALÍTICA,  
INTERNET DE LAS COSAS, BIG DATA, SENSORES

SILVIA HINCAPIE PINEDA

Trabajo de grado para optar el título de magister en administración

Asesor

VICTOR HUGO GOMEZ YEPES

Doctor en filosofía

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN

MEDELLÍN

2020

Fecha: 5 de agosto 2020

Silvia Hincapie Pineda

“Declaro que este trabajo de grado no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en ésta o en cualquiera otra universidad”. Art. 92, párrafo, Régimen Estudiantil de Formación Avanzada.

Firma del autor

SILVIA HINCAPIE P.

---

## **Keywords**

Alimentación humana, Porcicultura, Industria 4.0, Analítica, Internet de las cosas, Big Data, Sensores

## **Resumen**

En el mundo se evidencia hoy una necesidad de producir alimentos que suplan la demanda de la población creciente. La proteína animal es la fuente alimenticia más biodisponible (mejor asimilación) para el cuerpo humano por su aporte de aminoácidos esenciales.

La producción pecuaria ha demostrado que la industria porcícola es altamente eficiente ya que en tan sólo 4 meses se logra concluir el ciclo de vida de un cerdo desde su nacimiento hasta su sacrificio. Para hacer el proceso más rentable las tecnologías 4.0 se convierten en un aliado estratégico para controlar y optimizar los procesos que más impacto tienen en dicha producción.

## **Abstract**

In the world today there is a need to produce food that meets the demand of the growing population. Animal protein is the most bioavailable food source (best assimilation) for the human body because of its contribution of essential amino acids.

Livestock production has shown that the pig industry is highly efficient because in just 4 months the life cycle of a pig is concluded from birth to slaughter. In order to make the process more profitable, 4.0 technologies become a strategic ally to control and optimize the processes that have the most impact on such production.

## Contenido

Introducción .....	6
Objetivos.....	11
Metodología.....	12
<b>1. La experiencia de la empresa Aliar en los Llanos Orientales y como ha logrado su eficiencia productiva.....</b>	<b>13</b>
<i>1.1. Aliar: como nació la idea</i> .....	13
<i>1.2.Cuál es su propósito</i> .....	15
<i>1.3. Negocio modelo en Colombia y Latinoamérica</i> .....	16
<b>2. Los factores que afectan la productividad en las explotaciones porcícolas colombianas.....</b>	<b>20</b>
<i>2.1. Factores internos</i> .....	20
<i>2.2. Factores externos</i> .....	28
<i>2.3. El Mercado: desafíos y necesidades</i> .....	30
<b>3. Modelo para mejorar los procesos de granjas de producción porcícola aplicable a empresas del sector de tamaño mediano y pequeño para incrementar su productividad.....</b>	<b>31</b>
<i>3.1. Actualidad de las granjas productoras porcícolas</i> .....	31
<i>3.2. Modelo basado en Analítica e Internet de los Animales para incrementar productividad y tener mayor control de los procesos actuales</i> .....	33
<i>3.3. Beneficios de implementar el modelo propuesto</i> .....	36
Conclusiones.....	38
Referencias .....	40

## **Introducción**

Las nuevas tecnologías que emergen de la mano de la Cuarta Revolución Industrial se convierten en una extraordinaria oportunidad para solucionar problemas que enfrenta la población mundial, la sociedad, y efectivamente empresas e industrias de variados sectores. Esta revolución industrial ofrece un abanico muy amplio de equipos, artefactos, dispositivos y algoritmos que podrían mejorar sustancialmente procesos y servicios en terrenos muy amplios que hasta la fecha se encontraban con serias limitaciones por temas asociados a alcance, cobertura, eficiencia, costos o el uso de talento humano altamente calificado. Toda esta serie de dificultades se tornan aún más complejas en áreas rurales, de difícil acceso o con poca cobertura de TICS.

Para un país como Colombia, con una vocación agroindustrial en crecimiento, pero con retos enormes derivados de las condiciones topográficas, las falencias en infraestructura, la falta de inversión en algunos lugares del país y un conflicto armado dilatado por varias décadas, la Revolución 4.0 trae consigo soluciones para resolver dificultades hasta ahora insolubles entre ellas la utilización de Inteligencia Artificial en industrias localizadas en zonas afectadas por la violencia. Un ejemplo que sirve para ilustrar el potencial de las nuevas tecnologías en contextos como el nuestro donde en algunos casos la calidad de las tierras o las propiedades de algunas regiones son aptas para establecer empresas, pero las condiciones de orden público no lo permiten es el uso de la Inteligencia Artificial o sistemas satelitales de monitoreo y control.

Si bien es cierto que la revolución 4.0 ofrece soluciones inéditas para la industria agrícola y pecuaria colombiana por las razones anteriormente mencionadas, el mundo entero también puede sacar el máximo provecho al amplio panorama que se despliega de estas tecnologías que emergen con mucha fuerza en la actualidad.

Las previsiones de los expertos sobre el crecimiento de la población mundial y en consecuencia la mayor demanda de alimentos que eso va a significar, convergen en una doble oportunidad para Colombia: de un lado, ampliar el potencial desarrollo de la industria porcina, de otro lado, utilizar tecnologías 4.0 para romper barreras históricas que han impedido ampliar la producción de este sector en regiones que poseen condiciones óptimas para esta actividad.

Es un hecho el reto que significa para las empresas y para sus líderes entender los cambios que se avecinan en el sector productivo con la implementación de los recursos que ofrece la revolución 4.0 (Perasso, 2016). Tecnologías como Realidad virtual, Internet de las cosas, impresoras 3D e Inteligencia Artificial, principalmente, están demandando cambios muy profundos en la concepción y manejo de las empresas, pero también enormes oportunidades de expansión, de mejorar procesos y servicios (Schwab, 2017). La industria de carne porcina en Colombia debe aprovechar las posibilidades que ofrece esta revolución para optimizar sus procesos productivos y contribuir con una nutrición más adecuada para las personas de su entorno y del planeta (Alarcon, 2016).

Este trabajo busca ofrecer una serie de elementos a las empresas productoras de carne de cerdo para aprovechar todo el potencial que ofrece la industria 4.0 exponiendo la experiencia de la empresa Aliar la cual es líder en el país en dicho tema. Si bien es cierto que se trata de una industria en proceso de construcción, muchos de los logros actuales avizoran desde ya cambios sustanciales en este y todos los sectores que decidan aprovecharla.

Al mirar con mayor detalle las estimaciones de expertos y teniendo en cuenta este momento de la historia de la humanidad que está presentando importantes desafíos a sus habitantes para dejar un legado a las futuras generaciones la ONU estima que la población mundial será de 8.100 millones de personas en 2025 y la mayor parte de ese crecimiento

se dará en los países en desarrollo. Incluso para el año 2050 se estima que llegará a 9.600 millones de personas creciendo un 15% <sup>1</sup>. Adicionalmente, desde el año 2.000, la expectativa de vida ha registrado grandes avances. Hoy se vive, según datos del Foro Económico Mundial, 71.4 años en promedio y sigue aumentando la tendencia.

A partir de estos pronósticos, uno de los principales desafíos es producir más alimentos que suplan la demanda mundial actual y futura. En los próximos 50 años, el planeta necesitará producir más comida que en los últimos 10.000 años. Sin embargo no sólo debe aumentar la cantidad producida. Estos alimentos deben ser saludables y elaborarse con procesos que protejan el medio ambiente.

La proteína de origen animal es uno de los ingredientes esenciales para una balanceada nutrición en todas las etapas del desarrollo humano. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura calcula que la demanda mundial de dicha proteína se duplicará en 2050 (FAO, 2018). La población gozará de mejor salud y se alimentará de una forma más equilibrada. Las preferencias alimentarias serán los productos frescos e integrales y la tecnología del procesado prácticamente no alterará las propiedades intrínsecas de los alimentos.

