

**Economía y desarrollo rural**

**Artículo de investigación científica y tecnológica**

# Identificación de las prácticas porcinas en granjas de la región Andina central de Colombia

---

 Johanna Trujillo-Díaz<sup>1\*</sup>,  Flor Nancy Díaz-Piraquive<sup>1</sup>,  Milton M. Herrera<sup>2</sup>,  
 Jairo Gómez Acero<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fundación Universitaria Internacional de la Rioja (UNIR). Bogotá, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá. Colombia.

<sup>3</sup>Fundación Universitaria Compensar. Bogotá. Colombia.

\* Autor de correspondencia: Fundación Universitaria Internacional de la Rioja (UNIR). Calle 100 No. 19-61 piso 8°, Bogotá – Colombia. Teléfono: (571) 5169659. Bogotá, Colombia. [johanna.trujillo@unir.net](mailto:johanna.trujillo@unir.net)

*Editor temático:* Pablo Zapata Murillo (Asesor IQuartil) Bogotá, Colombia.

Recibido: 23 de julio de 2019

Aprobado: 13 de octubre de 2020

Publicado: 15 de mayo de 2021

*Para citar este artículo:* Trujillo-Díaz, J., Díaz-Piraquive, F. N., Herrera, M. M., & Gómez Acero, J. (2021). Identificación de las prácticas porcinas en granjas de la región Andina central de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(2), e1535. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num2\\_art:1535](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num2_art:1535)



## Resumen

La industria porcina colombiana (IPC) presenta altos niveles de importaciones de carne de cerdo en canal desde EE. UU. debido a los tratados de libre comercio, y está orientada a abastecer la demanda interna, ya que no todos los departamentos están libres de fiebre porcina. Los porcicultores se enfocan en controlar los costos de la alimentación y la bioseguridad y en aumentar la tasa de natalidad. El problema de la porcicultura colombiana radica en la búsqueda por aumentar la rentabilidad y eliminar los intermediarios para llegar directamente al consumidor final. El objetivo de este estudio descriptivo fue identificar la aplicación de las prácticas globales respecto a las de la región Andina central de Colombia (RACC). Para esto, se diseñó un instrumento de medición a fin de determinar las prácticas de la IPC y los resultados se utilizaron para definir estrategias de mejora. El contenido del instrumento se validó con siete expertos no considerados en el muestreo. Los resultados se obtuvieron mediante una muestra probabilística con población finita para las fincas porcinas localizadas en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Huila. La población identificada en la RACC fue de 191 porcicultores, y la muestra calculada para la entrevista fue de 50 fincas. No obstante, la tasa de respuesta fue más alta y se logró aplicar el instrumento de medición en 53 fincas porcinas. Se encontró que los porcicultores desean crear nuevas líneas de negocio, pero no tienen confianza en la competencia y existe un déficit en tecnología, infraestructura, políticas públicas e incentivos económicos.

**Palabras clave:** cadena de suministro porcina, competitividad, gestión del conocimiento, prácticas porcinas, rentabilidad, sector porcino colombiano

## Identification of pig farm practices in the central Andean region of Colombia

### Abstract

The Colombian Swine Industry (CSI) has high pork carcass imports from the US due to the Free Trade Agreements (FTA) signed. The CSI is aimed at supplying domestic demand because not all departments are free of swine fever. In fact, pig farmers are focused on controlling the feeding costs and biosafety, and increasing the birth rate. The problem of the CSI is the search to increase profitability and eliminate intermediaries to be able to reach the consumer directly. This study is descriptive, and aims to identify the state-of-the-art of worldwide practices compared to the central Andean region of Colombia (CARC). For this, a measurement instrument was designed to identify the CSI practices, and the results were used to identify the improvement points for the CARC region. This instrument was validated with ten experts in terms of content, and these were not considered in the sampling. The results were obtained through a probabilistic sampling for a finite population comprised of pig farms located in the departments of Cundinamarca, Boyacá, Tolima, and Huila. The identified population was 191 pig farmers located in the CARC, and the sample calculated to be surveyed, was 50 pig farmers; however, the response rate was higher, and the measurement instrument was applied to 53 pig farmers. As a result, pig farmers want to create new business lines, but there is no trust with competitors. Besides, there is a deficit in technology, infrastructure, public policies, and economic incentives.

**Keywords:** Colombian swine sector, competitiveness, knowledge management, pig farm practices, profitability, swine supply chain

## Introducción

El cerdo es el tipo de carne más consumida a nivel mundial (Agricultural Marketing Resource Center, 2018), con un consumo promedio de 37,4 % equivalente a 110 millones de toneladas métricas (MTM). Por otro lado, el consumo de carne avícola, bovina y ovina es menor, con 35,3 % (104 MTM), 22,6 % (67 MTM) y 4,7 %, respectivamente (McGlone, 2013). El consumo de carne de cerdo colombiana ha ido en aumento desde el año 2009, de 4,22 kg/per cápita a 9,4 kg/per cápita en 2017, según la Federación Colombiana de Ganaderos (2018).

China es el primer país productor de carne de cerdo en el mundo, con una producción que representa casi la mitad de la registrada a nivel mundial, seguido de Estados Unidos (Agricultural Marketing Resource Center, 2018; McGlone, 2013) y Alemania (McGlone, 2013). Por su parte, dado que Colombia no tiene barreras de entrada para competidores globales en la industria porcina colombiana (IPC) (UN Comtrade, 2017), el mercado porcino en el país está compuesto por importadores y poricultores tecnificados, semitecnificados y no tecnificados (pequeña escala), que utilizan sistemas de producción tradicionales (Sociedad de Agricultores de Colombia [SAC], s. f.).

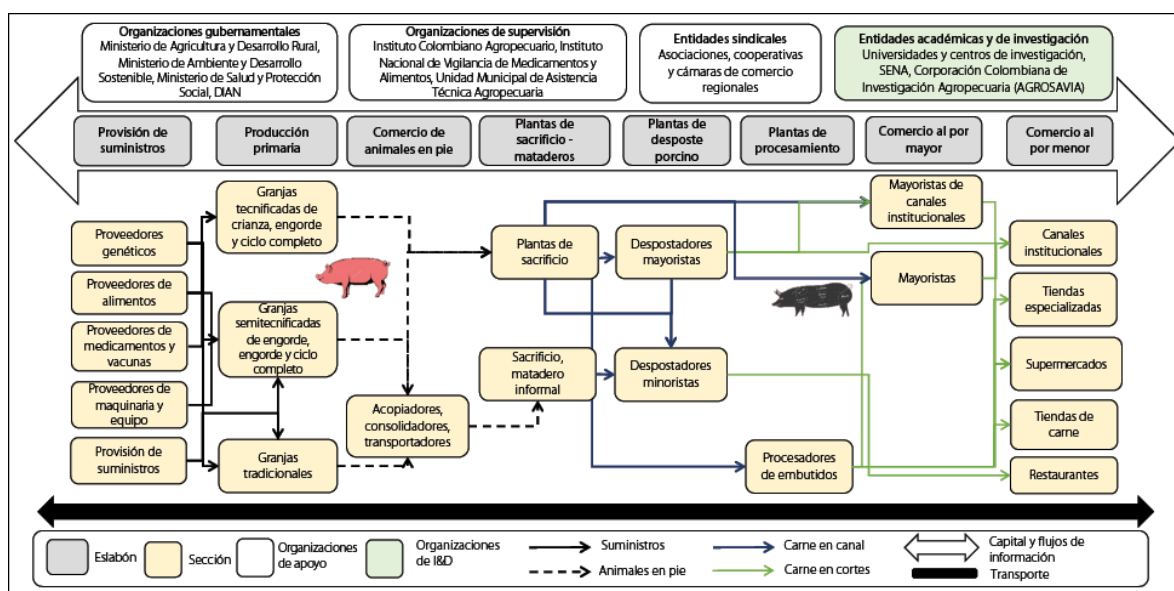
En Colombia, la agricultura es considerada la segunda actividad económica de mayor importancia (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016) y se subdivide en cultivos agrícolas y ganaderos (DANE, 2013). El producto interno bruto (PIB) agropecuario colombiano es de 6,5 % (DANE, 2015; SAC, s. f.) y los sectores porcino (11 %), bovino (43 %) y avícola (46 %) componen el mercado ganadero (DANE, 2013; SAC, s. f.).

