CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE FLUJO DE MOVILIDAD PORCINA EN EL DEPARTAMENTO DEL META EN EL AÑO 2019

DANIELA STEFANY ÁNGEL MOGOLLÓN

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO, META
2021

CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE FLUJO DE MOVILIDAD PORCINA EN EL DEPARTAMENTO DEL META EN EL AÑO 2019

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista

DANIELA STEFANY ÁNGEL MOGOLLÓN
Código 12100-3042

Directora: MARÍA CRISTINA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ
MVZ. Esp. cMSc

Codirectora: MARÍA MERCEDES PALACIO VEGA
MV

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS ANIMALES
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
VILLAVICENCIO, META
2021

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

María Cristina Hernández Martínez
Directora

_____

María Mercedes Palacio Vega
Codirectora

_____

Jorge Luis Parra Arango
Jurado

_____

Roger Alexis Espitia Díaz
Jurado

Villavicencio, 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, forjador de mi camino, que me levanta y acompaña en los continuos tropiezos. A mis padres, Mirtha Mogollón y Darío Ángel por haberme educado y moldeado para lograr formar la persona que soy en la actualidad, porque con cada sonrisa y cada lagrima avivaron las ganas de seguir luchando por más sueños, especialmente gracias a mi madre, ya que por ella comenzó esta aventura en la Universidad de los Llanos.

A mi hermana María Fernanda Ángel por su apoyo incondicional, por creer y alentar estos sueños. A un gran amigo, Sebastián Ramírez, por su ayuda, comprensión y paciencia durante toda nuestra carrera. Los compañeros y futuros colegas del programa de MVZ que siempre fueron incondicionales, los cuales crearon con nuestras vivencias recuerdos imborrables en mi corazón.

A violeta, fiel compañera, el ángel que Dios coloco a mi derecha y brindó calor a mi espalda ante tantas noches de desvelo.

“Si tienes que pasar por el agua, yo estaré contigo. (Isaías 43:2)”

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de los Llanos por abrirnos sus puertas, aquellos que nos proporcionaron información y material de apoyo para el proceso de este proyecto, nuestra directora de tesis María Cristina Hernández Martínez, por tanta comprensión, ayuda y apoyo con nuestro trabajo de grado, por su dedicación y amor a la academia.

Sinceros agradecimientos a cada uno de los docentes de nuestro programa, al equipo que conforma la Clínica Veterinaria de la Universidad de los Llanos ya que más que colegas fueron amigos. Gracias a todos y cada uno de ustedes por brindarnos de sus conocimientos para crecer como personas y profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 9
INTRODUCCIÓN 11
1. OBJETIVOS 13
1.1. OBJETIVO GENERAL 13
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 14
2.1. MERCADO MUNDIAL DE CARNE PORCINA 14
2.2. PORCICULTURA EN COLOMBIA 15
2.3. PORCICULTURA EN EL DEPARTAMENTO DEL META 16
2.4. NORMATIVIDAD NACIONAL 17
2.4.1. Leyes 17
2.4.2. Decretos 17
2.4.3. Resoluciones 17
2.5. ESTATUS SANITARIO PORCINO EN COLOMBIA 18
2.6. REDES DE FLUJO DE MOVILIDAD 20
2.7. IMPORTANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA RED DE FLUJO 22
2.8. PROGRAMA PAJEK E INKSCAPE 23
3. METODOLOGÍA 25
3.1. ÁREA DE ESTUDIO 25
3.2. TIPO DE ESTUDIO 26
3.3. BASE DE DATOS 26
3.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28
CONCLUSIONES 48
BIBLIOGRAFÍA 49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades territoriales del Meta 25
Tabla 2. Movilidad porcina por época de año, departamento del Meta. 2019.....28
Tabla 3. Ingreso y egreso de porcinos, por grupo etario en el departamento del Meta. 2019.....29
Tabla 4. Movilidad porcina por época del año y grupos de edad, para animales de ingreso y egreso, en el departamento del Meta, 2019.....30
Tabla 5. Tipo de movilidad porcina en el departamento del Meta por mes. 2019..31
Tabla 6. ingreso y egreso de porcinos por región natural, en el departamento del Meta, 2019.....31
Tabla 7. Ingreso y egreso de porcinos al departamento del Meta, por departamento, 2019.....33
Tabla 8. Movilidad porcina por grupo etario por departamento de origen en el Meta. 2019.....34
Tabla 9. Movilidad porcina por grupo etario por departamento de destino en el Meta. 2019.....34
Tabla 10. Ingreso y egreso de porcinos, por finalidad de movilización, departamento del Meta. 2019 37
Tabla 11. Movilidad porcina interna por época del año y etapa productiva en el Meta, año 2019.....38
Tabla 12. Movilidad porcina interna, ingreso y egreso, por municipios departamento del Meta. 2019 40
Tabla 13. Movilidad interna de porcinos, ingreso y egreso, por subregiones del departamento del Meta. 2019 41
Tabla 14. Movilidad dad interna por finalidad de origen a destino 41
Tabla 15. Focos de enfermedades de control oficial en cerdos año 2019 46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grafo con nodos y aristas 21
Figura 2. Grafo dirigido 21
Figura 3. Grafo de Pajek.....24
Figura 4. Movilidad porcina del Meta entre regiones naturales, año 2019.....32
Figura 5. Movilidad de cerdos hacia y desde el departamento del Meta, 2019 35
Figura 6. Movilidad porcina entre municipios de origen y destino, 2019.....36
Figura 7.Movilidad interna de predio a feria, primer semestre 2019 39
Figura 8. Movilización interna de predio a feria, segundo semestre 2019 42
Figura 9. Movilización interna de predio a predio, primer semestre 2019.....43
Figura 10. Movilización interna de predio a predio, segundo semestre 2019 43
Figura 11. Zonas del programa de nacional de erradicación de PPC.....45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Movilidad porcina por municipios de origen y destino, año 2019.....55

RESUMEN

El estudio analizó la base de datos del ICA, de la movilidad porcina en el departamento del Meta en el año 2019, con información de fecha, número, sexo y grupo etario de cerdos movilizados, departamento y municipio de origen y destino, clasificándolos por ingreso, egreso y movilidad interna, lugar de procedencia y destino (Predio, feria y planta beneficio), mes, época del año y región natural de origen y destino. Se reportaron 845 registros de movilidad, con un total de 1.294.464 cerdos, mayor en época lluviosa (704.201); una movilidad interna de 964.766, un ingreso de 9.959 y un egreso de 319.739 cerdos, de los cuales, Bogotá D.C. recibió 284.607. Hubo diferencia estadística en los tipos de movilidad por mes, siendo julio (155.380) y diciembre (161.407) los de mayor número de animales movilizados. El 99% de los animales movilizados fueron jóvenes, de 1 a 180 días de nacidos (1.279.662). La movilidad en el Meta se clasificó en unidades territoriales, encontrando que la subregión del río Meta conformada por Puerto López, Puerto Gaitán, Cabuyaro, Barranca de Upía y Villavicencio tuvo el 95% (1.223.955) del total de cerdos movilizados. Para determinar la importancia epidemiológica de la red de flujo, se relacionó con la información de los focos de enfermedades de control oficial reportados por el ICA, considerando tres enfermedades de control oficial, de considerables repercusiones económicas, Peste Porcina Clásica (PPC), Estomatitis Vesicular variedad New Jersey e Indiana y Senecavirus. Los focos de PPC se presentaron en departamentos con los que no hubo intercambio comercial de cerdos. Mientras que cinco departamentos son de interés epidemiológico, por el más alto número de focos de enfermedades vesiculares que presentaron, siendo: Antioquia con 41 focos, Boyacá con 35, Cundinamarca con 32, Tolima con 22 y el Huila con 21; el trasporte de animales desde estos departamentos podría tener un alto riesgo de diseminación de Estomatitis Vesicular variedad New Jersey, siendo la enfermedad vesicular de mayor prevalencia en el país. El departamento del Meta se caracterizó por la mayor movilización interna y el menor número de egresos, lo que, al no presentar ningún foco de enfermedad de control oficial, se consideraría de bajo riesgo de diseminación de enfermedades infecciosas. Los grafos de la red de flujo de movilidad permiten una más rápida y clara identificación e interpretación del comportamiento de los nodos de contacto en el transporte de cerdos en el departamento del Meta. Información que, aplicada en el concepto sanitario, identifica los nodos de mayor riesgo como receptores o diseminadores potenciales de enfermedades infecciosas en el territorio.

Palabras clave: Red de flujo, movilidad porcina, Estomatitis Vesicular, Peste Porcina Clásica.