Latinoamérica, como una zona de alto potencial de desarrollo, tiene el potencial de convertirse en un gran proveedor de proteína de origen animal (pollo, huevos, carne de cerdo, carne de bovinos, leche y subproductos) para el mundo, considerando que cuenta con los recursos naturales necesarios. Algunos países como Brasil y México ya están aprovechando dicha oportunidad y han hecho análisis minuciosos del tema. Calculan que esta industria crezca cerca del 3% anual hasta el año 2050.

---

<sup>1</sup> [Población en el año 2025]. (s.f). Recuperado de <http://www.noticias24.com/internacionales/noticia/61840/>

Es importante recalcar que el 2.5% de este crecimiento provendrá de investigación y tecnología. Será imprescindible el desarrollo, potenciamiento y descubrimiento de tecnologías más eficientes como la única opción real para asegurar el suministro de alimentos (Carvajal-Larenas, 2016) ya que con los recursos y procesos actuales es imposible producir a la velocidad requerida con la calidad demandada por un público cada vez más conciente y exigente.

Una gran fortaleza que tiene Colombia es la porcicultura. En general esta producción, en el país, se trabaja de la misma manera como se trabaja en el mundo, con granjas tecnificadas, con alimentación balanceada, en condiciones adecuadas para buscar el mayor bienestar de los animales y las mejores condiciones económicas del negocio. Si bien hay pequeñas variaciones entre un sistema productivo y otro, lo que se aplica en Colombia son las mejores prácticas que se utilizan a nivel mundial.

Actualmente hay empresas que ya están encaminadas a aportar en el propósito de producir más proteína animal y de mejor calidad para suplir las necesidades alimentarias a mediano y largo plazo. Una de las mejores empresas productoras del país fundada en el año 2003 es Aliar.

Ubicada en las altillanuras de los Llanos Orientales, puntualmente en Puerto Gaitán, los fundadores de la empresa Aliar implementaron un modelo agroindustrial integrado el cual ha sido objeto de reconocimiento nacional e internacionalmente por sus resultados en producción, cultivos de maíz y soya, genética animal y educación de sus empleados, entre otros factores.

Actualmente es una de las empresas productora de carne más grande de Colombia. Es un ejemplo a seguir y tiene un objetivo definido el cual es incentivar y aumentar el

consumo de proteína por parte de los Colombianos al tener un precio asequible y que sea de óptima calidad<sup>2</sup>.

El mercado del cerdo ha tenido un dinamismo importante desde la última década con crecimiento anuales permanentes cerca del 7%. Hoy se estima un consumo per cápita de carne de cerdo de 9,3 kg y se espera continuar aumentando hasta llegar a los 19 kilos per cápita en 2027, y es a dicho mercado al que le apunta la empresa.

La compañía está basada en tres pilares: la sostenibilidad económica, social y ambiental. Sin embargo, los expertos y conocedores del proyecto resaltan que la tecnología ha sido parte esencial de la columna vertebral de este modelo de negocio. Carlos Maya, expresidente de PorkColombia, comentó que “lo importante en Aliar ha sido el desarrollo del modelo, la disminución de costos y la eficiencia que se logró en los pocos años. Esto es una muestra de buenas prácticas y de autosuficiencia”.

En este tipo de empresas especializadas y de alto desempeño hay infinidad de factores que se deben vigilar atentamente ya que de ellos dependerán en gran medida los resultados obtenidos. Incluso hay algunos que no son controlables, pero sí influyen en la operación.

Esas condiciones han obligado a las empresas productoras a emprender un camino de mejora de la competitividad ya que solamente por esta vía se podrá proyectar un futuro para conquistar el mercado internacional al cual se aspira. En esta dirección, es importante consolidar la concepción de cadena, avanzar en los temas de calidad, desarrollar el talento humano, invertir en ciencia, tecnología e innovación y tener siempre como referente los parámetros internacionales y el desarrollo de nuevos negocios.

---

<sup>2</sup> [Compromiso Aliar]. (s.f). Recuperado de <http://www.aliar.com.co/WebAliar/site/index.html>

Teniendo en cuenta las necesidades actuales y futuras de la población, observando las posibilidades que tiene Colombia por sus características geográficas y el desarrollo del mercado interno del país, se evidencia la necesidad de plantear una solución para ayudar a los productores de proteína animal, especialmente los porcicultores, a organizarse y poder innovar y ser más eficientes en su producción.

El modelo que se pretende plantear tiene el objetivo de facilitar las herramientas para que empresas que ven como un modelo a seguir a Aliar puedan estandarizar y optimizar los procesos de las producciones porcícolas obteniendo los mejores resultados posibles.

### **Objetivos**

Los objetivos que pretende alcanzar el presente artículo son listados a continuación:

General:

- Diseñar un modelo de producción de proteína animal eficiente con la ayuda de la industria 4.0.

Específicos:

- Mostrar la experiencia de la empresa Aliar en los Llanos Orientales y como ha logrado su eficiencia productiva.
- Diagnosticar los problemas que afectan la productividad en las explotaciones porcícolas colombianas.
- Proponer un modelo que ayude a mejorar los procesos de granjas de producción porcícola aplicable a empresas del sector para incrementar su productividad.

## **Metodología**

El enfoque de esta investigación fue de corte hermenéutico, pues se partió de la concepción de la realidad a través de la metáfora del texto donde se interpretaron, se categorizaron y se dilucidaron conceptos. Esto por medio de una revisión bibliográfica especializada en el tema de la porcicultura, Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial y su evolución y aporte a la problemática mundial de alimentación. Adicionalmente la historia de Aliar como una de las empresas más representativas en Colombia y la región en el ámbito de producción porcícola.

Para obtener más claridad y precisión se realizaron una serie de entrevistas a personas expertas en los temas tratados. Para conocer a profundidad y detalle la historia de la empresa Aliar se entrevistó al señor Alejandro Mesa Gómez quien es uno de los fundadores de la empresa y brindó detalles claves para entender su proceso de ideación, implementación y perspectivas de crecimiento.

Con respecto a los factores ambientales, de manejo, sanitarios y nutricionales se entrevistaron a los Zootecnistas y Veterinarios Andrés Álvarez, César Vélez y José Luis Díaz de la empresa de nutrición animal Premex SAS los cuales son expertos en porcicultura y con su experiencia en campo ampliaron el panorama de cada tema.

Este trabajo es de carácter cualitativo y descriptivo en el cual el investigador es el principal instrumento en la obtención y análisis de datos. Con él se pretende plantear una solución para implementar en las empresas porcícolas a través de la Industria 4.0 para aumentar la oferta de proteína animal y así ayudar a que un mayor porcentaje de la población colombiana tenga acceso a dicho alimento esencial para el desarrollo y nutrición humana.

# **1. La experiencia de la empresa Aliar en los Llanos Orientales y como ha logrado su eficiencia productiva.**

## ***1.1. Aliar: como nació la idea***

En el sector agroindustrial, a lo largo de la historia, han existido personas de gran influencia en el país y con una visión adelantada a su época sobre el devenir del sector en el ámbito económico e industrial.

El señor Alejandro Mesa Gómez, presidente de Iluma Alliance<sup>3</sup> de la cual hacen parte las empresas Premex SAS y Asimetrix SAS es uno de los socios fundadores y permitió conocer detalles de la generación y ejecución del proyecto. Actualmente dichas empresas son proveedores estratégicos para el despeño operativo de Aliar.