La producción porcina colombiana tiene como objetivo abastecer la demanda interna (Trujillo-Díaz et al., 2019a). Desde 2008, las importaciones, la producción y el consumo de carne de cerdo en el país han ido en aumento (DANE, 2018b). Aunque la producción bovina crece (4,2 %), la producción porcina incrementa más del doble (8,8 %) (DANE, 2018a). Los principales productores porcinos se ubican en los departamentos de Antioquia, Córdoba, Cundinamarca, Meta y Valle del Cauca (DANE, 2016), con 4,1 millones de cerdos sacrificados en 2017, que representan 711 millones de dólares (DANE, 2018b). Los principales departamentos importadores son Bolívar, Cundinamarca y Valle del Cauca (Sistema Estadístico de Comercio Exterior, s. f.), debido a la falta de leyes proteccionistas y subsidios para incentivar la producción nacional (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016). Además, el costo de importación de la canal de cerdo es más competitivo que el precio de venta nacional. En el mismo año, Colombia importó aproximadamente 177 millones de dólares de carne de cerdo en canal frío, principalmente por acuerdos comerciales internacionales (UN Comtrade, 2017). En general, Colombia importó el 91,2 % de la carne de cerdo refrigerada desde Estados Unidos, el 5,1 % de Canadá, el 3,7 % de Chile y el 0,1 % de otros países como Dinamarca, Portugal y España (DANE, 2018b; UN Comtrade, 2017).

El principal problema de la IPC es la rentabilidad. Colombia tiene uno de los costos de producción más altos para los cerdos en pie de América Latina debido a los gastos de alimentación, que representan el 73,25 % de los costos totales de producción, seguidos de los laborales (6,04 %) y los de instalación (3,56 %) (Asociación PorkColombia, 2018a). Por ejemplo, en 2018, mientras que el costo promedio de producción fue de 1,55 USD/kg para cerdos en pie y 2,09 USD/kg para carne de cerdo en canal frío

(Asociación PorkColombia, 2018a), el precio promedio de cerdos en pie fue de 1,57 USD/kg, 2,07 USD/kg para canal caliente y 2,13 USD/kg para canal frío (Asociación PorkColombia, 2018a).

La IPC se compone de ocho enlaces: 1) provisión de suministros, que incluyen genética, alimentos, medicamentos, vacunas, equipos, maquinaria y proveedores; 2) explotaciones de producción primaria, de cría y de engorde, además de las clasificadas como tecnificadas, semitecnificadas y tradicionales; 3) consolidación o comercio y transporte de cerdos en pie; 4) mataderos o centros de beneficio; 5) despostadores; 6) plantas de procesamiento; 7) empresas mayoristas, y 8) empresas minoristas. Asimismo, la IPC cuenta con el apoyo de instituciones gubernamentales y privadas a nivel local y nacional (Bezkorovainyi & Jarzębowski, 2016; Johnston, 2004; Lazzeretti et al., 2013; Martin & Sunley, 2003; Malmberg & Maskell, 2002; Neven & Droge, 2001; Organization for Economic Cooperation and Development, 1999; Rosenfeld, 1995, 1997; Trujillo-Díaz et al., 2019b). La regulación local de la IPC depende del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, mientras la cría y comercialización de cerdos en pie, así como la comercialización de carne de cerdo, están reguladas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), respectivamente (figura 1).



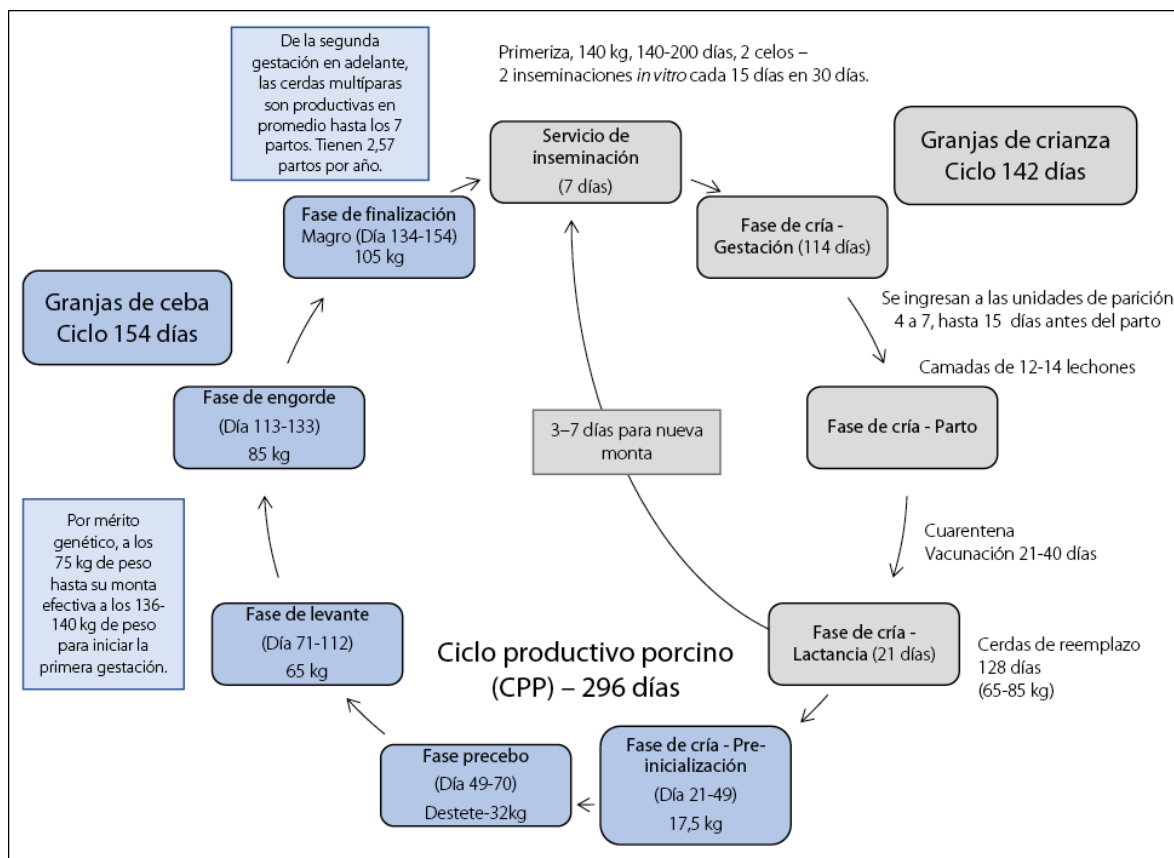
**Figura 1.** Cadena de suministro porcina colombiana.

Fuente: Trujillo-Díaz et al. (2019a)

La producción porcina primaria en Colombia se clasifica en infraestructura y procesos semitecnificados, tecnificados o tradicionales. Asimismo, se subclasifica en a) granjas centrales, dedicadas a mejoramiento genético, venta de semen para inseminación y reproducción de cerdas y verracos (machos) vendidos a granjas de cría; b) granjas de cría, que trabajan en la reproducción de cerdas y verracos (machos) vendidos a granjas comerciales al alcanzar pesos de 75 kg y 120 kg, respectivamente, y c) granjas comerciales, orientadas a la cría de lechones para la venta y la cría de cerdos de 100-130 kg de peso (Solla, s. f.).

Como se ilustra en la figura 1, el sacrificio es el cuarto eslabón de la IPC. Colombia tiene políticas para controlar el sacrificio de cerdos en pie (Ley 89, 1993; Ley 272, 1996), al igual que China, que ha implementado sus lineamientos por más de 20 años (Chen & Yu, 2018). Estas políticas tienen importantes connotaciones para la IPC; por ejemplo, a) los mataderos son los únicos lugares autorizados en Colombia para el sacrificio de cerdos; b) dada la costosa infraestructura de los mataderos, este es un oligopolio que reduce la posibilidad de integrarse a la IPC, lo que aumenta la intermediación; c) algunos mataderos establecen los precios de referencia para lechones y cerdos en pie, y d) se paga una tarifa de promoción por cada cerdo sacrificado, la cual se destina al Fondo Nacional de la Porcicultura (Asociación PorkColombia, 2018b).

La IPC es muy atractiva para los ganaderos, ya que el ciclo porcino es de unos 296 días (figura 2), más corto que el ciclo bovino. Sin embargo, la producción porcina tiene diferentes estándares de bioseguridad, trazabilidad (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Qian et al., 2017) y bienestar animal (Decreto 2113, 2017; Dias et al., 2015; Martins et al., 2017). Estos estándares generan limitaciones para algunas empresas y generan una ventaja competitiva para otras.