ABSTRACT

The study analyzed the ICA database of swine mobility in the department of Meta in the year 2019, with information on date, number, sex and age group of mobilized pigs, department and municipality of origin and destination, classifying them by income, egress and internal mobility, origin place and destination (state, fair and mill), month, time of year and natural region of origin and destination. 845 mobility records were reported, with a total of 1,294,464 pigs, higher in the rainy season (704,201); an internal mobility of 964,766, an income of 9,959 and an output of 319,739 pigs, of which Bogotá DC received 284,607. There was a statistical difference in the mobility types per month, with July (155,380) and December (161,407) having the highest number of animals mobilized. 99% of the mobilized animals were young, from 1 to 180 days old (1,279,662). Mobility in the Meta was classified into territorial units, finding that the subregion of the Meta River made up of Puerto López, Puerto Gaitán, Cabuyaro, Barranca de Upía and Villavicencio had 95% (1,223,955) of the total number of mobilized pigs. To determine the epidemiological importance of the flow network, it was related to the sources information of officially controlled diseases reported by the ICA, considering three Officially controlled diseases with considerable economic repercussions, Classical Swine Fever (CSF), Vesicular Stomatitis variety New Jersey, Indiana and Senecavirus. The CSF focus occurred in departments with which there was no commercial trade of pigs. While five departments are of epidemiological interest, due to the highest number of focus of vesicular diseases that they presented, being: Antioquia with 41 foci, Boyacá with 35, Cundinamarca with 32, Tolima with 22 and Huila with 21; the transport of animals from these departments could have a high risk of dissemination of New Jersey variety Vesicular Stomatitis, being the most prevalent vesicular disease in the country. The department of Meta was characterized by the highest internal mobilization and the lowest number of discharges, which, by not presenting any focus of officially controlled disease, it would be considered a low risk of spread of infectious diseases. The graphs of the mobility flow network allow a faster and clearer identification and interpretation of the behavior of the contact nodes in the transport of pigs in the Meta department. Information that, applied in the health concept, identifies the riskiest nodes as potential receptors or spreaders of infectious diseases in the territory.

Keywords: Flow network, swine mobility, Meta, Vesicular stomatitis, Classical Swine Fever.

INTRODUCCIÓN

Entre los años 2010 y 2018, la producción de carne de cerdo en Colombia creció 10,2% en promedio/año; aumentando la oferta nacional en más de 216.000 toneladas, al pasar de 194.000 en 2010 a 410.000 toneladas en el 2018 (Agronegocios, 2019a), hasta llegar en el 2019 a 446.602 toneladas de carne de cerdo, del cual, el departamento del Meta aportó un 5,6% (23.000 toneladas) de la producción nacional; además, la cadena cárnica porcina generó más de 135.000 empleos directos e indirectos, en unos 230.000 predios porcícolas inscritos en el país (Agronegocios, 2019b).

Uno de los sectores para los que se dan mayores oportunidades en la actualidad, en nuestro país, es el agroalimentario, pues el mundo a pesar de la situación de emergencia en salud pública sigue demandando alimentos de calidad e inocuidad comprobada. Así, el sector porcícola de Colombia tiene objetivos claros a ejecutar, a través de campañas regionalizadas que incentiven a los compradores a aumentar el consumo de carne de cerdo, del fortalecimiento de los programas de prevención y control sanitario que mejoren el estatus sanitario de las granjas porcícolas del país con el fin de aumentar la productividad y competitividad del sector, además del compromiso de brindar a los productores herramientas de tecnificación, bienestar animal y bioseguridad que permitan a los productos porcícolas acceder a mercados internacionales

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) es el encargado de recopilar la información de cada uno de los predios autorizados para la producción porcina, así como de recoger los datos generados a partir de las guías sanitarias de movilización interna (GSMI), que recopilados permiten realizar estudios epidemiológicos, que esquematizan la red de flujo de movilidad, vital para la vigilancia sanitaria.

La vigilancia epidemiológica en Colombia permite establecer actividades orientadas a determinar el estatus sanitario de la porcicultura nacional frente a enfermedades como la Peste Porcina Clásica (PPC) y la enfermedad de Aujeszky, con el fin de controlar y erradicar una de las más importantes enfermedades infecciosas que afectan la economía porcícola y la seguridad alimentaria nacional e internacional. La erradicación de estas enfermedades permitiría a los porcicultores del país a aspirar al comercio internacional de la carne de cerdo, además de disminuir las pérdidas económicas causadas por éstas, mejorando el estatus sanitario de las granjas porcinas y del país.

En el departamento del Meta se ha impulsado la producción de carne porcina de manera industrial y es reconocida la labor desarrollada por la Empresa Aliar, en “La Fazenda” en el municipio de Puerto Gaitán, la cual ha obtenido certificados de la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control, posicionándola como una de las mejores en Colombia, así mismo diversas

producciones porcinas del departamento han venido realizado notables esfuerzos a la par, encaminados a mejorar la productividad, sanidad animal, y la calidad de los productos cárnicos.

Conservar el estatus sanitario de una granja, un territorio o un país, requiere que las instituciones de vigilancia como el ICA, establezcan programas de control, manejo y seguimiento, dentro de estos la concerniente a la movilización de animales que tengan una condición sanitaria favorable tanto en el lugar de origen, como en el lugar de destino, las cuales deben ser verificados por parte de instituciones como el Invima y el ICA a nivel de las plantas de beneficio animal, en las ferias o en los inventarios ganaderos de los predio o unidades de producción (Invima-ICA, 2019).

Con el propósito de obtener una herramienta en medicina veterinaria preventiva encaminada al análisis de los movimientos de origen y destino de los animales, se pretendió con este trabajo de investigación hacer un análisis de la red de flujo de movilidad del ganado porcino en el departamento del Meta, que pueda ser empleada como una fuente de información en la toma de decisiones de control, prevención y erradicación de enfermedades de importancia sanitaria, que permitan mejorar en el futuro la sanidad animal en el país, salvaguardando la salud pública y la calidad de los productos cárnicos.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la magnitud de la movilidad porcina en el año 2019, en el departamento del Meta.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la dinámica de movilización en el tiempo (Mes, año y época del año) y por sexo y grupo etario de los porcinos en el departamento del Meta en el 2019.

- Determinar la dirección en tiempo y espacio del ingreso y salida de porcinos en el departamento del Meta.

- Impulsar el análisis de las redes de flujo de movilidad con grafos, como una herramienta de interpretación en estudios epidemiológicos en Medicina Veterinaria preventiva.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MERCADO MUNDIAL DE CARNE PORCINA

China es importador de carne de cerdo con un volumen equivalente a 2,8% de su consumo. En el 2018, participó con 21,6% de las importaciones mundiales. Otros importadores cuya producción es insuficiente para abastecer su consumo interno, son Japón y México, que participaron con 18,6 y 14,5% de las importaciones totales (Gaucín, 2019).

En el 2019, la Peste Porcina Africana (PPA) afectó gravemente la producción y la exportación de carne de cerdo, así la producción mundial disminuyó 110,5 millones de toneladas (8,5%) y las exportaciones de carne fueron de 36 millones de toneladas, un 6,7% más que en 2018, principalmente por el aumento de las importaciones de China a causa de las pérdidas de producción por la PPA. Las importaciones totales de carne por parte de China aumentaron en un 35% (Alrededor de dos millones de toneladas) (FAO, 2019).

A pesar de la situación sanitaria, China continúa liderando la producción de cerdo con 44,7% de la cuota mundial, con 48,5 millones de toneladas de carne porcina. En segundo lugar, con 22,3% del total se ubica la Unión Europea con poco más de 24 millones de toneladas. Mientras tanto, el tercer lugar es ocupado por los Estados Unidos, contabilizando un volumen total de 12,4 millones de toneladas proyectado para este año, con el incremento anual del 4%. En 2019, se retrajo un 4% el consumo a nivel mundial, por el fuerte recorte de casi 5 millones de toneladas en el consumo de China (Gaggiotti y Ramseyer, 2019). Y Brasil es el cuarto mayor productor y exportador de carne de cerdo. Se podría decir que en ese tema Brasil está atravesando un buen momento por el impacto que genera la demanda de exportaciones a China, se trata de un aumento del 20% en comparación al año anterior (Piquer, 2020).

La entidad holandesa Rabobank, prevé que, para el cierre del 2020, y pese a los esfuerzos del gobierno chino, la producción de carne de cerdo volvería a experimentar una caída, lo que llevaría a que dicha nación tuviera que continuar con las importaciones de carne porcina en cantidad mayor (Porcicultura.com, 2020).

El consumo de carne de cerdo en el mundo contrasta; mientras que en Europa se tiene un consumo promedio per cápita de 35 kg por año, en Estados Unidos y Canadá es de 27 kg, en Oceanía de 18 kg, en México de 16 kg, en Asía de 15 kg, en América Latina de 11 kg y en África de 1 kg; relacionado con que los países más desarrollados tienen mayor consumo de carne de cerdo per cápita; gracias a un mejor poder adquisitivo (Porcicultura.com, 2019)

2.2. PORCICULTURA EN COLOMBIA

El sector porcícola en Colombia representa el 1,4% del producto interno bruto (PIB) agropecuario y el 4,8 % del PIB pecuario del país, lo cual en números se encuentra aportando 2,6 billones de pesos en términos de producción. En 2018, generó 135 mil empleos directos y produjo 410.270 toneladas de carne de cerdo (MADR, 2019).

El 2019, termina con una alta estabilidad y un continuo crecimiento para el sector porcino en Colombia, con una cifra récord de 446.602 toneladas de carne; esto significa 10% más de lo obtenido en el 2018, continuando con la línea de crecimiento observada en la última década. Según la Asociación Colombiana de Porcicultores-Porkcolombia, estos resultados son producto del trabajo enfocado en siete pilares estratégicos establecidos: Crecimiento ordenado de la producción, promoción al consumo, internacionalización, productividad e inocuidad, sanidad, sostenibilidad y formalización y lucha contra la ilegalidad. Esto condujo a una meta histórica en el consumo de carne de cerdo en Colombia, 11,3 kg por persona, un hecho sin precedentes en el país (Agronegocios, 2019b).