La idea de Agropecuaria Aliar se empezó a gestar en la mente de Jaime Liévano (principal fundador) desde hace más de 20 años al detectar en Colombia la necesidad de tener una integración completa de la cadena de producción de proteína animal. En ese momento, al ser el gerente general de una de las empresas avícolas más importantes del país, tenía claro que era necesario disminuir los costos de producción y dejar de depender de las fluctuaciones en términos de costo y de disponibilidad de las importaciones de materias primas indispensables para fabricar el alimento de los animales. Adicionalmente empezaban las negociaciones de TLCs con diferentes países, entre ellos Estados Unidos lo cual abría las puertas a la posibilidad a dicho país de ingresar a Colombia carne de

---

<sup>3</sup> [Iluma Alliance]. (s.f). [Somos el esfuerzo de más de 800 personas que dedican su existencia a un mundo mejor nutrido. Bienestar nutritivo. Lo hacemos con una mentalidad de posibilidades, optimismo y abundancia y mediante el uso del conocimiento, la tecnología y la innovación] (s.f). Recuperado de <https://iluma.bio/>

pollo, res y cerdo sin ningún freno arancelario, lo cual podría representar un riesgo para los productores nacionales en términos de costos y de productividad.

Colombia es el mayor importador de maíz de Suramérica. El 100% del maíz que se utiliza para consumo animal es importado de Estados Unidos, Brasil y Argentina. Tan sólo en el 2017 el 82% del maíz consumido en el sector humano y animal en Colombia fue de procedencia extranjera, como lo informó el Centro Virtual de Negocios (CVN, 2018). Esto indica que es necesario desarrollar la capacidad agrícola para optimizar costos de producción pecuaria.

En el año 2007 se fundó Agropecuaria Aliar, la cual contó con empresas antioqueñas y santandereanas como socios inversionistas. Dichos inversionistas tenían una característica especial y es que no sólo aportaban dinero, sino que también aportaban algo del “know how” de su negocio para, de esta manera, sumarle capacidades y conocimiento que le ahorrara tiempo de aprendizaje al proyecto.

Al ser empresarios visionarios estaban dispuestos a ensayar nuevos modelos de producción y a valerse de las herramientas que estuvieran a su alcance para incrementar la productividad del negocio ya que estaba la claridad de que con los manejos tradicionales sería difícil lograr el objetivo propuesto.

En Aliar se involucra la totalidad de la cadena alimentaria del cerdo desde la adecuación de los suelos de la altillanura de los Llanos Orientales, manejo de cultivos de maíz y soya, planta de semillas, planta de almacenamiento y secamiento de granos, planta de alimento concentrado, producción de cerdo, plantas de sacrificio, desposte y embutidos, logística de transporte y comercialización de la carne.

La primera barrera que se debió franquear fue la de conseguir las tierras adecuadas para el proyecto en términos de área disponible y valor de los predios. La altillanura de los Llanos orientales fue el lugar idóneo por el área disponible y costo de la tierra.

La adquisición de dichas tierras se realiza con modelo de arrendamiento de predios por períodos entre 10 y 15 años lo cual permite hacer inversiones al terreno sin el riesgo de ser desalojados a corto plazo.

El proyecto nació con la intención de tener 70.000 madres de cría en el año 2028. En la actualizad hay 25.000 y su meta de crecimiento sigue siendo la misma planteada en sus inicios.

Luego de 12 años de crecimiento Agropecuaria Aliar es una empresa modelo en Colombia e incluso en otros países. Su mayor palanca de crecimiento ha sido la apertura mental de sus dirigentes para abrirse a nuevas posibilidades, especialmente tecnológicas, en un sector poco propenso al cambio y de manejos tradicionales.

La intensión será seguir construyendo el objetivo que se plantearon para dentro de una década muy encaminados a resolver sus ineficiencias por medio de la tecnología y nuevos conocimientos.

### ***1.2. Cuál es su propósito***

El propósito con el que nació Agropecuaria Aliar es brindar la posibilidad a los colombianos de un mayor acceso a la alimentación con proteína animal, principalmente con carne de cerdo por su valor nutricional y eficiencia productiva. Jaime Liévano insisten en que “si se logra bajar el precio actual de la carne de cerdo, una mayor población podrá salir de la malnutrición porque las personas con bajos recursos económicos gastan entre el 50% y 60% de su ingreso en alimentación” (Revista Dinero, Agroindustria. 17 octubre de 2014).

Sus socios y accionistas coinciden en la idea de impulsar y promover el desarrollo social, ambiental y productivo que contribuya a mejorar la calidad de vida de los colombianos.

Como segundo vehículo motivador de la idea fue la necesidad de desarrollar la vocación agrícola del país y mitigar la dependencia de materias primas importadas indispensables para la alimentación de los animales ya que esta condición disminuye de manera notable la capacidad de los productores de proteína animal de competir contra los productos importados que ingresan al país sin ninguna restricción arancelaria gracias a los TLCs firmados y que en ciertos casos pueden representar desventajas significativas.

### ***1.3. Negocio modelo en Colombia y Latinoamérica***

Parte importante del éxito de Aliar es haber logrado una integración de toda la cadena de producción conformada por los animales y todo su ciclo de crecimiento desde el nacimiento hasta el engorde, producción del alimento para dichos animales en su propia planta de concentrado y el desposte y comercialización de la carne del cerdo en cortes que aportan valor agregado al consumidor final.

Actualmente en Aliar hay 25.000 hembras y cada una pare en promedio 25 lechones al año, lo que da un total de 625.000 cerdos producidos anualmente. En la granja están construidos 26 galpones para todas las etapas de crecimiento del animal. Cada galpón aloja 2.600 cerdos.

Tecnológicamente su camino ha sido de grandes aprendizajes y enriquecedor para el sector pecuario de Colombia y la región latinoamericana.

Inicialmente construyeron los galpones para los animales con características de altura y de espacio especiales para tener un ambiente óptimo. Al finalizar la construcción

contactaron a una empresa especializada en sensores, Big data, analítica y con profundo conocimiento de producción porcícola. Este fue un hito en la historia ya que les permitió crear sinergias para resolver grandes desafíos de su producción por medio de la tecnología y no con los manejos tradicionales.

El entendimiento de que no es suficiente saber cuales son las condiciones ideales, sino que es necesario medir los parámetros constantemente para así poder tomar decisiones fue decisivo para obtener los resultados de producción a los que lograron llegar. Su obsesión se convirtió en medir todo cuanto pueda ser medido.

Se decidió empezar a monitorear las granjas con los sensores de temperatura, corriente de aire, humedad, CO2 y nivel de amoníaco. En la prueba piloto, los sensores se abastecían de energía solar para que no se vieran afectados por la pérdida de energía y poder tener un histórico confiable que permitiera crear el modelo para implementar a escala mayor. Cada sensor funciona de manera independiente y tiene definido un umbral crítico para cada una de las variables.

Los especialistas en telemetría de la empresa que realiza el monitoreo analizaron los cambios del ambiente al interior de cada galpón cuando se iba la luz. Entendiendo las fallas que mostraban los sensores se corregían y se implementaron mecanismos de contingencia.

Los operarios y personas implicadas deben estar constantemente enteradas de lo que pasa en la granja. Para esto se realizó una programación para que cuando el sensor detecte un dato por encima del umbral estipulado se genere una alerta.

Con una llamada robotizada se avisa al operario de la granja asignada sobre la falla. También llama y envía mensaje de texto al coordinador, al galponero, al encargado del área de mantenimiento y a una persona encargada de la empresa de monitoreo. De esta

manera se aseguran de que todas las personas de la cadena están informadas oportunamente.