**Figura 2.** Ciclo productivo porcino en la industria porcina colombiana.

Fuente: Trujillo-Díaz et al. (2019a)

## Factores de promoción de mejores prácticas en la industria porcina global

La revisión de la literatura evidenció que existen nueve factores principales que promueven la competitividad en la industria porcina global (IPG): a) diseño de préstamos, subsidios y programas de incentivos para la industria; b) infraestructura, c) minimización de costos, d) especulación de precios, e) trazabilidad, f) procesos de bioseguridad, g) integración vertical, h) bienestar animal, y i) gestión del conocimiento. Estos factores globales se describen a continuación:

- a) El primer factor es ejemplificado por los gobiernos de Hungría (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) y Estados Unidos (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016), que han creado subsidios, programas de crédito, reducciones de impuestos, incentivos y beneficios económicos en la IPG para promover la producción y la exportación porcina.
- b) El segundo factor incluye la infraestructura de cría y engorde de fincas limitadas por la disponibilidad de tierra (Selva, 2005). Algunos países desarrollados, como Estados Unidos, tienen granjas grandes con cerca de 100.000 cerdos (Selva, 2005), mientras que China (Chen & Yu, 2018) y España se caracterizan por tener granjas pequeñas (Valiño et al., 2019). Por su parte, las granjas danesas se especializan en algunas razas con alimentación estandarizada (Bogetoft & Olesen, 2002). Dado que la infraestructura también incluye el transporte, algunos estudios realizados en Colombia (Asociación PorkColombia, 2015; Castrillón et al., 2005;), China (Fulai, 2007; Yinglin et al., 2014, 2015) y Estados Unidos (Cunningham, 1998; Da Silva, et al., 1995) han identificado que las fallas en la infraestructura de las granjas porcinas, especialmente en las instalaciones de transporte, afectan el bienestar animal. Esto, a su vez, afecta la calidad de la carne (Castrillón et al., 2005) y aumenta, así, la transferencia de enfermedades y los problemas de salud pública (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001).
- c) El tercer factor es el bajo costo (Selva, 2005). China (Chen & Yu, 2018), Estados Unidos (Selva, 2005), España (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Selva, 2005), Dinamarca, Alemania y Francia, entre otros países, tienen bajos costos de producción de carne de alta calidad (Hoste, 2017; Schramm & Spiller, 2003; Schulze et al., 2007; Selva, 2005) y procesos de alta tecnología (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Selva, 2005). Sin embargo, el costo de alimentación es uno de los mayores en la IPG; por ejemplo, Brasil tiene un cultivo de maíz y soja a gran escala, que es la principal materia prima en la producción de alimento para cerdos (Dias et al., 2015), lo que permite precios bajos en la industria porcina (IP), pero no necesariamente alta calidad (Machado et al., 2016; Selva, 2005; Trienekens & Wognum, 2013).
- d) El cuarto factor es la volatilidad de los precios (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) y el control de los suministros en el enlace del matadero (Chen & Yu, 2018; Yu, 2015). Algunos países como Dinamarca tienen políticas de fijación de precios respaldadas por su Comité Nacional de Producción (Selva, 2005), mientras que otros, como Polonia y Hungría, no tienen precios fijos (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016).
- e) En el quinto factor, las prácticas y el *software* de trazabilidad evitan pérdidas relacionadas con enfermedades, falta de bioseguridad, calidad y productividad (Dias et al., 2011). Además, son una poderosa estrategia en la gestión de la cadena de suministro agroindustrial (ASCM, por su sigla en inglés), ya que implican el diseño de índices y su control para la toma de decisiones. En ese sentido, países como China (Qian et al., 2017), Reino Unido y Brasil (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) han

diseñado algunos sistemas de trazabilidad para mantener en observación los brotes de enfermedades (Dunay & Vinkler- Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017).

- f) El sexto factor es la implementación de prácticas de bioseguridad, que son primordiales para garantizar la calidad del cerdo y, por tanto, generan limitaciones para ingresar a mercados como los de China (Chen & Yu, 2018), Reino Unido (Martins et al., 2017) y Dinamarca —en este último, debido a los costos (Selva, 2005)—. Algunas entidades que han establecido este tipo de regulaciones son la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por su sigla en inglés) (Dias et al., 2011) y la Organización Mundial del Comercio (OMC) (Martins et al., 2017).
- g) El séptimo factor son las estrategias de integración vertical regresivas y progresivas, utilizadas para aumentar la rentabilidad y minimizar los costos. Esto se ha llevado a cabo en Dinamarca (Selva, 2005) y Brasil, países que han propuesto estrategias de coordinación, estructuras de gobernanza y alianzas de cooperación e integración vertical, con el fin de aumentar la competitividad y cumplir con las normas de calidad pública y bioseguridad (Martins et al., 2017; Ménard, 2004; Raynaud et al., 2005).
- h) El octavo factor son las estrategias de bienestar animal que se han implementado en Reino Unido y Brasil para obtener carne de cerdo de mejor calidad y más saludable (Dias et al., 2015; Martins et al., 2017). Esta es una práctica nueva en la IPG.
- i) El noveno factor son las prácticas de gestión del conocimiento. Por ejemplo, se han creado clústeres de conocimiento en Alemania (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca et al., 2013; Vieites, 1997) para compartir conocimientos y mejores prácticas en la industria cárnica (Schramm & Spiller, 2003). Por otro lado, China (Qian et al., 2017), Reino Unido y Brasil (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) desarrollan programas de capacitación y establecen acuerdos de cooperación con proveedores para cumplir con los requisitos de calidad, bioseguridad y transporte (Dunay y Vinkler-Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017). Asimismo, Brasil ha diseñado manuales de buenas prácticas agrícolas y bioseguridad, gestión técnica de vehículos y *software* de trazabilidad como herramientas de capitalización del conocimiento (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017).

### Estudios de competitividad en la industria porcina

La competitividad se ha abordado a partir de teorías cualitativas e índices cuantitativos (Moon & Cho, 2000). En la revisión de la literatura, se realizó un análisis cualitativo de competitividad de la IP en Dinamarca, aplicando las cinco fuerzas del modelo diamante de Porter y un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) (Selva, 2005). Así, se encontraron diez estudios cuantitativos centrados en aglomeraciones de agronegocios como redes de colaboración, cadenas de suministro (CS), clústeres o parques industriales (Gaviria-Marín et al., 2017). También se hallaron cinco estudios específicos sobre aplicaciones de competitividad de la IP, con ejemplos de los conglomerados de cerdos en Daireaux y Henderson (Argentina) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca et al., 2013), Sonora (México) (González et al., 2012), la República de Buriatia (Rusia) (Dorzhevia & Dugina, 2015), Polonia (Bronisz & Heijman, 2008) y Canadá (Li, 2018).

En la revisión, se identificaron dos estudios cuantitativos de competitividad y rentabilidad en la IP. Por un lado, la Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB, 2011) de Reino Unido llevó a cabo una estimación de la rentabilidad en la IP. Por el otro, el Institut Technique de Recherche et de



Développement de la Filière Porcine (IFIP) desarrolló un índice de competitividad de la IP aplicado en la Unión Europea (UE) (Duflot et al., 2014). Estos índices fueron consolidados por Trujillo-Díaz et al. (2019b) para medir la rentabilidad y la gestión del conocimiento.

Asimismo, se hallaron estudios aplicados sobre la competitividad de la IP en el contexto colombiano, aunque son trabajos de tesis de pregrado y maestría no publicados aún. Estos incluyen: *La competitividad de la cadena productiva de carne de cerdo en Colombia entre 2007-2010* (Cárdenas, 2012), *Caracterización del eslabón de la comercialización de la cadena cárnica porcina en Villavicencio - Meta* (Gómez, 2017), *Análisis del eslabón de comercialización de la cadena porcina en Fomeque, Cundinamarca* (Pérez, 2017), y *Análisis de las importaciones de carne de cerdo y sus subproductos en el mercado porcícola colombiano: una mirada a la luz de los tratados de libre comercio* (Velásquez et al., 2013).

Cárdenas (2012) realizó una investigación en Colombia entre 2007 y 2011, en la cual construyó una matriz FODA sustentada en encuestas a expertos de la IP utilizando teorías cualitativas de competitividad. De esta manera, concluyó que la infraestructura es insuficiente y que las importaciones han aumentado en comparación con las cifras de producción nacional. Mediante la metodología Cadiac, Gómez (2017) y Pérez (2017) caracterizaron el vínculo de comercialización en un contexto internacional a fin de establecer una base sólida para un estudio nacional. Estos trabajos concluyeron que el vínculo de comercialización tiene bajos niveles de asociación e identificaron a las plantas procesadoras de carne como el principal canal de venta. Por su parte, Velásquez et al. (2013) encontraron que la apertura económica en Colombia ha disminuido desde que entró en vigencia el tratado de libre comercio, lo que ha afectado al sector porcino.

Con base en lo anterior, este estudio tiene como objetivo identificar las nueve mejores prácticas porcinas a nivel global a partir de la revisión de la literatura, y contrastar su nivel de aplicabilidad en cerdos de la región Andina central de Colombia (RACC), mediante el diseño, aplicación y validación de un instrumento de medición. Este trabajo se realizó para responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿qué tipo de prácticas de la IPG se aplican en las granjas de engorde y cría de cerdos de la RACC?