Una de las grandes transformaciones del sector ha sido el consumo per cápita. Se pasó de un consumo de 4,8 kilos al año en 2010 a 11,2 kilos en 2019, que representa un crecimiento en la década del 135%. Es la proteína que en proporción más ha crecido en el país. Hace 10 años no más del 35% de los hogares incorporaban en su dieta carne de cerdo y hoy está presente en el menú del 70% de los hogares (PorciNews Latam, 2020).

La población total porcina en el país está distribuida en 237.380 predios y constituida aproximadamente por 6.473.525 animales, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (29,68%), Valle del Cauca (14,36%), Cundinamarca (8,94%), Meta (6,03%), Córdoba (6,01%), Magdalena (4,21%), Sucre (3,33%), Boyacá (3,12%), Atlántico (2,74%) y Bolívar (2,27%), indicando que el 80.67% de la población total nacional. La distribución de los 237.380 predios porcinos en el país está concentrada principalmente en los departamentos de Córdoba (17,44%), Sucre (12,16%), Antioquia (8,22%), Norte de Santander (7,68%), Magdalena (7,32%), Bolívar (6,23%), Casanare (5,13%), Nariño (4,46%), Cesar (3,28%) y Valle del Cauca (3,11%) (ICA, 2020a).

En la Costa Caribe, con el 3,3% del beneficio nacional, se destaca el departamento del Atlántico por su producción formal y por poseer dos plantas de beneficio porcino, con participación del 2,6% (PorciNews Latam, 2020).

El departamento con mayor participación en el sacrificio de cerdos fue Antioquia, con un 45% y 493.875 cerdos beneficiados entre enero - marzo de 2019, seguido de Cundinamarca que incluye a Bogotá con 186.423 cerdos, lo que corresponde a una participación de 17,0% y Valle del Cauca con 163.226 animales, con el 14,9% (DANE, 2019).

2.3. PORCICULTURA EN EL DEPARTAMENTO DEL META

El departamento del Meta participó en el 2019, con un 5,6% de la producción total nacional, aumentando 33,3% el número de cerdos beneficiados con respecto al año 2018 (MADR, 2019), esto gracias a la entrada en funcionamiento de la planta de beneficio de la Empresa Aliar S.A. en Fazenda - Puerto Gaitán (Meta); reportándose en la página del ICA para el 2020 un 6,03% de aporte a la producción total nacional, (ICA, 2020a), con un incremento de 0,7% con respecto al 2019, gracias a la apertura de mercados internacionales, cubierto por un conglomerado de empresas nacionales, entre ellas la anteriormente mencionada.

En 2019, con un total de 22.975 toneladas, Meta es el quinto productor nacional de carne de cerdo, beneficiándose del reciente acuerdo comercial en el que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Porkcolombia – Fondo Nacional Porcino (FNP), lograron la primera gran exportación del país, con destino a Luanda (Angola). En el Meta se hacen esfuerzos por impulsar la producción de la carne porcina de manera industrial, en especial, las labores que hace La Fazenda en Puerto Gaitán, la cual obtuvo la certificación de la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP).

Además, el Centro de Investigación La Libertad, en busca de una alternativa de seguridad alimentaria para los productores y a su vez la multiplicación de los semovientes porcinos de la raza Casco de Mula, han trabajado también en la producción, a menor escala (PDM, 2019).

El cerdo casco de mula se encuentra en estado salvaje en otros países, aunque en nuestra región (Pie de monte y Llanos Orientales) ha sido domesticado, una de las características principales de esta raza es la presencia de sindactilia que esencialmente consiste en la presencia de cinco falanges secundarias, en vez de cuatro la cual es transmisible por herencia, y se presenta dominante sobre la pezuña normal. Los rasgos de este son variables, muestran un perfil subcóncavo, piel negra, pelaje rojo (48,5%), negro (12,1%), rubio y (24,2%) blanco con manchas o faja de color; el 72,7% poseen orejas tipo ibérica y 27,3% céltica; 69,7% tienen perfil subcóncavo y 20,3% rectilíneo (Revidatti, 2009).

Los bancos de conservación de germoplasma son administrados por CORPOICA en diferentes centros de investigación y está conformado por tres razas porcinas: zungo, san Pedreño y caso de mula. Cerdos criollos del departamento del chocó, región del pacifico colombiano, importante en la economía de los campesinos de dicha región del país, una de las más deprimidas y por consiguiente ávida de intervención en pro de su desarrollo y seguridad alimentaria. (Martínez, 2010).

De acuerdo con la situación mundial de los recursos <zootécnicos, un 20% de todas las razas de las que se tiene conocimiento se encuentran en peligro de extinción y la situación poblacional de muchas sigue sin conocerse. Sin intervenciones

estratégicamente planeadas, que se sirvan de la conservación *in situ* y *ex situ*, la erosión continuara y posiblemente se acelere (FAO, 2006).

2.4. NORMATIVIDAD NACIONAL

2.4.1. Leyes

- **Ley 623 de 2000 del Congreso de la República:** Por la cual declara de interés social nacional la erradicación de peste porcina clásica en todo el territorio colombiano y se dictan otras disposiciones (Congreso de la República, 2000).

2.4.2. Decretos

- **Decreto 930 de 2002 de la Presidencia de la República:** Por el cual se reglamenta la Ley 623 de 2000 (Presidencia de la República, 2002).
- **Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de Protección Social:** Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la carne, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (MPS, 2007).

2.4.3. Resoluciones

- **Resolución 2640 de 2007 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA):** Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de porcino destinado a sacrificio (ICA, .2007).

- **Resolución 3841 de 2009 del ICA:** Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para zonas en proceso de ser declaradas libres de PPC (ICA, 2009).

- **Resolución 3575 de 2011 del ICA:** Por medio de la cual se declara unas zonas libres de Peste Porcina Clásica en el territorio colombiano (ICA, 2011).

- **Resolución 3714 de 2015 del ICA:** Por la cual se establecen las enfermedades de declaración obligatoria en Colombia (ICA, 2015).

- **Resolución 20148 de 2016 del ICA:** Por la cual se establecen requisitos para obtener la autorización sanitaria y de inocuidad en los predios pecuarios productores de animales destinados a sacrificio para consumo (ICA, 2016a).

- **Resolución 2421 de 2017 del ICA:** Por medio de la cual se establecen los requisitos sanitarios para la movilización de animales de la especie y carne porcinas desde o hacia zonas libres o en proceso de declaración dentro del territorio nacional y se dictan otras disposiciones (ICA, 2017a).

- **Resolución 14745 de 2017 del ICA:** Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener la certificación como compartimento porcino libre de fiebre aftosa en el territorio nacional (ICA, 2017b).

- **Resolución 27077 de 2018 del ICA:** Por medio de la cual se establece la vacunación obligatoria contra la Peste Porcina Clásica – PPC en algunas zonas del territorio nacional y se dictan otras disposiciones (ICA, 2018).

- **Resolución 60469 de 2020 del ICA:** Por la cual establecen medidas sanitarias en puertos, aeropuertos y puestos de control fronterizo para prevenir la introducción y propagación de la Peste Porcina Africana en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones (ICA, 2020b).

- **Resolución 68170 de 2020 del ICA:** Por medio de la cual se declara una zona libre de infección por el virus de la Enfermedad de Aujeszky y se establecen las condiciones para la misma (ICA, 2020c).

- **Resolución 066765 de 2020 del ICA:** Por medio de la cual se prohíbe la vacunación contra Peste Porcina Clásica en unas zonas del territorio colombiano (ICA, 2020d).

2.5. ESTATUS SANITARIO PORCINO EN COLOMBIA

La Peste Porcina Clásica (PPC) es una enfermedad viral, altamente contagiosa, que se presenta en cerdos domésticos y silvestres. En las medidas de prevención se aplica la bioseguridad del predio, el control a las movilizaciones y la vacunación de animales. Se considera la más importante enfermedad en porcinos a nivel mundial, debido a su impacto sanitario, económico y comercial. En Colombia el primer brote se detectó en 1.942 y a mediados de la década de 1980 causó gran afectación en la producción; por lo que en el con la Ley 623 del 2000, la PPC fue declarada una enfermedad de interés nacional de prioridad sanitaria para su erradicación. A partir de ese año, con el Decreto 930 del 2002, se dio un nuevo marco normativo al programa de erradicación de la PPC, en el que el ICA, es designado coordinador y Asoporcicultores asume la responsabilidad de vacunar (ICA, 2017c).

Colombia, mediante el Programa Nacional de Erradicación de la Peste Porcina Clásica (PPC), cuenta con el reconocimiento de la principal zona de producción porcina como libre de la enfermedad desde el 2017. Para lograr el mantenimiento del estatus sanitario de la zona, se adelanta un trabajo articulado entre el ICA, Porkcolombia – Fondo Nacional Porcino (FNP), los profesionales y técnicos del sector que trabajan en el mejoramiento de las condiciones de bioseguridad de las granjas, en el cumplimiento de requisitos sanitarios, en la formalización del beneficio animal y la comercialización de sus productos (Deluque y Peña, 2019).