En Puerto Gaitan durante el transcurso del año, la temperatura generalmente oscila entre 22 °C a 34 °C lo que hace necesario que los galpones tengan ambiente controlado para ayudar a generar el confort que el volumen de animales requiere. Por las paredes cae agua fría la cual es esparcida por todo el galpón con ventiladores de gran tamaño dando sensación de rocío de agua y bajando la sensación térmica interior. Hay instalados sensores que controlan la temperatura y dependiendo de los parámetros determinados se prende o apagan los extractores que generan un túnel de aire frío.

La zona en la que se encuentra la empresa Aliar es aislada y la electricidad puede tener variaciones que alteran el buen funcionamiento de la tecnología implementada. En el pasado tuvieron varios siniestros donde se morían miles de animales al fallar del sistema por descargas eléctricas. Esto ocurría porque al irse la luz el sistema dejaba de operar y se suspendía la generación de aire fresco. Adicionalmente tampoco bajaba las cortinas que actúan como muros en los galpones y los animales morían asfixiados por falta de oxígeno. Actualmente se logró parametrizar tecnológicamente una medida de contingencia cuando esta situación se presenta y es que cuando el sistema deja de recibir energía, automáticamente se caen las cortinas para que los cerdos puedan respirar y no se ahoguen por el encierro.

Una de las premisas de Aliar es controlar todos sus costos de producción y uno de los más altos es la comida de los animales. Por esto la planta de alimento balanceado es propia y está a poca distancia de los silos donde se almacena el alimento y de los animales. Actualmente es la planta del sector pecuario con mayor inversión tecnológica de Latinoamérica.

La distribución del alimento de los cerdos está automatizada. El concentrado se transporta desde la planta a unos silos donde se almacena y es distribuida a través de cada granja por tuberías con tornillos sin-fin donde finalmente llega a los comederos de los animales en la cantidad y momento correctos. Este proceso permite que la labor del operario se concentre en observar y analizar a los animales y su comportamiento y no sólo a repartir comida.

La telemetría y sensorica han permitido tener un sistema de seguridad que permite evitar siniestros que pueden representar una pérdida económica gigantesca para la empresa. Teniendo absoluto control de las variables ambientales la empresa ha mejorado la productividad y rentabilidad de su negocio.

El próximo proyecto de Aliar es que la información ambiental de todos los galpones monitoreados se correlacionará con los parámetros productivos de la granja como consumo de alimento, mortalidad, peso de los animales y conversión alimenticia. Esto permitirá llegar a conclusiones que optimizarán aún más los recursos para incrementar su rentabilidad. En un horizonte dos y con el ánimo de continuar con procesos de mejoramiento, en optimizar recursos y en diversificación y ampliación de mercados, la empresa tiene planes de incorporar más tecnologías de la industria 4.0 como sensores más especializados, Big Data e impresoras 3D para dar respuesta oportuna a temas asociados a mediciones más exactas y de mayor alcance, repuestos de maquinaria y nuevos instrumentos para dosificar alimento o medicamentos.

Como se puede evidenciar, Aliar ha reconocido en la Revolución 4.0 un gran aliado para mejorar y optimizar procesos de producción con resultados muy satisfactorios. Los directivos de la empresa están convencidos de que sólo han podido lograr los resultados actuales con la ayuda de la tecnología, la cual les ha permitido tener una

visión total del negocio y controlar aspectos que sin medición y datos no hubieran detectado.

Tecnológicamente su camino ha sido de grandes aprendizajes y enriquecedor para el sector pecuario de Colombia y la región latinoamericana.

## **2. Los factores que afectan la productividad en las explotaciones porcícolas colombianas.**

En la producción porcícola hay innumerables factores internos y externos al negocio que pueden comprometer la productividad de la empresa. Algunos afectan a los animales y generalmente pueden ser controlados. Otros son situaciones del sector que pueden impactar directa o indirectamente en la rentabilidad del negocio y no siempre se puede tener un control sobre ellos. A continuación, se enumeran los más representativos y a los cuales se les debe aplicar un mayor control para mitigar su impacto negativo.

### ***2.1. Factores internos***

- Factores Ambientales

**Temperatura:** Es la propiedad física que se refiere a las nociones comunes de calor o ausencia de calor. En este caso se refiere a la temperatura interna de los galpones y es una variable que afecta directamente a los animales ya que los cerdos no tienen glándulas sudoríparas y no pueden ser regulados por medios fisiológicos.

Dentro de los galpones existen varios microclimas donde se pueden encontrar temperaturas diferentes dependiendo de la etapa de desarrollo del animal.

La temperatura ideal para las 3 primeras semanas de vida (lactancia) es de 30-32 grados centígrados. De la tercera semana en adelante se puede bajar 2 grado semanalmente hasta llegar a una temperatura entre 18-22 grados centígrados. Esta es la temperatura ideal para un cerdo en precebo<sup>4</sup> y ceba<sup>5</sup>.

Los lechones nacen con reserva de grasa baja y no tiene la capacidad de calentarse, por esto dependen de fuentes de calor externos como lámparas de gas, lámpara infrarroja o paneles de agua caliente. Con la calefacción adecuada se puede garantizar un mejor resultado técnico.

Es probable que el lechón si no recibe la calefacción adecuada no desarrolle el potencial genético en el transcurso de su vida y este animal queda como un problema oculto para la eficiencia productiva de la granja. En el peor de los casos puede morir porque al no tener la reserva de calor se acercan a la madre y ella lo puede aplastar con su peso.

Cuando las temperaturas son muy altas o bajas se altera el consumo de alimento. Si es muy baja el animal no gana lo esperado porque todo lo que come lo utiliza en su termorregulación y si es muy alta pierde apetito y no ingiere la cantidad de alimento necesario para ganar peso.

Adicionalmente, un reto extremo de temperatura puede alterar el comportamiento en los animales generando canibalismo.

**Humedad relativa:** La humedad relativa es un indicador de la calidad del aire puesto que depende del equilibrio de calor y humedad que hay en el alojamiento. En otras palabras es la cantidad de humedad en el ambiente. Este factor ambiental es determinante ya que entre temperatura y humedad relativa se genera la sensación térmica del animal.

Al tener altas temperaturas se presenta caída en la humedad relativa.

---

<sup>4</sup> Etapa de la vida de un cerdo que va desde los 6 kg hasta los 32 kg de peso. Generalmente este incremento de peso se logra en 7 semanas.

<sup>5</sup> Etapa que precede al Precebo donde el cerdo llega con un peso de 32 kg y finalmente sale de 120 kg para planta de beneficio.

La baja humedad relativa o ambiente seco puede abrir la puerta a enfermedades de tipo respiratorio por resecamiento. En el sistema respiratorio, la humedad de la mucosa del tracto respiratorio es vital para evitar que ingresen microorganismos al cuerpo del animal; si ésta se reseca por falta de humedad en el ambiente el animal se vuelve más susceptible a las infecciones.

Por otro lado, la alta humedad relativa del ambiente puede favorecer la proliferación de agentes infecciosos porque se vuelve un caldo de cultivo al estar en permanente humedad.

**Velocidad del viento:** Las instalaciones deben mitigar las adversidades climáticas inherentes al medio ambiente, proporcionando una mayor comodidad a los animales en todas las fases de la explotación.

Al tener una adecuada velocidad del viento se favorece la sensación térmica del animal. Si es muy fuerte genera desgaste energético del animal porque debe gastar energía tratando de calentarse. Por el contrario, si la velocidad del viento es muy baja, el animal puede sufrir choques de calor y no habrá recambio de gases en las instalaciones lo que podría favorecer la aparición de enfermedades y propagarse rápidamente.

El confort del animal, en términos de temperatura, se debe al manejo que se le da a la velocidad del viento y a la humedad relativa.