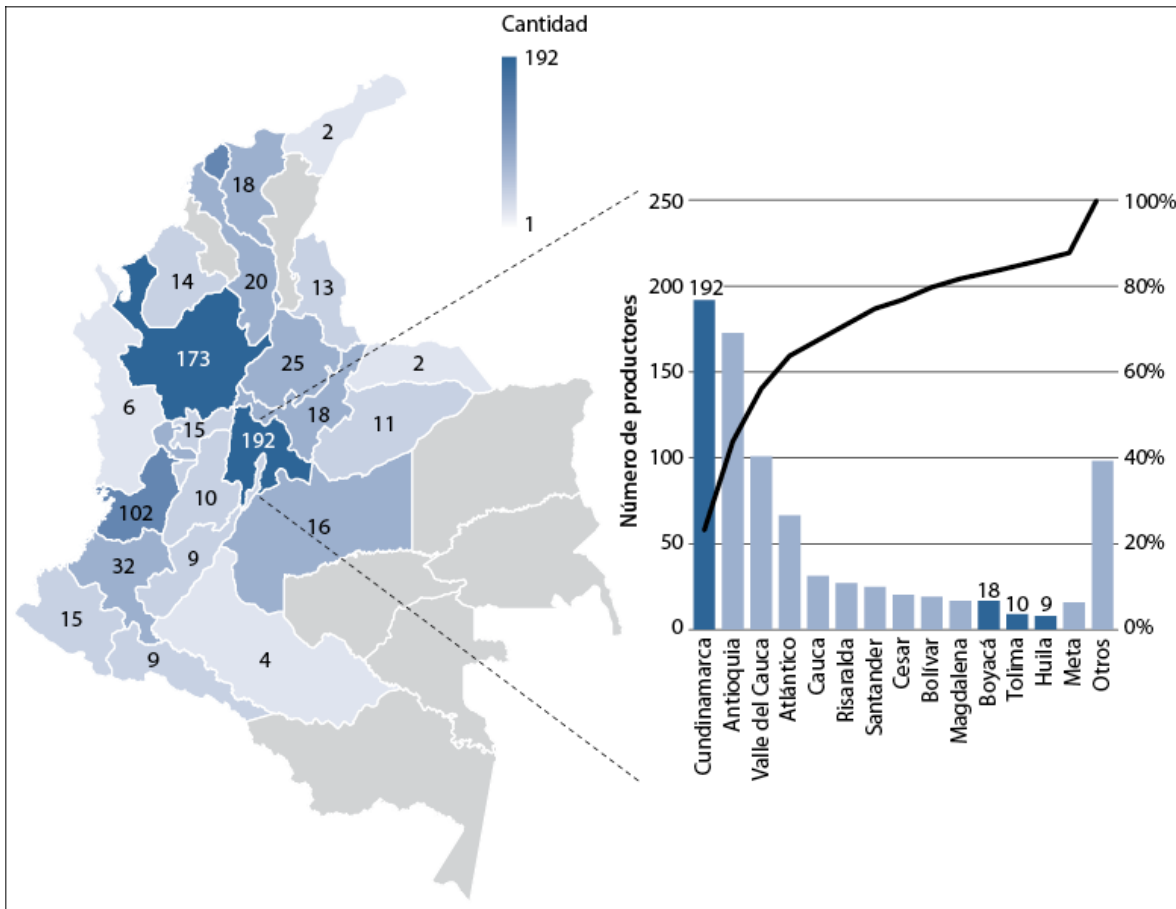
## **Materiales y métodos**

Este estudio es exploratorio y descriptivo. El muestreo representativo se seleccionó mediante un método probabilístico de una población de empresas de cría y alimentación porcina ubicadas en la RACC, para lo cual se diseñó un instrumento de medición basado en la revisión de la literatura y validado posteriormente por expertos. Los resultados se muestran en la tabla 2.

En Colombia existen 830 empresas de crianza de cerdos (figura 3). Los datos poblacionales fueron comprados a la Cámara de Comercio de Bogotá el 12 de abril de 2019 e incluían datos de las empresas porcinas colombianas actualmente afiliadas y activas. Esta base de datos incluyó 229 granjas porcinas dedicadas a la cría y la ceba, ubicadas en los departamentos de Cundinamarca (192), Boyacá (18), Tolima (10) y Huila (9). Esta zona fue seleccionada debido a que la población colombiana se concentra en la región Andina y la costa atlántica. Bogotá es la ciudad donde las industrias de los departamentos

seleccionados venden sus cerdos vivos y Cundinamarca es el primer departamento colombiano productor de cerdos vivos, con el 23 % de la producción total del país, mientras que Boyacá tiene un 2,2 %, Tolima un 1,2 % y Huila un 1,1 % (figura 3).

El tamaño de la muestra para las encuestas aleatorias fue de 50 empresas productoras de cerdos según el muestreo probabilístico; sin embargo, la tasa de respuesta fue del 104 %, ya que finalmente se encuestaron 53 granjas de cerdos. Los expertos que validaron el instrumento fueron excluidos del muestreo. Por lo tanto, el muestreo aplicado fue para una población finita bajo el supuesto de probabilidad de que ocurra o no un evento, para lo cual la probabilidad manejada fue 0,5. El nivel de confianza fue del 95 %, el estadístico Z de 1,645 y el error de estimación máximo aceptado de 0,1 (Hernández Sampieri et al., 2014).



**Figura 3.** Empresas porcinas colombianas registradas en la página web de la Cámara de Comercio de Bogotá, abril de 2019.

Fuente: Elaboración propia

### **Diseño del instrumento de medición**

La competitividad de la IP se ha medido a través de índices de rentabilidad, gestión e infraestructura (AHDB, 2011; Duflot et al., 2014; Trujillo-Díaz et al., 2019a). No obstante, la competitividad de la IP y la gestión del conocimiento (GC) deben medirse considerando variables multidimensionales (Trujillo-Díaz et al., 2019b). Esto se debe a que la GC contribuye a mejorar el desempeño de las organizaciones y aglomeraciones, agrega valor y capacidad de innovación, y aumenta la ventaja competitiva (Peng Wong & Yew Wong, 2011) en entornos de incertidumbre (Kant & Singh, 2008; Martínez et al., 2013). De hecho, la ventaja competitiva en ese tipo de modelos se ve impulsada con programas de capacitación en organizaciones, cadenas de suministro y aglomeraciones; la interacción de las partes interesadas con tecnologías para acceder a información y acuerdos de colaboración, y las mejores prácticas de transferencia (Hoffmann et al., 2014). Por lo tanto, un actor involucrado en un modelo de conocimiento tiene la responsabilidad de motivar el desarrollo económico organizacional e interorganizacional para generar confianza, cultura y capitalización del conocimiento (Kant & Singh, 2008).

Así, se diseñó el instrumento de medición propuesto utilizando las dimensiones, subdimensiones y variables para medir la competitividad de la IP y la GC definidas en la literatura revisada (Trujillo-Díaz et al., 2019b). El objetivo era medir las mejores prácticas de la IP que se han aplicado en la RACC, conformada por los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Huila y Tolima. Luego de su validación por siete expertos (excluidos de la muestra probabilística), el instrumento incluyó 16 preguntas categóricas y cuantitativas resumidas en la tabla 1.

**Tabla 1.** Instrumento de medición diseñado con base en las dimensiones de competitividad y gestión del conocimiento (GC) de la industria porcina frente a las mejores prácticas encontradas en la literatura