En la semana epidemiológica número 22 del 2019, se reportó la atención de 82 sospechas de cuadro sistémico porcino, de las cuales tres se confirmaron positivas a PPC en los departamentos de Bolívar (2) y Sucre (1). En todos los casos el ICA estableció las medidas sanitarias de cuarentena en predios, restricción de la movilización de animales, personas y vehículos, implementación de una zona focal de 5 km y una peri focal de 10 km y actividades de vigilancia epidemiológica (Porkcolombia, 2019).

En 2019, Colombia a través del ICA presentó para certificación oficial ante la Organización de Sanidad Animal (OIE), una nueva zona libre de PPC, conformada por los departamentos de Boyacá (excepto el municipio de Cubará), Caquetá, Cauca (excepto los municipios de Argelia, Balboa, Florencia y Mercaderes), Cundinamarca, Huila, Meta, Santander, Tolima, los municipios de Nariño, Puerto Berrio, Puerto Nare, Puerto Triunfo y Yondó del departamento de Antioquia, los municipios de La Dorada, Manzanares, Marquetalia, Norcasia, Pensilvania, Samaná y La Victoria del Departamento de Caldas y los municipios de Chámeza, La Salina, Monterrey, Recetor, Sácama, Sabanalarga, Tauramena y Villanueva del departamento de Casanare (Deluque y Peña, 2019).

En el 2020, los entes oficiales encargados de salvaguardar la seguridad alimentaria continúan trabajando en el proceso de declarar el país libre de PPC, por lo que la Resolución 066765 del 4 de mayo de 2020, prohibió la vacunación contra la PPC por tiempo indefinido, en los municipios de Santa Rosa del Sur, Simití, San Pablo y Cantagallo ubicados en el departamento de Bolívar, debido al avance del Programa Nacional de erradicación de la Peste Porcina Clásica, se tomó la decisión de suspender la vacunación en estos municipios (ICA, 2020e).

Las enfermedades de tipo vesicular son de origen viral y afectan diferentes especies animales, dentro de las que se encuentra la especie porcina. Los signos clínicos que se presentan en los animales afectados por esta patología corresponden a vesículas (Ampollas) y úlceras que se presentan como resultado de la ruptura de las primeras en el hocico, pezuñas y ubre, lo que genera dolor, cojeras y postración ante la dificultad para el movimiento. Los signos son indistinguibles de la fiebre aftosa, estomatitis vesicular y el virus del Seneca. En el segundo trimestre del 2019, se habían atendido 188 notificaciones de enfermedad vesicular de las cuales solo

nueve dieron positivo, dos de ellos a estomatitis New Jersey y el resto a Virus Seneca (Porkcolombia, 2019).

Con el trabajo articulado del ICA y Porkcolombia, se declaró la primera zona libre de la enfermedad de Aujeszky en Colombia, mediante la resolución 68170 de 2020. Esta zona está comprendida por los departamentos de Antioquia (excepto bajo Cauca y Urabá), Boyacá, Caldas, Cauca (norte y centro), sur del Casanare, Caquetá, Chocó, Cundinamarca, Huila, Meta, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca, los cuales poseen el 95% de la porcicultura tecnificada del país, los principales núcleos genéticos y las plantas de beneficio de exportación. Este nuevo estatus, facilita la admisibilidad sanitaria de porcinos, carne y derivados cárnicos en los mercados internacionales (Porkcolombia, 2020).

2.6. REDES DE FLUJO DE MOVILIDAD

Una estructura de red básica o grafo se define por un grupo de elementos y por el tipo de interacciones que tienen. Entre los elementos de la red social se encuentran los actores, llamados vértices o nodos, y los enlaces o bordes, aristas o contactos (Figura 1) (Newman, 2003; Martínez-López *et al.,* 2009); la red puede tener muchos o pocos actores o una o más clases de relaciones (Velásquez y Aguilar, 2005). Las redes ofrecen una interpretación visual y matemática de los datos, describiendo la estructura de las interacciones (Keeling y Eames, 2005; Keeling *et al*. 2010).

La teoría de grafos es útil para el análisis de redes sociales, al contar con un vocabulario que analiza las propiedades de la estructura social; ofrece operaciones matemáticas con las cuales pueden medirse y, permite deducir y someter a prueba determinados enunciados. Un grafo G consiste en dos conjuntos de información: Un conjunto de nodos, N = {n1, n2,.., ng} y un conjunto de líneas, L= {l1, l2,... lL} entre pares de nodos. En un grafo hay g nodos y L líneas. Un grafo se representanta como G (N, L). Se dice que dos nodos son adyacentes si la línea lk = (ni, nj) está incluida en el conjunto de líneas L (Wasserman y Faust, 1994).

Los nodos o vértices son aquellos objetos de estudio que se encuentran en un entorno con un objetivo común, estos son representados por círculos y la suma de todos estos representa una red. El vínculo o arista, es la relación que existe entre dos o más nodos, estos se representan con líneas. El flujo indica la dirección que toman los vínculos, son representados por flechas, los cuales pueden ser flujos dirigidos o unidireccionales y flujos mutuos o bidireccionales. En casos en que los nodos no presenten ningún flujo, por ende, no hay vínculos se dice que este nodo se encuentra suelto dentro de la red (Velásquez y Aguilar, 2005).

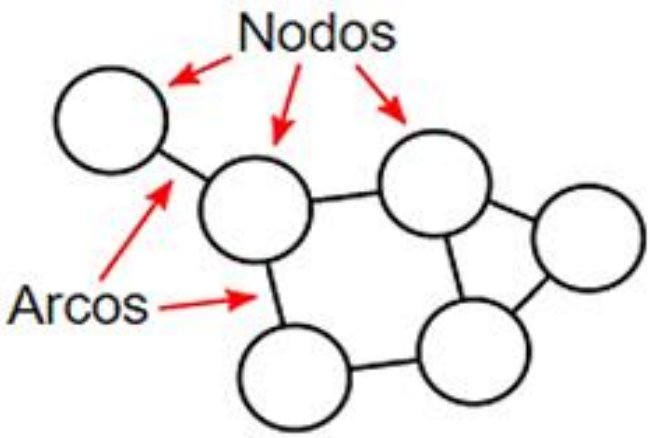


Figura 1. Grafo con nodos y aristas

Un parámetro importante en la caracterización de un grafo o red es el grado de conectividad, el cual indica el promedio de nodos que están conectados a un nodo. En las redes, los enlaces pueden ser de carácter no dirigido o dirigido (Figura 2) dependiendo de si la naturaleza de la relación entre pares de nodos es bidireccional o unidireccional (Herrera y González-Parra, 2012).

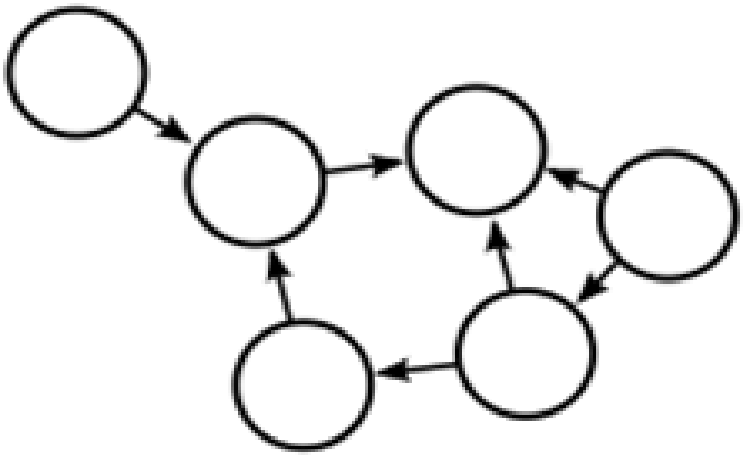


Figura 2. Grafo dirigido

Gutiérrez (2012), clasifica las redes de flujo en red centralizada, en la cual todos los nodos, menos uno, son periféricos y sólo pueden comunicarse a través del nodo central. La caída del nodo central priva del flujo a todos los demás nodos. La red descentralizada, es aquella en la que aparece interconexión de los nodos centrales de varias redes centralizadas. Como resultado no existe un único nodo central sino un centro colectivo de conectores. La caída de uno de los nodos centralizadores conlleva la desconexión de uno o más nodos del conjunto de la red, mientras que la caída del clúster centralizador produciría necesariamente la ruptura o desaparición de la red. En la red distribuida, todos los nodos se conectan entre sí sin que tengan que pasar necesariamente por uno o varios centros. Desaparece la división centro/periferia y, por tanto, el poder de filtro sobre la información que fluye por ella. La red es robusta ante la caída de nodos: ningún nodo, al ser extraído, genera la desconexión de otro.

Posterior a la organización de la red social, se realiza el análisis y la teoría de grafos, que proporcionan un marco conceptual para estudiar los patrones de contacto e identificar unidades que están conectadas frecuente o intensamente dentro de la red. En medicina veterinaria preventiva, el análisis de redes sociales ofrece beneficios para explorar la naturaleza y el alcance de los contactos entre animales o entre granjas, lo que en última instancia conduce a una mejor comprensión del riesgo potencial de propagación de enfermedades en una población susceptible (Kuz *et al*., 2016).