La mejor manera que se tiene para ayudar a bajar su temperatura corporal es mediante corrientes de aire que contribuyan a aumentar las pérdidas de calor por convección.

La ventilación forzada que genera el tunel de viento o agitador de aire es el sistema, habitualmente, idóneo para la extracción del polvo ambiental, de la humedad y de los gases nocivos en los galpones de la granja.

- Factores de Manejo

**Suministro de alimento:** En la mayoría de las fases de desarrollo lo ideal es que el animal tenga alimento a voluntad, o sea que el comedero tenga disponibilidad permanente de alimento concentrado. En la única etapa del animal en que se debe regular y controlar la ingesta de alimento es en la gestación (PIC, 2017). Esto con el propósito de que la hembra no se engorde por encima del rango óptimo y no afecte la producción de leche por exceso de grasa para los lechones. La viabilidad de los lechones también se puede ver afectada por hembras obesas ya que sus condiciones de salud disminuyen. Esta función depende de un operario de la granja y es crítica para alcanzar los resultados esperados. En la actualidad hay algunas alternativas que ayudan a garantizar el correcto suministro de alimento a cada animal automatizando su entrega por medio de tolvas.

**Detección de enfermedades:** Detectar las enfermedades o comportamientos diferentes del animal se vuelve indispensable ya que una detección a tiempo puede evitar la muerte del individuo o la proliferación de una enfermedad que puede afectar a todos los animales de la granja. Cuando la hembra no come hay sistemas que alertan sobre el comportamiento ya que tiene un chip en la oreja que ayuda a tomar datos.

**Lavado y secado de corrales:** Cuando se pretende desinfectar una instalación por medio del lavado, un paso indispensable es el secado de dicho espacio. Las bacterias son susceptibles a morir en espacios libres de humedad ya que se neutraliza el ambiente ideal para su conservación y proliferación. Por este motivo, generalmente, se eliminan más bacterias en el secado que en el mismo proceso de lavado. El exceso de humedad en el piso puede ocasionar lesiones podales<sup>6</sup> por debilitamiento y ablandamiento del casco, lo que favorece la entrada de bacterias y hongos en el cuerpo del animal (Gadd, 2005).

---

<sup>6</sup> Según la real Academia de la Lengua es relativo o perteneciente al pie o pata.

**Selección de grupos de lechones:** Al destetarse los lechones son juntados en grupos dependiendo de su peso y del género. Cada animal debe tener 3 zonas diferentes en el corral para su óptimo desarrollo. Estas son, zona de descanso, de alimentación y de necesidades fisiológicas. Cada una debe tener un espacio específico donde el animal se pueda mover libremente entrando y saliendo de ella cuando lo desee.

El área requerida de los corrales va en función del peso de cada lechón. Si la densidad es muy alta (muchos animales por m<sup>2</sup>), puede abrirse paso a enfermedades y comportamientos agresivos como canibalismo. Tampoco es ideal que la densidad sea muy baja porque puede afectar la ganancia de peso del animal ya que se puede mover demasiado dentro del corral.

- Factores sanitarios:

Las enfermedades pueden ingresar al ambiente de una granja de cuatro maneras, la primera es través de animales portadores que diseminan la enfermedad. La segunda es por ingreso de materiales contaminados incluyendo agua o alimento, medicamentos, semen, vehículos etc. La tercera forma es a través de personas que son los operarios y visitantes. La cuarta forma es a través de la fauna silvestre y doméstica como ratones, perros, gatos, zarigüeyas entre otros.

La productividad de una granja analizada desde el factor de sanidad se ve afectado, principalmente, por enfermedades reproductivas, respiratorias y digestivas en los animales. En el sistema afectado se pueden presentar de manera viral o bacteriana.

Una enfermedad viral se caracteriza porque el virus invade las células vivas normales del animal y las aprovechan para multiplicarse y producir otros virus similares. Esto, tarde o temprano, mata la célula afectada. “Las infecciones virales son difíciles de tratar porque

los virus viven dentro de las células del cuerpo del animal y están protegidas contra los medicamentos que suelen trasladarse a través del torrente sanguíneo” (Genfar, 2016).

Las enfermedades bacteriana son aquellas causadas por bacterias patógenas. Son microorganismos microscópicos que tienen una sola célula sin núcleo y viven en todo tipo de medios y ambientes. Este tipo de bacterias provoca enfermedades mediante la producción de toxinas o sustancias nocivas, transmitiéndose, invadiendo tejidos del organismo, adhiriéndose a las células del hospedador o evadiendo el sistema inmunitario (MSD, 2019).

**Enfermedades reproductivas:** Las más comunes y agresivas del grupo de las virales son parvovirus, circovirus, PRRS, influenza y del grupo de las bacterianas son *Leptospira* y *Erysipelae*. Aumentan número de nacidos muertos, momias y abortos. En ocasiones estas enfermedades generan la muerte en hembras de cría.

Las que generan secreciones vaginales son bacterianas y las principales son *Alcanobacterium pyogenes* y *E. coli*.

Estas enfermedades afectan de manera crítica el índice de reproducción en la granja brindando poco tiempo de reacción y graves consecuencias en los animales.

**Enfermedades respiratorias:** Estas son bacterianas generalmente y causan problemas respiratorios causando neumonía y pleuritis. Esto se traduce en baja ganancia de peso diaria y en algunos casos muerte. También afectan la composición de la canal porque se vuelve grasosa y por ende pierde valor comercial.

Las enfermedades respiratorias bacterianas mas comunes son *Pasteurella*, *Bordetella*, *Actinobasilus suis*, *Actinobasilus pleuropneumoniae*, *Haemophilus parasuis* y *Streptococcus*.

Otras afecciones respiratorias como influenza, PRRS y circovirus generan neumonía y aumento en el porcentaje de disparidad en los lotes de lechones en todas sus etapas desde el nacimiento hasta la venta y también afecta a las hembras de cría.

**Enfermedades digestivas:** se dividen en virales como rotavirus o PED y coronavirus. Las bacterianas son e-coli, clostridium, coccidia y soprota suis.

La más agresiva de este grupo es viral y se trata del PED. Genera lo que se denomina diarrea epidémica porcina la cual afecta a todos los animales en cualquier edad desde los recién nacidos hasta los cerdos cebados en la granja. Cuando no se trata correctamente se puede convertir en PED crónico y éste sólo afecta a los animales de parideras y precebo.

Las enfermedades digestivas aumentan el índice de mortalidad, disminuyen la ganancia de peso diaria y aumentan la conversión alimenticia, que es cuando el animal requiere más cantidad de alimento para generar músculo.

- Factores Nutricionales:

Un correcto ofrecimiento de minerales y vitaminas debe llevarse a cabo para que los animales puedan estar en una condición de equilibrio metabólico y aumenten de peso de manera eficiente. En una condición donde el animal recibe niveles de estos nutrientes un poco por debajo de sus necesidades o cuando el suministro de estos nutrientes no se da en una forma equilibrada, se produce una subutilización de la dieta y de la ganancia de peso.

Por otro lado, cuando ocurre un correcto aporte de vitaminas y minerales, son favorecidos el metabolismo y el sistema inmunológico y se alcanzan las ganancias de peso de acuerdo con el potencial del animal (Chica, Everton, Palestro & Colicci, 2015).

La función principal de un nutricionista es velar porque el animal reciba una dieta balanceada y debe reaccionar con celeridad a las variaciones nutricionales y de disponibilidad de los ingredientes que se presentan permanentemente.