Mejores prácticas encontradas en la revisión de literatura	Trujillo et al. (2019b)			Preguntas relacionadas y validadas
	Dimensión	Subdimensión	Variables	
Incentivos	Ambiental	Políticas públicas	Incentivos, importaciones y exportaciones	1. Si tuviera la oportunidad de implementar una política de Incentivos y beneficios para la industria porcina colombiana, ¿cuál(es) implementaría?
		Relaciones con instituciones locales de apoyo	Necesidades estratégicas, comunicaciones	2. Cuando necesita ayuda en su explotación porcina, ¿a qué entidades suele pedir apoyo?
			Relaciones externas al clúster	3. ¿Está afiliado a PorkColombia? Si es así, ¿qué servicios utiliza de esta entidad?
Infraestructura	Gestión y diseño de la cadena de suministro (G&DCS)	Infraestructura física	Intermediarios, disponibilidad de transporte, accesibilidad al transporte, infraestructura de transporte y movilidad, contratación	4. Si tuviera la oportunidad de mejorar la infraestructura tecnológica o física de su empresa, ¿cuál priorizaría? 5. ¿Cómo transporta su producción porcina?
Trazabilidad		Infraestructura tecnológica	Herramientas tecnológicas	6. ¿Cómo registra y controla su empresa los indicadores?
			Herramientas de automatización	7. ¿Qué tipo de granja de cerdos tiene?
		Manejo	Confiabilidad, productividad, eficiencia e inversión	8. ¿Qué indicadores clave mide para que sus procesos sean trazables?
		Rendimiento de mercado	Mercado	9. ¿Cómo comercializa sus cerdos?
Bioseguridad	Gestión de calidad	Normas de calidad, bioseguridad, medioambientales e internacionales	10. ¿Cuáles son los principales desafíos legales, ambientales o de calidad?	
Bajo costo	Rentabilidad	Rendimiento financiero	Rendimiento del mercado	11. ¿Qué porcentaje de los costos totales de producción son los costos de alimentación?
Control volátil de precios		Precio	Mecanismos de fijación de precios	12. ¿Cómo establece el precio de su producción porcina? En su opinión, ¿quién recibe la mayor parte de los beneficios?
Integración vertical	Capacidad de GC	Clúster de recursos	Integración o colaboración interorganizacional y relaciones a largo plazo	13. ¿Qué tipo de integración se gestiona en su cadena de suministros (CS) para minimizar el costo?
		Ambiente de innovación	Compartir la gestión técnica y del conocimiento, movilidad de la fuerza laboral, promoción de la innovación por parte de los líderes y el mercado	14. ¿Qué tipo de acuerdo de asociación o cooperación tiene?
GC compartido		Gestión de recursos humanos	Nivel de formación y educación	15. ¿Cuántos empleados operativos y administrativos tiene su empresa? ¿Cuál es el nivel más alto de formación?
		Capacidad estructural de la GC	Confianza, motivación, capacidad cultural y autonomía de innovación de los empleados	16. Si tuviera un acuerdo de confidencialidad con sus competidores, ¿qué le gustaría compartir con ellos?
		Ciclo del conocimiento	Creación, adopción, transferencia, difusión, almacenamiento y revisión	

Fuente: Elaboración propia

## Resultados y discusión

Los resultados que se muestran a continuación corresponden al 27,6 % de la producción porcina colombiana. Cundinamarca es el primer departamento colombiano productor de cerdos vivos, con el 23 % de la producción total del país, mientras que Boyacá tiene el 2,2 %, Tolima el 1,2 % y Huila el 1,1 %. El mercado porcino en Colombia está compuesto por importadores y poricultores tecnificados, semitecnificados y no tecnificados (pequeña escala) que utilizan sistemas de producción tradicionales (SAC, s. f.). Mientras que una granja porcina tradicional tiene alrededor de 50 cerdas, una semitecnificada tiene 100 y una tecnificada tiene más de 150. Las razas más comunes en la RACC son Yorkshire (23 %), Pietrain (21 %), Duroc (19 %), Landrace (17 %), Landrace-belgian (11 %) y Hampshire (9 %). Los resultados del muestreo probabilístico luego de la aplicación del instrumento se resumen en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de la encuesta para conocer el nivel de aplicabilidad de las mejores prácticas porcinas globales utilizadas en la región Andina central de Colombia. Esta encuesta tuvo como objetivo contrastar las nueve mejores prácticas porcinas globales encontradas en la revisión de literatura.

Pregunta	Categoría – Respuesta múltiple	Porcentaje
1. Si tuviera la oportunidad de implementar una política de incentivos y beneficios para la industria porcina colombiana, ¿cuál(es) implementaría? ( <i>Pregunta de opción múltiple</i> )	Subsidio para alimentación de cerdos	53*
	Reducción de impuestos	28
	Créditos bancarios sin intereses para la producción porcina	25
	Leyes proteccionistas para el mercado nacional contra las importaciones	25
	Subvenciones a la infraestructura porcina	19
	Subsidios al transporte de cerdos	13
	Subvenciones de mercadeo y comercialización	2
2. Cuando necesita ayuda en su explotación porcina, ¿a qué entidades suele pedir apoyo? ( <i>Pregunta de selección única</i> )	Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata)	32
	Fondo Nacional de la Porcicultura (PorkColombia como marca registrada), Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima)	0
	Pagamos directamente por los servicios veterinarios o de asesoramiento.	68*
3. ¿Está afiliado a PorkColombia? Si es así, ¿qué servicios utiliza de esta entidad? ( <i>Pregunta de selección única</i> )	Programas de diagnóstico: para controlar enfermedades, plagas y vacunas	11
	Programas de investigación, desarrollo e innovación: para mejorar la competitividad	11
	Consulta sobre la industria porcina colombiana en su plataforma	13
	Programas de transferencia de tecnología: para capacitar y educar	15
	No sabía que PorkColombia ofrece estos servicios. No uso estos servicios.	6
	No utilizo estos servicios. No estoy afiliado a PorkColombia.	44
4. Si tuviera la oportunidad de mejorar la infraestructura tecnológica o física de su empresa, ¿cuál priorizaría? ( <i>Pregunta de opción múltiple</i> )	Automatización agrícola: bebederos y comederos automáticos para cerdos	66*
	Construcción de corrales	57
	Compra de flota de transporte propia - Tradicional o intereses	25
	Compra de hembras reproductoras	9
	Adquisición de <i>software</i> personalizado para la gestión agrícola	4
5. ¿Cómo transporta su producción porcina? ( <i>Pregunta de selección única</i> )	Transporte por contrato directo	46*
	Contamos con nuestra propia flota de transporte.	15
	Transportamos nuestra producción porcina en nuestra propia flota de transporte y también subcontratamos el transporte.	10
	Los transportistas compran cerdos de varias granjas, los consolidan y los transportan en sus camiones.	29

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

	Manualmente	43
	El registro contable y los indicadores de gestión (trazabilidad) se realizan a través de hojas electrónicas de Microsoft Excel.	30
6. ¿Cómo registra y controla su empresa los indicadores? (Pregunta de selección única)	El registro contable y los indicadores de gestión se realizan empleando dos o más herramientas tecnológicas no integradas.	11
	Contamos con <i>software</i> integrado que se utiliza para la planificación de recursos comerciales, la gestión contable y la trazabilidad.	3
	No utilizamos indicadores.	13
	Tecnificado	9
	Semitecnificado	27
7. ¿Qué tipo de granja de cerdos tiene? (Pregunta de selección única)	Algunos procesos semitecnificados y tecnificados	5
	Algunos procesos de producción semitecnificados y tradicionales	29
	Tradicional	30
	Rentabilidad (costo y utilidad)	81
	Financiera (retorno sobre la inversión [ROI, por su sigla en inglés])	47
	Gestión de la cadena de suministros (GCS) – Producción y logística	26
8. ¿Qué indicadores clave mide para que sus procesos sean trazables? (Pregunta de opción múltiple)	Infraestructura física y tecnológica	13
	Gestión de calidad y bioseguridad (muertes por epidemias, vacunaciones y enfermedades)	21
	Gestión medioambiental (emisiones, residuos y vertidos)	17
	Gestión de recursos humanos (productividad laboral y absentismo)	19
	Ninguna de las anteriores	13
	Comercialización directa en Bogotá	33
	Comercialización en ciudades cercanas a la finca	31
9. ¿Cómo comercializa sus cerdos? (Pregunta de selección única)	La comercialización la realizan transportistas e intermediarios que los compran directamente en mis fincas, pero no sabemos dónde los venden.	28
	La comercialización se realiza en ciudades cercanas a la finca, y por transportistas o intermediarios en la finca.	8
10. ¿Cuáles son los principales desafíos legales, ambientales o de calidad? (Pregunta de selección única)	Ambiental	36
	Calidad y bioseguridad	32
	Legal	32
11. ¿Qué porcentaje de los costos totales de producción son los costos de alimentación? (Pregunta abierta - Datos numéricos)	Datos escalares (media y desviación estándar)	(71,35 ± 3,28)