2.7. IMPORTANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA RED DE FLUJO

Las redes y la epidemiología de las enfermedades infecciosas de transmisión directa están estrechamente vinculadas. Los fundamentos de la epidemiología y los primeros modelos epidemiológicos se basaron en la mezcla aleatoria de toda la población, pero en la práctica cada individuo tiene un conjunto finito de contactos a los que puede transmitir la infección; el conjunto de todos estos contactos forma una "red de mezcla". El conocimiento de la estructura de la red permite a los modelos calcular la dinámica de la epidemia a escala poblacional a partir del comportamiento de las infecciones a nivel individual. Las características de las redes de mezcla, y cómo se desvían de la norma de mezcla aleatoria, se convierten en preocupaciones aplicadas que pueden mejorar la comprensión y predicción de patrones epidémicos y medidas de intervención (Keeling y Eames, 2005).

En Colombia, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica es una estrategia esencial para la detección temprana de enfermedades y definir medidas sanitarias de prevención, control o erradicación de estas, lo que permite documentar las solicitudes para obtener el estatus libre de enfermedad, para ello se utilizan las redes de flujo y movilidad, importantes para comprender procesos epidemiológicos y restringir algunos contactos dentro de la red para reducir la propagación de una epidemia. Es importante que la conformación de los archivos y su análisis, estén

elaborados de acuerdo con la normativa del ICA para tener el control de los flujos de movilización de las distintas especies de interés económico y el estatus sanitario del país, de esta manera se facilita el análisis de riesgos en la salud animal y salud pública, y justificar la lógica de las medidas sanitarias (ICA, 2016b).

El tránsito de animales está estrechamente relacionado con la propagación de enfermedades. Es un factor crítico en todas las epidemias de enfermedades infecciosas y el seguimiento de este movimiento permite reducir los riesgos de introducción o reintroducción de patógenos (Capanema, 2010). Una red con rutas de tránsito de animales proporciona información sobre la transmisión y propagación de enfermedades (Bigras-Poulin *et al*., 2007). Conocer estas redes de flujo puede proporcionar una mejor relación costo-beneficio de las medidas para combatir los programas de salud animal (Ortiz-Peláez *et al*., 2006).

Para la movilización animal en Colombia, se debe expedir la Guía Sanitaria de Movilización Interna – (GSMI), lo que implica que el predio tendrá que contar con el Registro Sanitario de Predio Pecuario – RSPP y con un estatus sanitario adecuado. Este documento es de vital importancia y el insumo principal para realizar el análisis del flujo de movilización animal (ICA, 2016c).

En el caso de un brote de enfermedad infecciosa propagada por el movimiento de animales, la puntuación de intermediación proporciona información útil al identificar los distritos que “controlan” el flujo de ganado a través de la red. En el caso de la fiebre aftosa, una atención especial para garantizar que los movimientos estén restringidos dentro y fuera de los distritos con una puntuación alta de intermediación debería mejorar la efectividad de la restricción de movimiento como estrategia de control de enfermedades. La identificación de estas estructuras es importante porque si la enfermedad entra en un componente gigante de la red, entonces una proporción considerable de la población puede estar en riesgo. Por el contrario, la entrada de enfermedades en otras partes de la red puede resultar en un número menor de distritos afectados (Aznara y Stevenson, 2005).

2.8. PROGRAMA PAJEK E INKSCAPE

El programa Pajek, es un software gratuito, que puede manejar cómodamente redes de cientos de miles de vértices, posee una gran cantidad de algoritmos para análisis de redes y puede exportar las redes a una gran variedad de forma (Batagelj, 2008).

Pajek maneja archivos “tim” en los que se puede definir a un grado de detalle si un actor pertenece (está activo) a la red en un determinado período y las propiedades (etiqueta, color, tamaño) (Figura 3) con que se visualiza en ese período; lo mismo para las relaciones activas entre actores. Pajek maneja una versión más simplificada en que se define tanto para los actores como para las relaciones, los períodos en que están activos (Nooy *et al.,* 2005).

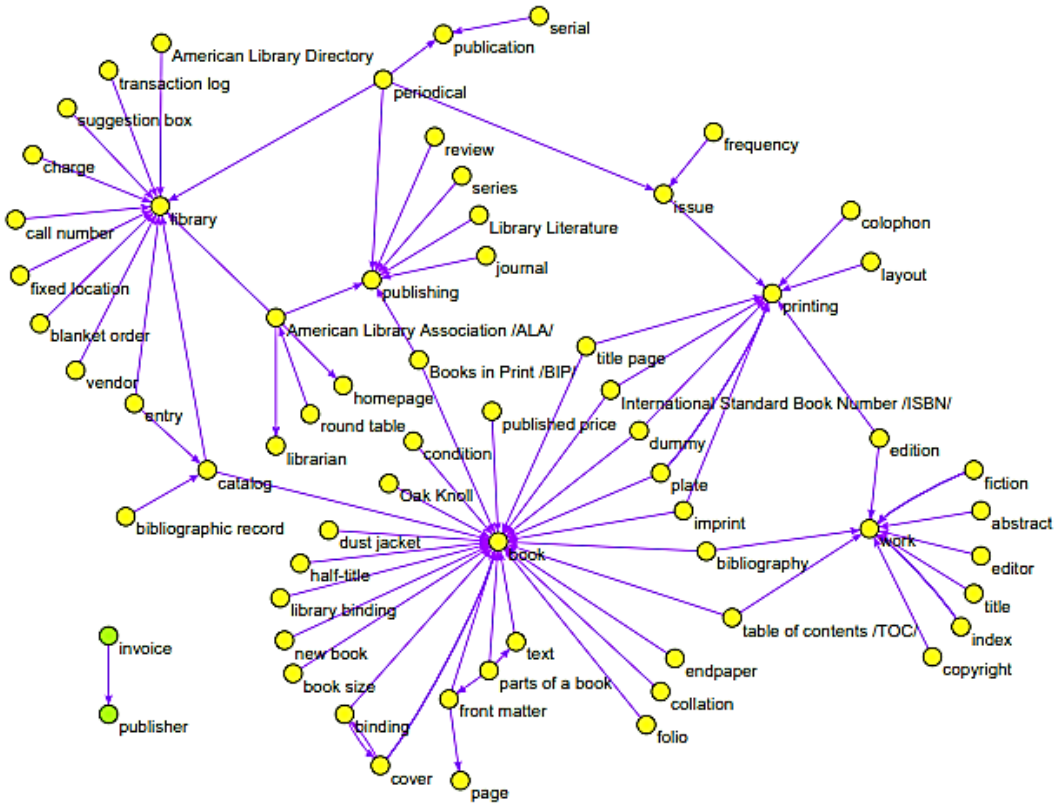


Figura 3. Grafo de Pajek

En el análisis Pajek y visualización de grandes redes se realizan utilizando seis tipos de datos (objetos): red (gráfico); partición (propiedades nominales u ordinales de vértices); vector (propiedades numéricas de vértices); clúster (subconjunto de vértices); permutación (reordenamiento de vértices, propiedades ordinales); y la jerarquía (estructura de árbol general sobre los vértices) (Mrvar y Batagelj, 2016).

El diseño de Pajek se basa en experiencias alcanzadas al desarrollar estructuras de datos gráficos. Su función es generar redes a través de algoritmos cartesianos y del Xgráfico, ejecutados a partir de las relaciones y fundamentación de STRAN, RelCalc, Draw, Energ y SGML desde la descripción gráfica del lenguaje NetML (Pinto *et al.,* 2009)

Inkscape es un editor de gráficos vectoriales de código abierto, con capacidades similares a otros editores gráficos. Las características soportadas incluyen: objetos, trazos, texto, marcadores, clones, mezclas de canales alfa, transformaciones, gradientes, patrones y agrupamientos (Inkscape.information, 2020).

3. METODOLOGÍA

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó con información reportada en el departamento del Meta, situado en la parte central del país en la región de la Orinoquia, localizado entre los 04º54'25'' y los 01º36'52'' de latitud Norte, y los 71º4'38'' y 74º53'57'' de longitud Oeste. Cuenta con una superficie de 85.635 km^2 lo que representa el 7,5% del territorio nacional. Limita por el Norte con el departamento de Cundinamarca y los ríos Upía y Meta que lo separan del departamento del Casanare; por el Este con Vichada, por el Sur con el departamento del Caquetá y el río Guaviare que lo separa del departamento de Guaviare; y por el Oeste con los departamentos de Huila y Cundinamarca (IGAC, 2016).

El departamento del Meta está compuesto por seis (6) subregiones y veintiocho (28) municipios (Tabla 1).

Tabla 1. Unidades territoriales del Meta

Subregión	Municipios
1. Del Ariari	Granada, Fuente de Oro, El Castillo, Puerto Lleras, San Juan de Arama, San Martin de Los Llanos y Lejanías.
2. Alto Ariari Centro	Acacias, Guamal, San Carlos de Guaroa, Castilla La Nueva, Cubarral y El Dorado.
3. Bajo Ariari Sur	Mapiripán, Puerto Concordia y Puerto Rico.
4. Rio Meta	Puerto López, Puerto Gaitán, Cabuyaro, Barranca de Upía y Villavicencio.
5. Capital-Cordillera	Restrepo, Cumaral, San Juanito y El Calvario.
6. La Macarena	Uribe, Mesetas, Vistahermosa y La Macarena.