**Disponibilidad y costos de las materias primas Macro:** Las Materias primas denominadas macro son el maíz y la torta de soya ya que van en gran volumen en la dieta del animal. Se estima que el 70% del costo de producción de una granja está representado en el alimento que se les suministra a los cerdos y de éste el 80% está representado en el costo de los macros. Para el consumo animal en Colombia se debe importar al país el 100% de estos dos ingredientes ya que lo que se produce internamente es destinado a consumo humano. Al ser importadas, las materias primas, se ven afectadas por la disponibilidad de venta de los países productores como Brasil, Argentina o Estados Unidos, adicionalmente lo impacta el valor de la TRM que esté vigente en el momento de la nacionalización y finalmente el arancel que aplica a este tipo de productos.

**Calidad de las materias primas:** No sólo la disponibilidad de las materias primas es un factor para tener en cuenta a la hora de formular la nutrición del animal. También es indispensable verificar la calidad de dichos ingredientes ya que, al ser importadas, han sufrido un proceso de almacenamiento en vehículos de transporte terrestre y marino largos pasando por puntos críticos que pueden contaminarlas y esto a su vez impactar negativamente en los resultados zootécnicos y costos de producción de la dieta porque se les tiene que tratar con productos especializados para eliminar los hongos y plagas con los que puedan estar contaminados (Hess, 2019).

**Riesgos microbiológicos y calidad de agua:** No tener control de la calidad de las materias primas y del agua que se va a consumir el animal puede generar pérdida de parámetros zootécnicos e incluso la muerte en los cerdos por la ingesta de patógenos como salmonella, e-coli, clostridium a través alimentos y agua contaminados.

El nutricionista debe revisar constantemente los análisis bromatológicos de las materias primas más susceptibles a contaminación y ajustar su formulación de acuerdo

con estos análisis. El agua se puede tratar con programas de sanitización y purificación adecuados al reto microbiano de cada granja ya que por ser generalmente aguas de ríos y quebradas tienen diferentes niveles de contaminación.

## ***2.2. Factores externos***

El análisis del entorno macroeconómico es vital para saber en que condiciones compete una empresa nacional con otras similares alrededor del mundo. Por lo tanto hay factores externos a la empresa que se deben analizar y tener en cuenta por el impacto que pueden representar en el negocio.

Uno de los mecanismos que tienen los países para acceder a mercados internacionales y para abrir su economía al mundo es suscribir acuerdos de libre comercio (TLC) que les permita ingresar productos al país con ventajas arancelarias.

Ante la necesidad de mejorar para poder competir con los demás países de la región, el sector porcícola colombiano se encuentra trabajando en la implementación de buenas prácticas de producción porcina. También busca organizarse bajo sistemas de economías de escala e integración vertical para mejorar su nivel de competitividad, de forma tal que les permita en el futuro cercano, después de cubrir la demanda nacional, pensar en alcanzar mercados potenciales.

Para el sector porcícola la globalización y los tratados de libre comercio son y serán un reto y una amenaza. Un reto porque existe la posibilidad de incursionar en mercados internacionales, tanto de la región andina como de Asia, y una amenaza dada por los altos costos de producción sobre los cuales muy poco puede hacer el poricultor y que tendrá que defenderse ante productos importados con costos de producción mucho más bajos que los vuelven más competitivos.

El crecimiento del sector hoy en día depende de las condiciones globales que se presenten, como la tasa de cambio, franjas de precios de las materias primas, ingreso de carne proveniente de otros países para cubrir parte del consumo local entre otros.

La empresa surge debido a la necesidad creciente de las personas de adquirir productos para su consumo, esta naturaleza masiva de la demanda de bienes, sólo puede ser respondida por organizaciones de personas que sean capaces de responder masivamente y que estudiando la conducta del consumidor adapten productos o bienes a la medida del comprador.

La Tasa Representativa del Mercado (TRM) es un factor que determina en gran medida la rentabilidad del negocio porcícola en el país. La gran mayoría de materias primas requeridas para la producción de alimento concentrado (commodities, aminoácidos, vitaminas, minerales entre otros) son importadas desde todos los continentes por lo cual la TRM es un cordón umbilical que se articula con la dinámica de costos del sector. La volatilidad de este indicador corresponden a movimientos especulativos que impactan los flujos de capital que fluyen al mercado financiero.

Adicionalmente se presenta otro frente con el cual hay que competir que es el de nuevas organizaciones participantes con alta rivalidad y músculo económico fuerte que entran al país desear de capturar la mayor porción posible del mercado, el control que ejercen los proveedores sobre materias primas necesarias para la producción y el poder de negociación de los compradores del producto final como animales en pie o las canales. Finalmente los productos sustitutos pueden convertirse en una amenaza para el crecimiento del consumo de carne de cerdo afectando directamente al productor. Esto obliga al sector porcícola, incluidas las asociaciones, productores y comercializadores a volverse recursivos, dinámicos y tener una excelente comunicación con el consumidor final para incentivar el consumo de cerdo como la carne y los subproductos,

desmentiendo y aclarando posibles sesgos mentales que pueda tener el mercado. El incremento de la competitividad del sector y del negocio se logra con mejores desarrollos productivos y para ello es clave la sanidad realizando tareas permanentes para controlar enfermedades y proteger el mercado local, así como tener mayores oportunidades en el exterior.

### ***2.3.El Mercado: desafíos y necesidades***

El cerdo históricamente ha sido ultrajado, y se han generado diversos mitos frente al consumo de su carne. Sólo desde hace algunos años se ha demostrado con pruebas y estudios contundentes que esta carne es saludable e ideal para el consumo humano. En el año 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS) denominó la carne de cerdo como “carne blanca”.

Hoy en día la producción porcícola permite alcanzar niveles de carne magra superiores, es decir que esta carne tiene muy poca grasa, y por eso hay muchos cardiólogos que sugieren su consumo. Las grasas poliinsaturadas e insaturadas, que son las benéficas, están en alto porcentaje en esta carne.

Los detractores del cerdo sostiene que hay un alto riesgo de adquirir enfermedades por medio del consumo de la carne, sin embargo se ha comprobado que es mucho más riesgoso consumir vegetales que no hayan sido lavados de modo adecuado, que pueden estar contaminados con materia fecal humana, que contenga huevos de taenia solium o solitaria, los cuales producen cisticercosis o lavas que pueden migrar al cerebro (Vergara, 2017).

En Colombia desde hace cinco años hasta la fecha se ha duplicado el consumo per cápita de carne de cerdo alcanzando un indicador de dos dígitos superior a 10 kilogramos por habitante. Porcentualmente este incremento de consumo ha sido del 10% anual desde

el 2014. Según Jeffrey Fajardo López presidente de Porkcolombia<sup>7</sup>, se ha realizado un trabajo importante para consolidar la carne de cerdo como una de las preferidas del país. En Colombia ocupa el tercer lugar, después de las aves y de los bovinos; pero porcentualmente es la carne que más ha aumentado su consumo en Colombia en los últimos años.

El desafío principal para el sector porcícola en toda su cadena productiva es seguir insentivando el consumo de la carne de cerdo por medio de campañas publicitarias, eventos, asequibilidad y accesibilidad a la carne de excelente calidad en expendios, comercializadoras y mercados. y que se desmientan los mitos malignos que hay sobre el tema.

Adicionalmente se deben seguir superando las barreras que restan competitividad en la producción de dicha carne y que restringen la disponibilidad en el mercado e incrementan el precio al consumidor final.