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

12. ¿Cómo establece el precio de su producción porcina? (Pregunta de opción múltiple)	Consultamos los índices en las plataformas de los mataderos.	53	
	Consultamos los índices en las plataformas de PorkColombia.	23	
	El precio se establece en nuestros registros contables.	21	
	Por los precios de la competencia	6	
	No consultamos ninguna plataforma para establecer el precio.	15	
13. ¿Qué tipo de integración se gestiona en su cadena de suministros (CS) para minimizar el costo? (Pregunta de selección única)	Estrategia vertical regresiva	17	
	Estrategia vertical progresiva	9	
	Estrategia vertical regresiva y progresiva	2	
	Ninguna	72	
14. ¿Qué tipo de acuerdo de asociación o cooperación tiene? (Pregunta de selección única)	Compartimos activos tangibles (infraestructura) e intangibles (conocimiento) o recursos laborales con nuestros competidores, proveedores o clientes.	0	
	Compartimos información con clientes y proveedores.	2	
	Compartimos información con la competencia.	4	
	Compartimos información con los proveedores.	8	
	Compartimos información con los clientes.	21	
15. ¿Cuántos empleados operativos y administrativos tiene su empresa? (Pregunta abierta - Datos numéricos)	<b>Nivel educativo</b>	<b>Administrativo</b>	<b>Operativo</b>
	Cantidad promedio de empleados (rango estadístico)	1 persona (3 personas)	3 personas (8 personas)
¿Cuál es el nivel más alto de formación? (Pregunta abierta - Datos numéricos)	<b>Nivel educativo</b>	<b>Administrativo (%)</b>	<b>Operativo (%)</b>
	Profesional	74	7
	Técnico o tecnólogo	21	64
	Bachiller	5	1
	Primaria básica	0	28
16. Si tuviera un acuerdo de confidencialidad con sus competidores, ¿qué le gustaría compartir con ellos? (Pregunta de opción múltiple)	No confío en mis competidores; por tanto, no me interesa compartir nada con ellos.	63	
	Compartir mejores prácticas, alimentación y prácticas de bioseguridad	35	
	Crear nuevas líneas de negocios	29	
	Compartir información sobre índices de productividad, logística, transporte, recursos financieros o humanos	17	
	Compartir trabajo y conocimiento	4	
	Compartir infraestructura física (granjas y corrales)	2	
	Compartir infraestructura tecnológica	2	
Compartir vehículos de transporte	0		

Fuente: Elaboración propia



## Discusión

Los competidores globales como China (Chen & Yu, 2018), Estados Unidos (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Selva, 2005), España (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Selva, 2005) y Hungría (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) han creado incentivos y beneficios para impulsar la producción porcina. Por su parte, para reducir los costos (Selva, 2005), Dinamarca, Alemania, Francia (Hoste, 2017; Schramm & Spiller, 2003; Schulze et al., 2007; Selva, 2005) y Brasil han alentado el cultivo de maíz y soja para la producción de forrajes (Dias et al., 2015). En ese contexto, el primer desafío para la RACC es la creación de subsidios para la alimentación porcina y políticas de reducción de impuestos, ya que los resultados muestran que los costos de alimentación oscilan entre 60-80 % del costo total de producción. De la misma forma, Asociación PorkColombia (2018a) indica que los costos de alimentación rondan el 73,25 %, seguidos de los costos de mano de obra (6,04 %) e infraestructura (3,56 %). Para controlar los costos de alimentación, Estados Unidos (Selva, 2005), China (Chen & Yu, 2018), España (Valiño et al., 2019) y Dinamarca (Selva, 2005) han estandarizado su alimentación de cerdos utilizando bebederos y comederos automáticos (Bogetoft & Olesen, 2002).

Si los costos de producción fueran menores, el precio podría ser menos variable (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016). En Dinamarca, las políticas de fijación de precios hacen que el entorno de competitividad disminuya (Selva, 2005), mientras Polonia y Hungría presentan una alta variabilidad de precios (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) que genera un aumento de la competitividad. Los criadores de cerdos de la RACC establecen sus precios de venta con base en información del sitio web y los índices de PorkColombia en las plataformas del matadero colombiano, donde el Gobierno ha centralizado el sacrificio de cerdos colombianos. China ha hecho lo mismo mediante la emisión de un número limitado de licencias para el sacrificio de cerdos y sus respectivos informes (Chen & Yu, 2018). Asimismo, la IPC ha venido pagando una tarifa de promoción al Fondo Nacional de la Porcicultura por cada cerdo sacrificado (Ley 89, 1993; Ley 272, 1996). Esta tarifa la cobra PorkColombia y es de USD 2,7 por cerdo sacrificado para aumentar la competitividad (Asociación PorkColombia, 2018b). Según la información de esta encuesta, la mayoría de los criadores de cerdos no utilizan los servicios de PorkColombia.

Para aumentar la rentabilidad y la competitividad, minimizar costos y cumplir con los estándares públicos de calidad y las regulaciones de bioseguridad, las empresas de la IPC han generado estrategias de integración vertical regresivas y progresivas, como se ha hecho en Dinamarca (Selva, 2005) y Brasil, donde se han propuesto estructuras de gobernanza (Martins et al., 2017; Ménard, 2004; Raynaud et al., 2005). Sin embargo, muchos poricultores de la RACC no confían en sus competidores para firmar acuerdos de cooperación o estrategias de integración vertical, sino que están interesados en crear nuevas líneas de negocio y compartir las mejores prácticas de alimentación y bioseguridad.

Otro desafío para la IPC es la creación de tecnología y *software* (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Selva, 2005), ya que, según el estudio, la trazabilidad de los poricultores en la RACC y el registro de los índices de rentabilidad, costo o productividad se realizan manualmente. Sin embargo, los productores participantes indicaron que están más interesados en la automatización de las granjas que en el diseño de *software*. Algunos países como China (Qian et al., 2017), Reino Unido y Brasil (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) han diseñado sistemas de trazabilidad para mantener en observación los brotes de enfermedades

(Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017) y controlar algunos índices como el de rentabilidad (Trujillo-Díaz et al., 2019b). Sin embargo, como señalan los resultados, se deben medir más tipos de índices en la IP de la RACC utilizando infraestructura tecnológica y *software*, aunque los criadores de cerdos están mucho más interesados en la reducción de costos que en la trazabilidad. Algunos índices que deberían medirse son el desempeño financiero, la productividad, la gestión ambiental, la gestión de la calidad y la bioseguridad (Trujillo-Díaz et al., 2019b).

Estudios realizados en Colombia (Asociación PorkColombia, 2015; Castrillón et al., 2005), China (Fulai, 2007; Yinglin et al., 2014, 2015) y Estados Unidos (Cunningham, 1998; Da Silva et al., 1995) indican que la infraestructura física incluye el transporte de mercancías. En los resultados de la RACC, se utilizan dos modalidades de transporte central para la entrega de cerdos que provienen de criadores ubicados en los suburbios de Bogotá. Estas modalidades son el transporte por contrato directo y la consolidación de granjas porcinas con los mismos camiones. De esta forma, países como Argentina han intentado eliminar la intermediación para los mataderos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca et al., 2013; Vieites, 1997) porque afecta el bienestar animal, disminuye la calidad de la carne producida (Castrillón et al., 2005; Dias et al., 2011; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2001) y reduce las ganancias. Como se muestra en este estudio, los intermediarios en la RACC reciben la mayor parte de las ganancias de la venta de cerdos.

Los modelos de gestión del conocimiento tienen el siguiente ciclo: creación, adopción (Kant & Singh, 2008; Lai et al., 2014; Martínez et al., 2013; Peng Wong & Yew Wong, 2011), transferencia y difusión (Kant & Singh, 2008; Lai et al., 2014; Martínez et al., 2013; Peng Wong & Yew Wong, 2011), almacenamiento (Lai et al., 2014; Martínez et al., 2013), protección (Peng Wong & Yew Wong, 2011) y revisión (Kant & Singh, 2008). En Alemania se han creado clústeres y asociaciones para compartir conocimientos y buenas prácticas en la industria cárnica (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca et al., 2013; Vieites, 1997; Schramm & Spiller, 2003). Además, China (Qian et al., 2017) y Reino Unido (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016) han llevado a cabo programas de capacitación y han establecido acuerdos de cooperación con los actores de la IP para cumplir con las regulaciones de transporte, calidad y bioseguridad (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017). De la misma manera, Brasil promueve manuales de prácticas agrícolas para la capacitación y la capitalización del conocimiento, enfocados en el uso de mejores prácticas, bioseguridad, gestión técnica de vehículos y *software* (Dunay & Vinkler-Rajcsányi, 2016; Martins et al., 2017). Por el contrario, los resultados del presente estudio muestran que la IP en la RACC no ha implementado estrategias de gestión del conocimiento para compartir información, índices o mejores prácticas, debido a la falta de interés de los actores, los programas de capacitación y el nivel educativo de la fuerza laboral. Esto ocasiona que más granjas de cerdos se mantengan bajo sistemas de producción tradicionales y semitecnificados no automatizados.

En general, la IP ubicada en la RACC tiene varios desafíos. En primer lugar, debe cumplir con los estándares ambientales, ya que podría incrementar costos (Selva, 2005), generar limitaciones y obtener una ventaja competitiva (Dias et al., 2011; Martins et al., 2017), como sucede en China (Chen & Yu, 2018), Reino Unido (Martins et al., 2017) y Dinamarca (Selva, 2005). En segundo lugar, requiere implementar normas de bienestar animal como las establecidas en Reino Unido y Brasil (Dias et al., 2015; Martins et al., 2017) para garantizar calidad, bioseguridad y eficiencia en el ciclo porcino. En tercer lugar, necesita cumplir con la normativa legal, pues las granjas porcinas no buscan asesoría de empresas privadas

o públicas que ofrezcan consultas gratuitas a la industria porcina colombiana en educación, programas de innovación o control de enfermedades, plagas y vacunaciones.