Fuente: ADR, 2019.

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El estudio fue de tipo observacional, retrospectivo, con enfoque en la descripción temporo-espacial de la base de datos del conglomerado de movilidad de cerdos en el departamento del Meta, en el año 2019.

3.3. BASE DE DATOS

Los datos analizados retrospectivamente en este estudio fueron recopilados de la información documental generada por la Dirección técnica de Vigilancia Epidemiológica de la Subgerencia de Protección Animal del Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, archivo denominado “Mov192, que contiene el flujo de movilidad porcina del departamento del Meta durante el año 2019 generado a partir de las Guías Sanitarias de Movilidad Interna (GSMI), con información de la fecha de movilización, el número de animales movilizados, lugar de origen por departamento y municipio, lugar de destino por departamento y municipio, sexo y grupo etario de los animales. Se consideró la dinámica del flujo de ingresos (Movilidad interna e ingresos) y flujo de egresos (Movilidad externa) clasificando en modalidades de movilización de origen y destino a feria, predios y planta de beneficio, diferenciando la movilidad por año, mes, época del año, región natural, departamento y municipio.

3.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información se tabuló y organizó en hojas de cálculo Excel de Microsoft® 2013, para el análisis, tomando como variables: Sexo y etapa productiva de los animales; tipo de movilidad: Ingreso, interna y egreso; movilización por mes, movilización por época del año: Época seca y época lluviosa; movilización por región natural de origen y destino: Andina, Amazónica, Caribe y Orinoquia; movilización por departamento de origen y destino; movilización por municipio de origen y destino; movilización por unidades territoriales del departamento del Meta: Ariari, alto Ariari centro, bajo Ariari sur, rio Meta, capital-cordillera y La Macarena; movilización por modalidad de origen y destino: Predio, feria y planta de beneficio.

Para determinar la diferencia entre proporciones se empleó la prueba de Z para proporciones independientes empleando el programa Epidat 3.1 y el programa estadístico SPSS versión 23 para la suma de los valores de las variables, presentado los resultados en tablas.

Para algunas relaciones de variable se determinó el valor de razón, para medir la magnitud de la variación en la movilización, a través de Excel de Microsoft® 2013.

Los datos se graficaron en el programa Pajek 5.08 (Batagelj y Mrvar, 2003) un software gratuito para el análisis de las redes de flujo por municipios y departamentos (Referentes geográficos), de acuerdo con la metodología propuesta por Capanema *et al.,* (2012), obteniéndose grafos, que se editaron con el programa Inkscape para una mejor interpretación y análisis.

Se contrastó el inventario porcino reportado por el ICA y PokColombia por sexo y grupo etario entre 2019 y 2016.

Se analizó la movilidad de los cerdos en relación con focos de enfermedades de control oficial como la Peste Porcina Clásica y la Estomatitis Vesicular cepa New Jersey e Indiana, información obtenida del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA para el año 2019, teniendo en cuenta los departamentos con los cuales se tuvo negociación de porcinos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el año 2019, el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA reportó 845 registros de movilidad en el departamento del Meta para 1.294.464 cerdos movilizados.

En la movilización anual el 74,5% (964.766) correspondió a movilidad interna, el 24,7% a egreso y el 0,8% a ingreso de cerdos, siendo significativamente diferentes las proporciones entre sí. La movilidad fue significativamente diferente entre épocas del año para ingreso, interna y egreso, siendo superior con el 54,4% (704.201) la época lluviosa para los tres tipos de movilidad (Z= 141,6; p= 0,000) (Tabla 2).

Tabla 2. Movilidad porcina por época de año, departamento del Meta. 2019

Movilidad	Época seca (S)			Época lluviosa (Ll)			Total	%	Z	Sig.	Razón Ll/S
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Ingreso	3958[a]	0,7	39,7	6001[a]	0,8	60,3	9959[a]	0,8	28,9	0,000*	1,5
Egreso	145158[b]	24,6	45,4	174581[b]	24,8	54,6	319739[b]	24,7	73,5	0,000*	1,2
Interna	441147[c]	74,7	45,7	523619[c]	74,4	54,3	964766[c]	74,5	118,7	0,000*	1,1
Total	590263	100	45,6	704201	100	54,4	1294464	100	141,6	0,000*	1,1

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

Del total de cerdos movilizados por grupo etario el 70,6% (913.833) fueron de levante-ceba de 61 a 180 días, el 28,1% (364.448) de pre-ceba de 31 a 60 días, el 1,1% (13.680) cerdas de cría, el 0,1% (1.381) lactantes de 1 a 30 días, el 0,06% (789) hembras de reemplazo y el 0,03% (333) cerdos reproductores.

La movilidad de ingreso y egreso por grupo etario fue significativamente diferente entre grupos. La etapa productiva de mayor movilidad fueron los de levante-ceba con 302.080 animales (91,6%), seguido de pre-ceba (22.396), cerdas cría (3.492), lactantes (988), hembras reemplazo (566) y cerdos reproductores (176) (Tabla 3).

En el ingreso la mayor movilidad fue de levante-ceba con 7.014 (70,4%), seguido de pre-ceba (15,9%), lactantes (5,5%), hembras de reemplazo (4,9%), cerdas de cría (2,5%) y cerdos reproductores (0,8%) (Tabla 3).

El ingreso y egreso fueron significativamente diferentes, siendo superior en egreso (Z= 762,9; p= 0,000). La mayor movilidad de egreso fue de levante-ceba con 295.066 (92,3%), seguido de pre-ceba (20.811), cerdas cría (3.241), lactantes (444), cerdos reproductores (101) y hembras de reemplazo (76) (Tabla 3).

En general por cada animal que ingreso, salieron 32,1 más veces cerdos. Por cada animal de levante - ceba que ingresó, salieron 42,1 más veces; mientras que, por cada animal de pre-ceba que ingresó, salieron 13,1 (Tabla 3).

Tabla 3. Ingreso y egreso de porcinos, por grupo etario en el departamento del Meta. 2019

Grupos etarios	Ingreso			Egreso			Total	%	Z	Sig.	Razón E/I
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Lactantes	544[c]	5,5	55,1	444[b]	0,1	44,9	988[c]	0,3	4,4	0,000*	0,8
Pre-ceba	1585[d]	15,9	7,1	20811[d]	6,5	92,9	22396[e]	6,8	181,6	0,000*	13,1
Levante-ceba	7014[e]	70,4	2,3	295066[e]	92,3	97,7	302080[f]	91,6	741,1	0,000*	42,1
Hembras reemplazo	490[c]	4,9	86,6	76[a]	0,0	13,4	566[b]	0,2	24,5	0,000*	0,2
Cerdas cría	251[b]	2,5	7,2	3241[c]	1,0	92,8	3492[d]	1,1	71,5	0,000*	12,9
Reproductor	75[a]	0,8	42,6	101[a]	0,0	57,4	176[a]	0,1	2,6	0,000*	1,3
Total	9959	100	3,0	319739	100	97,0	329698	100	762,9	0,000*	32,1

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

El ingreso y egreso por grupo etario fue significativamente diferente por época del año, siendo superior en la época lluviosa (Z= 77,4; p= 0,000), movilizando en total 329.698 animales, con el 45,1% en época seca y el 54,9% en época lluviosa (Tabla 4).

Los cerdos de levante-ceba, el grupo etario de mayor movilización fue significativamente diferente en ambas épocas, siendo superior en época lluviosa (Tabla 4).

En época seca, la mayor movilización fue de levante-ceba con 135.463 (91,2%), seguido de pre-ceba (10.970), cerdas cría (2.424), hembras de reemplazo (136), reproductores (109) y la menor movilización de cerdos lactantes (14); mientras que, en época lluviosa el orden secuencial tuvo una variación, siendo menor la movilización de cerdos reproductores (67) (Tabla 4).

En cerdos reproductores y cerdas de cría la movilización fue mayor en la época seca a la registrada en época lluviosa (Tabla 4).

Tabla 4. Movilidad porcina por época del año y grupos de edad, para animales de ingreso y egreso, en el departamento del Meta, 2019

Grupo etario	Época Seca (S)			Época Lluviosa (Ll)			Total	%	Z	Sig.	Razón Ll/S
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Lactantes	14[a]	0,0	1,4	974[c]	0,5	98,6	988[c]	0,3	43,1	0,000*	69,6
Pre-ceba	10970[d]	7,4	47,7	11426[e]	6,3	52,3	22396[e]	6,8	4,2	0,000*	1,1
Levante-ceba	135463[e]	91,2	44,8	166617[f]	92,3	55,2	302080[f]	91,8	80,1	0,000*	1,2
Hembra reemplazo	136[b]	0,1	24	430[b]	0,2	76	566[b]	0,2	17,4	0,000*	3,2
Cerdas cría	2424[c]	1,6	69,4	1068[d]	0,6	30,6	3492[d]	1,1	32,4	0,000*	0,4
Reproductores	109[b]	0,1	61,9	67[a]	0,0	38,1	176[a]	0,1	4,3	0,000*	0,6
Total	149116	100	45,1	180582	100	54,9	329698	100	77,4	0,000*	1,2

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

Internamente el 13,6% de la movilidad fue en julio con 131.303 animales, seguido de diciembre (12,7%), marzo (9,5%) y octubre (9,3%); en enero y noviembre no hubo diferencia significativa (8,7%) (Tabla 5).