### **3. Modelo para mejorar los procesos de granjas de producción porcícola aplicable a empresas del sector de tamaño mediano y pequeño para incrementar su productividad**

#### ***3.1. Actualidad de las granjas productoras porcícolas***

Actualmente en el territorio nacional la concentración de las granjas porcícolas de mayor producción y mejor control de sus procesos se encuentran en Antioquia con un

---

<sup>7</sup> Asociación Colombiana de Porcicultores

35.51%, Central (Bogotá, Cundinamarca, Boyacá, Meta y Tolima) con un 22.92%, Costa Atlántica (Atlántico, Sucre, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira y Magdalena) con un 6.72%, Occidental (Quindío, Risaralda, Caldas y Valle) con un 27.93%, Oriental con un 2.64% y Sur (Cauca, Nariño, Huila y Caquetá) con un 4.28%. (Finagro, 2016) (Beltrán, Lizcano & García, 2017).

Buena parte de la porcicultura se trabaja en Colombia de la misma manera como se trabaja en el mundo. Granjas tecnificadas, con alimentación balanceada, en condiciones adecuadas para buscar el mayor bienestar de los animales y las mejores condiciones económicas del negocio. Si bien hay pequeñas variaciones entre un sistema productivo y otro, lo que se aplica en el país son las mejores prácticas que se utilizan a nivel mundial.

Esto no quita que hay diferentes dificultades, desafíos y necesidades. Una de ellas es la dificultad para encontrar mano de obra que quiera trabajar en granjas de producción pecuaria. La violencia y la falta de oportunidades de desarrollo profesional en las áreas rurales han generado una alta migración de las personas jóvenes hacia las ciudades. Sin embargo se espera que en 2025, nuevos conceptos, conocimientos y prácticas detendrán o incluso revertirán el flujo de migración de las zonas rurales a los centros urbanos (ANDI, 2018).

Otro aspecto limitante es la ubicación geográfica de gran parte de las granjas de producción. El POT (Planeación de Orden Territorial) de cada región obliga a los poricultores a estar alejados del área urbana y esto dificulta la posibilidad de tener acceso a luz eléctrica con flujo constante, redes de telefonía e internet.

Adicionalmente hay un retraso en la adopción de nuevos manejos y tecnologías disponibles por parte de un segmento importante del sector. Entre más pequeña sea la empresa tiende a manejarse de manera más artesanal e intuitiva. Dentro de sus prácticas de control generalmente no se llevan registros de información en ningún medio, sea papel

o un medio electrónico como computador. Es en estas empresas donde se debe hacer un trabajo más fuerte y constante para que logren salvar la brecha generada y llevarlas al nivel productivo óptimo.

### ***3.2. Modelo basado en Analítica e Internet de los Animales para incrementar productividad y tener mayor control de los procesos actuales***

Gran parte de las decisiones que se toman en una granja son subjetivas y son tomadas por operarios o personas que no logran dimensionar el alcance de éstas. La idea es implementar herramientas que permitan volver estas decisiones más objetivas y que sean tomadas oportunamente e incluso preventivamente por las personas a las cuales les afecta los resultados obtenidos como lo son los operarios, directores de granja, gerentes técnicos y propietarios.

Esto se logra al combinar la analítica, un software especializado y sensores ubicados en los galpones de producción.

Midiendo factores del ambiente y correlacionándolos con datos del resultado final como peso al destete, peso al desposte o conversión, permite entender cuales de esos factores fueron los más relevantes para llegar a los resultados obtenidos. Los datos se pueden consultar en tiempo real para poder tomar decisiones inmediatas<sup>8</sup>.

Las herramientas indispensables que requiere un productor para implementar el modelo por medio de sensorica son un computador y software especializado para almacenar y organizar los datos, teléfono fijo, celular y electricidad. Si alguno de estos

---

<sup>8</sup> [Fernández, J. (s.f). Asimetrix: transformando datos en proteína. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=kxGolQwt638>

recursos no está disponible pone en riesgo la veracidad de la información que arrojen los sensores.

Este modelo exige llevar los datos de producción diarios, mínimo en hojas de Excel, pero preferiblemente en un software de producción porcícola especializado como PIG Champ, Agriness, PIG Win, PIG Knows etc... (estos son los que más se utilizan en Colombia).

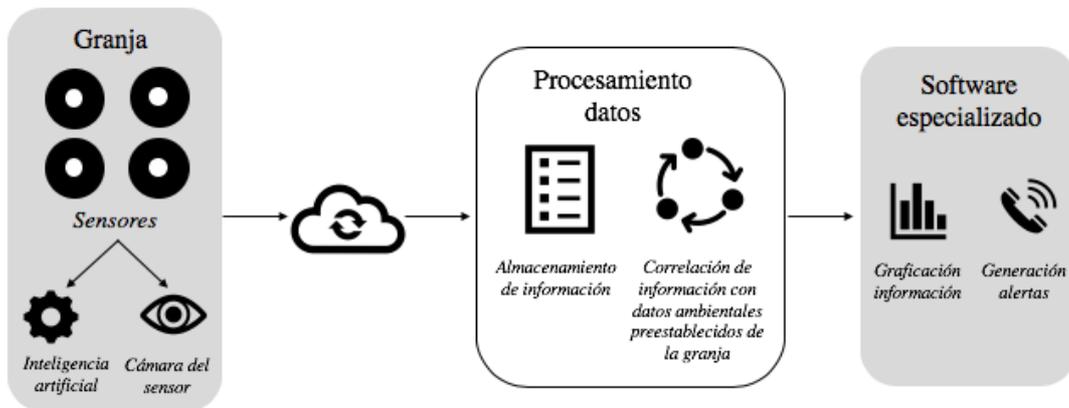
El acceso a flujo de energía constante en la granja es indispensable, sea a través de cableado o por medio de planta eléctrica ya que los sensores se alimentan de ésta. Así mismo los sensores trabajan con señal telefónica por lo cual debe llegar la señal de algún operador telefónico para que se puedan capturar los datos.

El sensor captura los datos del entorno (parámetro establecido), hace la medición y manda la información por señal telefónica a la nube. De ahí descarga en el software o programa de visualización gráfica lo que se está capturando en tiempo real. Esta información le llega a la empresa administradora de los sensores la cual tiene un técnico experto en analítica y en zootecnia o veterinaria. El conocimiento de este técnico debe abarcar ambas ramas para poder analizar y comprender la información arrojada y proponer soluciones al propietario. La comunicación entre el técnico experto y el operario es permanente en todo el proceso ya que ambos dependen de la información que el otro les brinde para poder lograr los objetivos propuestos.

El sistema tiene ayudas para las situaciones repentinas extremas configurando unas alertas al cliente cuando los sensores detecten picos preestablecidos en el ambiente (muy altos o bajos). Estos pueden ser mensajes de texto al celular, correo electrónico o incluso llamada al celular robótica.

El software es importante para que todas las partes involucradas puedan evaluar y medir la evolución del objetivo que se trazó y visualizar en que medida se va alcanzando.

También para la empresa de analítica que apoya el proyecto es una herramienta esencial para poder determinar las oportunidades de mejora en el cliente.



Hay que tener una persona de la empresa productora responsable del ingreso de la información al sistema (registros diarios: partos, mortalidad, inseminaciones, fallas reproductivas, consumos de alimento, tratamientos sanitarios, planes de vacunación, traslados entre centros de costo (cría, precebo y ceba) y ventas de animales.

Esta misma persona puede ser la encargada de controlar la ejecución de los planes de trabajo que el cliente y el técnico determinen según la prioridad.

Su función es controlar que los procesos pasen y que las personas los realicen de manera óptima. Esta persona también supervisará que los sensores estén funcionando correctamente y capturando datos de manera continua. Debe estar en capacidad de pensar en acciones inmediatas de manejo con base en la información que arrojen los sensores para aumentar el confort de los animales.

La información no sólo sirve para tomar decisiones técnicas. También es muy poderosa en el análisis económico y financiero de la empresa ya que ayuda a medir la rentabilidad del negocio. Los datos dan una idea más verídica de donde debe ser el foco del trabajo para mejorar la utilidad y ganancias del cliente teniendo control de cada centro de costos y del P&G.