## Conclusiones

La IP en la RACC necesita crear políticas para los procesos de cría y alimentación de cerdos. También se requieren otras políticas proteccionistas para evitar demasiadas importaciones de carne de cerdo de Estados Unidos mediante los acuerdos de libre comercio.

La trazabilidad es necesaria para controlar la cría, la alimentación, la bioseguridad y la calidad, y podría medirse mediante un procedimiento multidimensional. Teniendo en cuenta que las granjas porcinas colombianas controlan sus sistemas productivos utilizando solo índices de rentabilidad y productividad, necesitan programar *software* y plataformas de trazabilidad para gestionar y tomar decisiones sobre dichos procesos. Además, requieren ampliar y automatizar sus granjas, lo que supera el costo de alimentación e implica una gran inversión e incentivos gubernamentales.

Finalmente, se observa una falta de interés por compartir conocimientos. Los porcicultores de la RACC evitan la transferencia de conocimiento sobre índices y mejores prácticas y la firma de acuerdos de cooperación e integración porque desconfían de la competencia. Sin embargo, están interesados en la creación de nuevas líneas de negocio.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los revisores anónimos por sus comentarios, que ayudaron a mejorar el contenido del artículo. También agradecen a la Fundación Universitaria Internacional de La Rioja y a la Universidad Militar Nueva Granada, por brindar apoyo financiero a esta investigación.

## Descargos de responsabilidad

Los autores declaran que ningún conflicto de interés afecta la información o los resultados presentados en este estudio.

## Referencias

- Agricultural Marketing Resource Center. (2018, diciembre). *Direct marketing pork*. <https://www.agmrc.org/commodities-products/livestock/pork/direct-marketing-pork>
- Agriculture and Horticulture Development Board. [AHDB]. (2011). *Profitability in the pig supply chain*. BPEX.

- Asociación PorkColombia - Fondo Nacional de la Porcicultura. (2015). Análisis de la industria porcícola en Colombia n.º 3. Área técnica 2016. *Porcicultura Colombiana*, 4(12), 8-15. <https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/09/III-Benchmarking-2015.pdf>
- Asociación PorkColombia - Fondo Nacional de la Porcicultura. (2018a). *Boletín Ronda de Precios # 34*. <https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2018/08/Semana34de2018.pdf>
- Asociación PorkColombia - Fondo Nacional de la Porcicultura. (2018b, 26 de diciembre). *Circular 75. Valor cuota de fomento porcícola año 2019*. <https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2019/01/Circular-No.-75-18-Cambio-CFP-2019.pdf>
- Bezkorovainyi, A., & Jarzębowski, S. (2016). Innovative clusters development: polish experience for Ukraine while building triple helix ecosystem in agribusiness. *Problems of World Agriculture*, 16(31), 65-73. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.253041>
- Bogetoft, P., & Olesen, H. (2002). Ten rules of thumb in contract design: lessons from Danish agriculture. *European Review of Agricultural Economics*, 29(2), 185-204. <https://doi.org/10.1093/eurrag/29.2.185>
- Bronisz, U., & Heijman, W. (2008). Competitiveness of polish regional agro-clusters. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 2(1-2), 35-40. <https://doi.org/10.19041/Apstract/2008/1-2/5>
- Cárdenas, W. (2012). *La competitividad de la cadena productiva de carne de cerdo en Colombia entre 2007-2010* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UN. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20756>
- Castrillón, W., Fernández, J., & Restrepo, L. (2005). Determinación de carne PSE (pálida, suave y exudativa) en canales de cerdo. *Vitae*, 12(1), 23-28. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/vitae/article/view/475>
- Chen, Y., & Yu, X. (2018). Does the centralized slaughtering policy create market power for pork industry in China? *China Economic Review*, 50(8), 59-71. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2018.03.005>
- Cunningham, C. (1998). *United States Patent No. US5842816*. Espacenet.
- Da Silva, J., Lino, C., Machado, Z., & Teixeira, J. (1995). *China Patent No. US5437302*. Espacenet.
- Decreto 2113 de 2017. “Por el cual se adiciona un Capítulo al Título 3 de la Parte 13 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural”. Presidencia de la República de Colombia. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/inocuidad-en-las-cadenas-agroalimentarias/decreto-2113-del-15-de-diciembre-de-2017.aspx>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [DANE]. (2013). *Cuenta Satélite Piloto de la Agroindustria (CSPA): procesos de cría de ganado bovino y porcino y su primer nivel de transformación industrial. Resultados preliminares 2005-2011*. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/agroindustria/metodologia\\_CSPA\\_Ganado\\_bovino\\_porcino\\_23\\_2013.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/agroindustria/metodologia_CSPA_Ganado_bovino_porcino_23_2013.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [DANE]. (2015). *Cuentas Trimestrales - Colombia. Producto Interno Bruto (PIB). Primer trimestre de 2015* [Boletín técnico]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_dem\\_Itrim15.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_dem_Itrim15.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [DANE]. (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario. Tomo 2 - Resultados*. <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [DANE]. (2018a). *Producto Interno Bruto (PIB). Segundo trimestre de 2018* [Boletín técnico]. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_Itrim18\\_produccion\\_y\\_gasto.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_Itrim18_produccion_y_gasto.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [DANE]. (2018b). *Encuesta de Sacrificio de Ganado (ESAG) 2017*. <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/encuesta-nacional-del-uso-del-tiempo-enut?id=131&phpMyAdmin=3om27vamm65hhkhrtgc8rrn2g4>
- Dias, A., Carraro, B., Dallanora, D., Coser, F., Machado, G., Machado, I., Pinheiro, R., & Rohr, S. (2011). *Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos*. Associação Brasileira de Criadores de Suínos.
- Dias, C., Da Silva, C., & Manteca, X. (2015). The brazilian pig industry can adopt European welfare standards: a critical analysis. *Ciência Rural*, 45(6), 1079-1086. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141040>
- Dorzhieva, E., & Dugina, E. (2015). The formation of agro-food clusters as a competitiveness growth factor. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(3S), 238-247. <https://www.econjournals.com/index.php/ijefi/article/view/1719>
- Duflot, B., Roussillon, M., & Rieu, M. (2014). A competitiveness index for national pork chains in Europe: for the years 2010, 2011 and 2012. *Les Cahiers de l'IFIP*, 1(1), 29-45. [https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf/documentations/english\\_version\\_cahier\\_ifip\\_vol01\\_2014\\_roussillon\\_gb.pdf](https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf/documentations/english_version_cahier_ifip_vol01_2014_roussillon_gb.pdf)
- Dunay, A., & Vinkler-Rajcsányi, K. (2016). Hungarian pig sector: actual problems and prospects for the future development. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(6), 1879-1888. <https://doi.org/10.11118/actaun201664061879>
- Federación Colombiana de Ganaderos. (2018). *Estadísticas. Consumo*. <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-0>
- Fulai, L. (2007). *China Patent No. CN1927672*. Espacenet.
- Gaviria-Marín, M., Merigó, J., & Baier-Fuentes, H. (2017). Knowledge management: a global examination based on bibliometric analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 140(3), 194-220. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.006>
- Gómez, S. (2017). *Caracterización del eslabón de la comercialización de la cadena cárnica porcina en Villavicencio - Meta* [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Ciencia Unisalle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion\\_agronegocios/164/](https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/164/)
- González, L., García, J., & Ochoa, I., (2012). Estudio de una empresa integradora (clúster) de carne porcina del estado de Sonora, México. En M. Fonseca (ed.), *Retos de las ciencias administrativas desde las economías emergentes: evolución de sociedades*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. [http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/03\\_PF369\\_Empesa\\_Integradora.pdf](http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/03_PF369_Empesa_Integradora.pdf)
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hoffmann, V., Lopes, G., & Medeiros, J. (2014). Knowledge transfer among the small businesses of a Brazilian cluster. *Journal of Business Research*, 67(5), 856-864. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.07.004>
- Hoste, R. (2017). *International comparison of pig production costs 2015. Results of InterPIG*. Wageningen Economic Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/412970>