La movilidad fue significativamente diferente para el ingreso y egreso de porcinos en todos los meses. El mes de diciembre fue significativamente diferente con 39.534 (12,0%) animales, seguido de mayo, noviembre y marzo sin diferencia entre sí y junio (Tabla 5).

El ingreso de animales fue significativamente superior en el mes de abril con el 12,1% (1.206), seguido de diciembre y agosto sin diferencia entre sí, y por septiembre y octubre sin diferencia entre sí. El menor número de animales ingresados se registró en el mes de julio (344) (Tabla 5).

En todos los meses fue significativamente diferente y superior el egreso. La mayor movilidad de egreso se observó en diciembre con el 12,0% (38.432), seguido de noviembre, mayo y marzo sin diferencia entre sí (Tabla 5).

Por cada animal que ingresó, salieron 32,1 más veces cerdos. La mayor diferencia entre movilización se presentó en julio, donde por cada animal que ingresó, salieron 72,3 veces más animales, seguido de noviembre con 47,9 más veces, enero con 40,0 más veces y diciembre con 34,9 más veces animales egresados, que ingresados (Tabla 5).

Tabla 5. Tipo de movilidad porcina en el departamento del Meta por mes. 2019

Mes	Interna		Ingreso			Egreso			Total	%	Z	Sig.	Razón E/I
	N	%	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Enero	83547[f]	8,7	645[b]	6,5	2,4	25796[c]	8,1	97,6	26441[d]	8,0	218,7	0,000*	40,0
Febrero	59099[d]	6,1	781[c]	7,8	2,9	25953[c]	8,1	97,1	26734[d]	8,1	217,7	0,000*	33,2
Marzo	91286[i]	9,5	852[cde]	8,6	3,0	27293[e]	8,5	97,0	28145[f]	8,5	222,8	0,000*	32,0
Abril	79508[e]	8,2	1206[g]	12,1	5,3	21365[a]	6,7	94,7	22571[a]	6,8	189,7	0,000*	17,7
Mayo	88379[g]	9,2	822[cd]	8,3	2,9	27610[e]	8,6	97,1	28432[f]	8,6	224,6	0,000*	33,6
Junio	39879[a]	4,1	788[c]	7,9	2,9	26716[d]	8,4	97,1	27504[e]	8,3	221,0	0,000*	33,9
Julio	131303[k]	13,6	344[a]	3,5	1,4	24870[b]	7,8	98,6	25214[b]	7,6	218,4	0,000*	72,3
Agosto	44170[b]	4,6	1031[f]	10,4	4,0	24623[b]	7,7	96,0	25654[c]	7,8	208,2	0,000*	23,9
Septiembre	50848[c]	5,3	926[e]	9,3	3,6	24681[b]	7,7	96,4	25607[bc]	7,8	209,9	0,000*	26,7
Octubre	89532[h]	9,3	884[de]	8,9	3,5	24716[b]	7,7	96,5	25600[bc]	7,8	210,6	0,000*	28,0
Noviembre	84254[f]	8,7	578[b]	5,8	2,0	27684[e]	8,7	98,0	28262[f]	8,6	228,0	0,000*	47,9
Diciembre	122961[j]	12,7	1102[f]	11,1	2,8	38432[f]	12,0	97,2	39534[g]	12,0	265,5	0,000*	34,9
Total	964766	100	9959	100	3,0	319739	100	97,0	329698	100	762,9	0,000*	32,1

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

La movilidad de ingreso y egreso fue significativamente diferente en regiones. La región de Andina fue la de mayor movilidad con 327.365 (99,3%) animales, siendo significativamente superior (Z=760,2; p= 0,000), seguido de la Orinoquia con 0,6% y Amazonia con 0,1%. En ingreso no hubo diferencia entre la Amazonia (23) y Orinoquia (37); mientras que de la Andina ingresó el 99,4% (9.899) (Tabla 6).

El egreso fue mayor hacia la Andina con 317.466 (99,3%) animales, con la misma secuencia ordenada general (Tabla 6).

Tabla 6. ingreso y egreso de porcinos por región natural, en el departamento del Meta, 2019

Región natural	Ingreso (I)			Egreso (E)			Total	%	Z	Sig.	Razón E/I
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Amazonia	23[a]	0,2	6,1	355[a]	0,1	93,9	378[a]	0,1	24,0	0,000*	15,4
Orinoquia	37[a]	0,4	1,9	1918[b]	0,6	98,1	1955[b]	0,6	60,1	0,000*	51,8
Andina	9899[b]	99,4	3,0	317466[c]	99,3	97,0	327365[c]	99,3	760,2	0,000*	32,1
Total	9959	100	3,0	319739	100	97,0	329698	100	762,9	0,000*	32,1

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

La región Orinoquia tuvo movilización de ingreso y egreso con la región Andina, relacionándose con ocho (8) departamentos de la región Andina y dos de la Orinoquia (Figura 4).

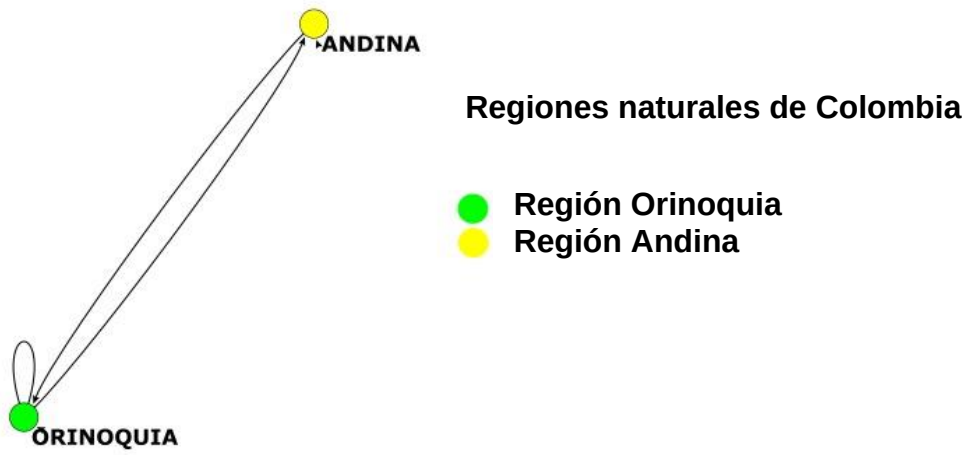


Figura 4. Movilidad porcina del Meta entre regiones naturales, año 2019

El departamento del Meta se relacionó con diez departamentos: Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, Huila, Tolima, Valle y Bogotá D.C (Tabla 7).

La movilidad de ingreso y egreso fue significativamente diferente en todos los departamentos. Bogotá D.C con el 86,3% (284.671) tuvo la mayor movilidad, siendo significativamente superior, seguido de Cundinamarca (12,2%), Casanare (0,6%) y Boyacá (0,4%). Valle (16) y Caldas (20) no tuvieron diferencia entre sí (Tabla 7).

En ingreso, la mayor movilidad fue en Cundinamarca con 9.389 (94,3%), seguido de Antioquia (2,8%), Boyacá (0,9%), Bogotá (0,6%) y Tolima (0,5%); Huila no registró ingreso de animales, pero si recibió cerdos desde el Meta (Tabla 7).

La secuencia ordenada de movilidad general por departamentos fue la misma que en el egreso; siendo significativamente superior Bogotá D.C con el 89,0% de los animales movilizados (Tabla 7).

De Bogotá D.C por cada animal que envió al Meta, recibió 4.447 veces más cerdos. Del Casanare por cada cerdo que envió, recibió 51,8 veces más y en Boyacá por cada animal, recibieron 15,4 veces más.

Antioquia, Caldas y Valle no tuvieron egresos, lo que hace suponer que los animales ingresados eran de alto valor genético o venían destinados a programas de mejoramiento en las producciones (Tabla 7).

Tabla 7. Ingreso y egreso de porcinos al departamento del Meta, por departamento, 2019

Dpto.	Ingreso			Egreso			Total	%	Z*	Sig.	Razón I/E
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Antioquia	278[g]	2,8	100	0[a]	0,0	0,0	278[c]	0,1	23,4	0,000*	--
Caldas	20[b]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	20[a]	--	6,0	0,000*	--
Valle	16[b]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	16[a]	--	5,3	0,000*	--
Huila	0[a]	0,0	0,0	200[b]	0,1	100	200[b]	0,1	19,9	0,000*	--
Caquetá	23[bc]	0,2	6,1	355[c]	0,1	93,9	378[d]	0,1	24,0	0,000*	15,4
Tolima	47[de]	0,5	10,7	392[c]	0,1	89,3	439[e]	0,1	23,2	0,000*	8,3
Boyacá	85[f]	0,9	6,0	1338[d]	0,4	94,0	1423[f]	0,4	46,9	0,000*	15,7
Casanare	37[cd]	0,4	1,9	1918[e]	0,6	98,1	1955[g]	0,6	60,1	0,000*	51,8
Cundinam.	9389[h]	94,3	23,3	30929[f]	9,7	76,7	40318[h]	12,2	151,7	0,000*	3,3
Bogotá	64[ef]	0,6	0,0	284607[g]	89,0	100	284671[i]	86,3	754,2	0,000*	4446,9
Total	9959	100	3,0	319739	100	97,0	329698	100	762,9	0,000*	32,1

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas.