El cliente debe estar dispuesto a mejorar en lo que el técnico experto y el sistema lo indiquen. Debe tener apertura de mentalidad y estar receptivo al cambio porque probablemente se requieran hacer ajustes en procesos, protocolos, infraestructura e incluso cambio de personal.

El técnico experto que acompaña el proceso de tecnología y analítica debe estar muy alineado con la empresa de producción y conocer profundamente las instalaciones y los procesos del cliente. Esto permitirá tener un intercambio de información con los operarios que lleve a una toma de decisiones entendiendo los cambios que se presentan día a día en el manejo normal de la granja. La información que el operario suministra a dicha persona debe ser oportuna y clara.

La empresa que administra los sensores monetizará su operación realizando un cobro mensual ya que se encarga de la instalación y mantenimiento de los sensores, visualización de información y generación de alertas. Adicionalmente debe tener una persona disponible permanentemente para atender las dudas e inquietudes de los operarios para tomar decisiones rápidas. Como entregable al cliente se realizarán comités periódicos para evaluar las tendencias y progresos del proyecto.

### ***3.3. Beneficios de implementar el modelo propuesto***

Cuando un cliente decide implementar el modelo propuesto su mayor ganancia será poder tener la información medible de los procesos de su empresa y así tener las herramientas necesarias para tomar decisiones a tiempo sobre estos. Los beneficios de implementar este sistema en las granjas se verán desde el primer momento en que se empiecen a realizar acciones que impacten positivamente cada uno de los procesos.

El incremento de la rentabilidad del negocio también es un factor que se verá impactado de una manera positiva porque al mejorar en procesos y manejos

inmediatamente los animales estarán en mejor condición para optimizar su producción y así generarse una mejor venta al final del ciclo.

Los resultados de una granja porcina pueden diferenciarse entre buenos y excelentes sólo con unos pocos gramos de carne entre una y otra. La ganancia de peso del cerdo se ve afectada por muchísimos factores y los que no son controlados en el momento correcto harán que el animal no gane el peso esperado o incluso pierda el ya obtenido. Así mismo se verán afectadas las hembras de cría, el número de lechos que tenga por camada y el peso de éstos al momento del destete.

Con el análisis de datos que arrojan los sensores se pueden analizar de una manera más ágil y exacta las situaciones ayudando al productor a tomar decisiones más acertadas que se traduzcan en más proteína producida y a su vez en más dinero y rentabilidad para su empresa.

## Conclusiones

La realización de este artículo tuvo como objetivo presentar una propuesta de carácter administrativo que ayude a las empresas porcícolas de Colombia a volverse más eficientes en su proceso de producción para que a su vez alcancen una mayor rentabilidad financiera de su negocio.

Esta propuesta no sería viable sin la implementación de algunas de las herramientas que la Industria 4.0 pone a disposición de las empresas y sectores que estén dispuestos a implementarlas de manera rápida y juiciosa en su seguimiento.

Para poner en contexto la situación y el punto de evolución en el que va la industria porcícola se analizó la historia de la empresa Aliar. La eficiencia en resultados que ha logrado gracias a la implementación de este tipo de tecnologías la ha convertido en ejemplo de la región Latinoamericana al ser pionera en romper el paradigma de la producción tradicional y entendiendo que al controlar a profundidad y exactitud los factores ambientales, de manejo, sanitarios y nutricionales de las granjas por medio de la tecnología se logran resultados excepcionales.

Es importante resaltar que es necesario desarrollar estrategias que permitan producir más comida de calidad para la población mundial ya que esta crece y a ese mismo ritmo debería incrementarse la producción de alimentos. Al ser la proteína animal una fuente de valor nutricional fundamental para el ser humano, la industria porcícola representa un papel fundamental en este momento de la historia.

Haciendo una síntesis de lo expuesto anteriormente permite concluir que:

- La empresa Aliar ha desarrollado un trabajo trazando un camino para empresas que queiran optimizar su producción y su rentabilidad por medio de la Industria 4.0.

- La producción porcícola tiene una gran cantidad de factores que la impactan y la afectan de manera negativa si no son detectados, controlados y gestionados a tiempo y concientemente.
- La Industria 4.0 pone al servicio de los productores una gran cantidad de alternativas las cuales bien implementadas tienen un alto impacto en la eficiencia operativa y financiera de cualquier empresa.
- Incursionar en nuevas tecnologías en una industria pecuaria que ha sido manejada de una manera tradicional por tanto tiempo significa un cambio de paradigma en sus líderes y colaboradores ya que deben creer en el aporte de éstas.
- La tecnología por sí sola no puede resolver los desafíos de eficiencia y producción de una producción porcícola. Siempre será necesaria la intervención humana para que en dúo se alcancen los objetivos trazados.
- Implementar el modelo que se propone en este artículo puede ayudar a mejorar la rentabilidad económica de la empresa porcicola siempre y cuando se cuente con las condiciones exigidas para su correcta ejecución.

## Referencias

- Alarcon. (2016) Cuarta revolución industrial, un enorme desafío para el mundo. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16611909>
- ANDI. (2018) Desafíos del mercado: balance 2018 y perspectivas 2019. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. Recuperado de <https://imgcdn.larepublica.co/cms/2018/12/28132344/ANDI-Balance-y-Perspectivas.pdf>
- Beltrán, W., Lizcano, D. & García, M. (2017, Febrero) División geográfica de la porcicultura actual [Tesis de Especialización]. Universidad Externado de Colombia, Bogotá.
- Carvajal-Larenas, F. (2016) Creación de nuevas tecnologías. El futuro de los alimentos en el 2025: una perspectiva global. Revista de la facultad de ciencias químicas.
- Centro Virtual de Negocios-Investigación de mercados  
<https://www.cvn.com.co/>
- Chica, J., Everton, D., Palestro, L. & Colucci, R. (2015) La Nutrición y Alimentación en Crecimiento y Terminación, para Maximizar la Productividad y Rentabilidad del Cerdo Moderno.
- FAO. (2018) El gran negocio alimentario de las proteínas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de [https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700\\_390520.html](https://elpais.com/economia/2018/03/22/actualidad/1521721700_390520.html)
- Gadd, J. (2005) Guía John Gadd de soluciones en producción porcina. Diseases of the swine.
- Genfar. (2016) Infecciones Virales. Recuperado de <https://www.genfar.com.co/infecciones-virales/>
- Hess, A. (2019) Have we been too lax with finisher feed mill biosecurity? National hog farmer daily.

MSD Salud. (2019) Infecciones Bacterianas. Merck Sharp & Dohme de España. Recuperado de <https://www.msdsalud.es/cuidar-en/infecciones/infecciones-bacterianas/es-una-infeccion-bacteriana.html>

ONU. (2019) Una población en crecimiento. Organización Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>

Perasso. (2016) Que es la Cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos). Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>

PIC. (2017) Manejo de hembras y primerizas PIC. Recuperado de [https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/GiltandSowManagementGuidelines\\_2017\\_Spanish\\_Metric.pdf](https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/GiltandSowManagementGuidelines_2017_Spanish_Metric.pdf)

Revista Dinero. (2014) Llanero solitario: entrevista a Jaime Liévano. Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/agropecuaria-aliar-planes-para-futuro/202134>

Schwab. (2017) La Cuarta Revolución Industrial.  
[http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20\(1\).pdf](http://40.70.207.114/documentosV2/La%20cuarta%20revolucion%20industrial-Klaus%20Schwab%20(1).pdf)

Vergara, A. (2017) Desmentidos sobre la carne de cerdo. Revista Estudios de Literatura Colombiana.