- Johnston, R. (2004). Clusters: a review of their basis and development in Australia. *Innovation*, 6(3), 380-391. <https://doi.org/10.5172/impp.2004.6.3.380>
- Kant, R., & Singh, M. (2008). *An integrative framework of knowledge management enabled supply chain management*. En *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 53-57). <https://doi.org/10.1109/IEEM.2008.4737831>
- Lai, Y., Hsu, M., Lin, F., Chen, Y., & Lin, Y. (2014). The effects of industry cluster knowledge management on innovation performance. *Journal of Business Research*, 67(5), 734-739. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.11.036>
- Lazzeretti, L., Sedita, S., & Caloffi, A. (2013). Founders and disseminators of cluster research. *Journal of Economic Geography*, 14(1), 21-43. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbs053>
- Ley 89 de 1993. "Por la cual se establece la cuota de fomento ganadero y lechero y se crea el Fondo Nacional del Ganado". Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*, n.º 41132. <https://www.ica.gov.co/getattachment/2db4b489-a26b-4588-ad0e-3f0de8ea1058/1993L89.aspx>
- Ley 272 de 1996. "Por la cual se crea la cuota de fomento porcino y se dictan normas sobre su recaudo y administración". Congreso de la República de Colombia. *Diario Oficial*, n.º 42746. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1657472>
- Li, Y. (2018). *Destination-specific export competitiveness of the hog and cattle sectors in Ontario and Canada* [Tesis de maestría, University of Guelph]. The Atrium. <http://hdl.handle.net/10214/12172>
- Machado, S., Nääs, I., Dos Reis, J., & Neto, P. (2016). *Quality economic losses in Brazil's pork industry*. En *ILS 2016 - Information Systems, Logistics and Supply Chain 6th International Conference*. Kedge Business School, Université de Bordeaux.
- Malmberg, A., & Maskell, P. (2002). The elusive concept of localization economies: towards a knowledge-based theory of spatial clustering. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 34(3), 429-449. <https://doi.org/10.1068/a3457>
- Martin, R., & Sunley, P. (2003). Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea? *Journal of Economic Geography*, 3(1), 5-35. <https://doi.org/10.1093/jeg/3.1.5>
- Martínez, M., Rodríguez, C., Gil, M., & Morris, A. (2013). La dinámica de sistemas en la simulación del efecto de la gestión del conocimiento sobre la cadena de suministro de la agroindustria del maíz (*Zea mays* L.). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 36(1), 80-90.
- Martins, F., Trienekens, J., & Omta, O. (2017). Differences in quality governance: the case of the Brazilian pork chain. *British Food Journal*, 119(12), 2837-2850. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2016-0418>
- McGlone, J. (2013). The future of pork production in the world: towards sustainable, welfare-positive systems. *Animals*, 3(2), 401-415. <https://doi.org/10.3390/ani3020401>
- Ménard, C. (2004). The economics of hybrid organizations. *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 160(3), 345-376. <https://doi.org/10.1628/0932456041960605>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Unidad para el Cambio Rural, & Programa de Servicios Agrícolas Provinciales. (2013). *Plan de mejora competitiva del cluster porcino de Daireaux-Henderson*. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/ClusterPorcino.pdf>
- Moon, H.-C., & Cho, D.-S. (2000). National competitiveness: a nine factor approach and its empirical application. *Journal of International Business and Economy*, 1(1), 17-38. [http://www.i-jibe.org/bbs/data/Archives/1213597198/2\\_moon\\_&\\_Cho.pdf](http://www.i-jibe.org/bbs/data/Archives/1213597198/2_moon_&_Cho.pdf)



- Neven, D., & Droge, C. (2001). *A diamond for the poor? Assessing Porter's Diamond Model for the analysis of agro-food clusters in the developing countries* [Ponencia]. Proceedings of the 11th Annual World Food and Agribusiness Forum & Symposium. June 25-28. Sydney, Australia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). Efectos del estrés y de las lesiones en la calidad de la carne y de los subproductos. En *Directrices para el manejo, transporte y sacrificio humanitario del ganado*. <http://www.fao.org/docrep/005/x6909S/x6909s04.htm>
- Organization for Economic Cooperation and Development. (1999). *Boosting innovation. The cluster approach*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264174399-en>
- Peng Wong, W., & Yew Wong, K. (2011). Supply chain management, knowledge management capability, and their linkages towards firm performance. *Business Process Management Journal*, 17(6), 940-964. <https://doi.org/10.1108/14637151111182701>
- Pérez, J. (2017). *Análisis del eslabón de comercialización de la cadena porcina en Fómeque, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Ciencia Unisalle. [https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion\\_agronegocios/133/](https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/133/)
- Qian, J., Fan, B., Li, J., Li, X., Zhao, L., Wang, S., & Shi, C. (2017). Agro-food collaborative traceability platform for distributed environment. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(8), 259-266. [http://www.tcsae.org/nygcxben/ch/reader/view\\_abstract.aspx?flag=1&file\\_no=20170835&journal\\_id=nygcxben](http://www.tcsae.org/nygcxben/ch/reader/view_abstract.aspx?flag=1&file_no=20170835&journal_id=nygcxben)
- Raynaud, E., Sauvee, L., & Valceschini, E. (2005). Alignment between quality enforcement devices and governance structures in the agro-food vertical chains. *Journal of Management & Governance*, 9(1), 47-77. <https://doi.org/10.1007/s10997-005-1571-1>
- Rosenfeld, S. (1995). *Over Achievers. Business clusters that work. Prospects for regional development*. Regional Technology Strategies, Inc.
- Rosenfeld, S. (1997). Bringing business clusters into the mainstream of economic development. *European Planning Studies*, 5(1), 3-23. <https://doi.org/10.1080/09654319708720381>
- Schramm, M., & Spiller, A. (2003). Farm-Audit-und Farm-Advisory-System-Ein Beitrag zur Ökonomie von Qualitätssicherungssystemen. *Berichte über Landwirtschaft*, 81(2), 165-191.
- Schulze, B., Spiller, A., & Theuvsen, L. (2007). A broader view on vertical coordination: lessons from German pork production. *Journal on Chain and Network Science*, 7(1), 35-53. <https://doi.org/10.3920/JCNS2007.x076>
- Selva, G. (2005). *Analysis of the competitiveness of the pork industry in Denmark* [Ponencia]. 99th Seminar of the European Association of Agricultural Economists - The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System. August 24-27. Copenhagen, Denmark.
- Sistema Estadístico de Comercio Exterior. (s. f.). *Importaciones por departamento de destino*. Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales. Consultado el 13 de noviembre de 2018. [http://websiex.dian.gov.co/pls/siex/impo\\_depto\\$.startup](http://websiex.dian.gov.co/pls/siex/impo_depto$.startup)
- Sociedad de Agricultores de Colombia. [SAC]. (s. f.). *Estadísticas*. Consultado el 13 de noviembre de 2018. <https://sac.org.co/estadisticas/>
- Solla. (s. f.). *Porcicultura. Ciclo productivo*. Consultado el 13 de noviembre de 2018. <https://www.solla.com/node/1602>
- Trienekens, J., & Wognum, N. (2013). Requirements of supply chain management in differentiating European pork chains. *Meat Science*, 95(3), 719-726. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.035>

- Trujillo-Díaz, J., Díaz-Piraquive, F. N., Herrera, M. M., & Gómez, J. (2019a). Modeling the Colombian swine supply chain from a knowledge management perspective. En L. Uden, I. Ting, & J. Corchado (Eds.), *Knowledge management in organizations. 14<sup>th</sup> International Conference, KMO 2019, Zamora, Spain, July 15-18. Proceedings* (pp. 25-35). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21451-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21451-7_3)
- Trujillo-Díaz, J., Díaz-Piraquive, F. N., Herrera, M. M., Gómez, J., Rodríguez, J. A., & Sarmiento, H. R. (2019b). Design of theoretical dimensions for a knowledge management model applied to the Colombian swine industry. En: IEEE, *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)* (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/CONIITI48476.2019.8960785>
- UN Comtrade. (2017). United Nations. <http://comtrade.un.org/data/>
- Valiño, L., Sarasa, C., & Duarte, R. (2019). Economy-wide effects of a sustainable pathway in the pig sector: a case study in Aragon (Spain). *Journal of Environmental Management*, 239(6), 84-89. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.041>
- Velásquez, C., Vélez, E., & Londoño, J. (2013). *Análisis de las importaciones de carne de cerdo y sus subproductos en el mercado porcícola colombiano: una mirada a la luz de los tratados de libre comercio* [tesis de especialización, Corporación Universitaria Lasallista]. Biblioteca Digital Lasallista. <http://hdl.handle.net/10567/1094>
- Vieites, C. (1997). *Producción porcina: estrategias para una actividad sustentable*. Hemisferio Sur.
- Yinglin, Q., Fangping, T., Yulai, C., & Danglin, S. (2014). *China Patent No. CN203920544*. Espacenet.
- Yinglin, Q., Qian, Y., Danglin, S., Xunwei, F., Xiaoshan, H., & Jianhua, Z. (2015). *China Patent No. CN204701520*. Espacenet.
- Yu, X. (2015). Meat consumption in China and its impact on international food security: status quo, trends, and policies. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(6), 989-994. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60983-7](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60983-7)