La movilización de ingreso por grupo etario fue superior en el departamento de Cundinamarca, del cual procedía el mayor número de animales de cada grupo etario, excepto del grupo de cerdos reproductores; destacándose los cerdos de levante-ceba, el grupo de mayor movilización, con el 97,0% (6.805/7.014) del total de animales ingresados. Desde el departamento de Antioquia llegaron hembras de reemplazo y hembras de cría; mientras que, de Bogotá D.C ingresó la mayor cantidad de cerdos reproductores (Tabla 8).

En la movilidad de egreso por grupo etario, la ciudad destino de mayor movilización fue Bogotá D.C, a donde se envió el 94,4% (278.639) de los cerdos de levante-ceba, seguido del departamento de Cundinamarca, a donde se envió el 79,0% (16.437) de los animales de pre-ceba. De todos los grupos etarios, Bogotá D.C recibió en total 284.607 animales; mientras que Cundinamarca recibió de todos los grupos excepto el de hembras de reemplazo, con un total de 30.929 animales. El departamento del Casanare fue el de menor egreso, movilizando cerdos de levante-ceba, hembras de cría y un macho reproductor, con 1.577 animales recibidos. Por lo anterior, Bogotá D.C y Cundinamarca sobresalen como los mercados más importantes para la producción porcícola del Meta (Tabla 9).

Tabla 8. Movilidad porcina por grupo etario por departamento de origen en el Meta. 2019

Grupo etario	Dpto. origen	N	%	Grupo etario	Dpto. origen	N	%
Lactantes 1 - 30 días	Cundinamarca	544	100	Hembras reemplazo	Cundinamarca	264	53,9
	----	--	--		Antioquia	226	46,1
	Otros	--	--		Otros	--	--
	Total	544	100		Total	490	100
Pre-ceba 31 - 60 días	Cundinamarca	1561	98,5	Cerdas cría	Cundinamarca	213	84,9
	Tolima	4	0,3		Antioquia	36	14,3
	Caldas	20	1,3			--	--
	Otros	--	--		Otros	--	--
	Total	1585	100		Total	251	100
Levante - ceba 61-180 días	Cundinamarca	6805	97,0	Cerdos reproductores	Bogotá	64	85,3
	Boyacá	85	1,2		Antioquia	9	12,0
	Tolima	37	0,5		Cundinamarca	2	2,7
	Otros	87	1,2		Otros	--	--
	Total	7014	100		Total	75	100

Tabla 9. Movilidad porcina por grupo etario por departamento de destino en el Meta. 2019

Grupo etario	Dpto. destino	N	%	Grupo etario	Dpto. destino	N	%
Lactantes 1 - 30 días	Cundinamarca	402	90,5	Hembras reemplazo	Bogotá	76	100
	Bogotá	42	9,5				46,1
	Otros	--	--		Otros	--	--
	Total	444	100		Total	76	100
Pre-ceba 31 - 60 días	Cundinamarca	16437	79,0	Cerdas cría	Bogotá	2692	83,1
	Bogotá	3062	14,7		Cundinamarca	517	16,0
	Boyacá	746	3,6		Casanare	22	0,7
	Otros	566	2,7		Otros	10	0,3
	Total	20811	100		Total	3241	100
Levante - ceba 61-180 días	Bogotá	278639	94,4	Cerdos reproductores	Bogotá	96	95,0
	Cundinamarca	13570	4,6		Cundinamarca	3	3,0
	Casanare	1554	0,5		Casanare	1	1,0
	Otros	1303	0,4		Otros	1	1,0
	Total	295066	100		Total	101	100

La región Andina, con ocho (8) departamentos se relacionó comercialmente con el Meta; sin embargo, de éstos solo Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Bogotá tuvieron ingreso y egreso de animales, siendo Cundinamarca el de más alto grado de ingresos con 9.389 cerdos; de otro lado, Bogotá D.C registró un alto número de egresos con 284.607 cerdos, representando el mayor punto de comercialización.

De la región Amazónica, solo Caquetá tuvo intercambio de cerdos, con alta movilización de animales hacia el Meta (355) y bajo número de egresos (23). Casanare de la región Orinoquia, por el contrario, tuvo bajo número de ingreso (37) y alto de egresos (1.918) (Figura 5).

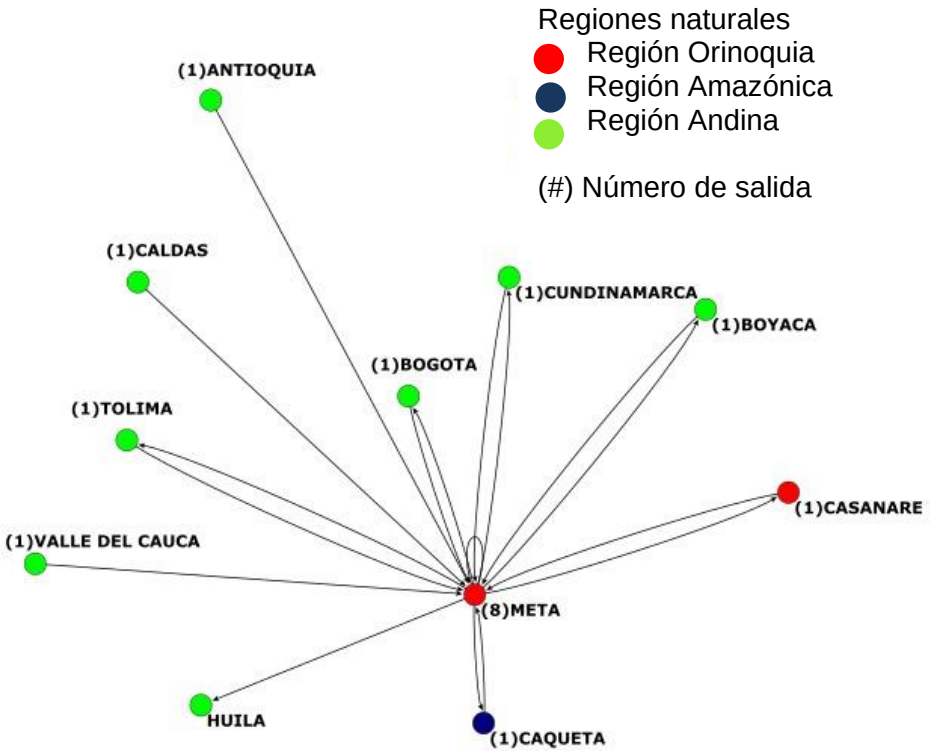


Figura 5. Movilidad de cerdos hacia y desde el departamento del Meta, 2019

En la movilidad por municipio de origen o destino, el departamento del Meta se relacionó con 49 municipios de 10 departamentos. De los 49 municipios, 20 no registraron ingresos: Chaparral, Chinavita, Choachí, Cogua, Fosca, Fúquene Gutiérrez, Icononzo, Jenezano, La Mesa, Lenguazaque, Melgar, Tauramena, Tibaná, Tocancipá, Ubalá, Villa de San Diego de Ubaté, Villavieja, Yopal y Zipaquirá; y, 18 municipios no registraron egresos: Anapoima, Angelópolis, Cartago, Fresno, Guamo, Guarne, Lérida, Manta, Quetame, Ramiriquí, Sabana Larga, Samaná, San Luis de Gaceno, Santa Rosa de Osos, Santo Domingo, Silvania, Topaipi y Ubaque (Anexo 1).

La movilidad de ingreso y egreso fue significativamente diferente en todos los municipios excepto en Silvania y Cáqueza. Los municipios de mayor movilidad fueron Facatativá con 12.078 animales, seguido de Zipaquirá con 9,879 y La Mesa con 4.636, pertenecientes al departamento de Cundinamarca (Anexo 1).

La mayor movilidad de ingreso fue de Facatativá con 6.953 cerdos, seguido de Chipaque (747), Anapoima (431) y Medina (389) sin diferencia entre sí. En la movilidad de egreso, los municipios de mayor movilización fueron Zipaquirá con 9.879 animales, seguido de Facatativá con 5.125, La Mesa con 4.636 y San Antonio de Tequendama con 2.999 animales movilizados (Anexo 1).

En la figura, se observa la red de flujo por municipio de origen y destino, donde los de mayor dinámica de movimientos, fueron Cumaral con el más alto grado de entradas, Puerto Gaitán con el más alto grado de salidas y Puerto López con el más alto grado de movimiento interno (Figura 6)

De los 24 municipios del Meta, cinco no enviaron cerdos con destino a Bogotá, siendo estos: Cubarral, Fuente de Oro, Puerto Lleras, Puerto Concordia y Uribe. Once (11) municipios del Meta despacharon animales hacia municipios de Cundinamarca, siendo: Acacias, Cubarral, Cumaral, Granada, Guamal, Puerto López, Restrepo, San Juan de Arama, San Martín, Villavicencio y Vistahermosa. Cinco (5) municipios: Cabuyaro, Cumaral, Guamal, Restrepo y Villavicencio enviaron a municipios del Casanare (Tauramena, Villanueva y Yopal (Figura 6).

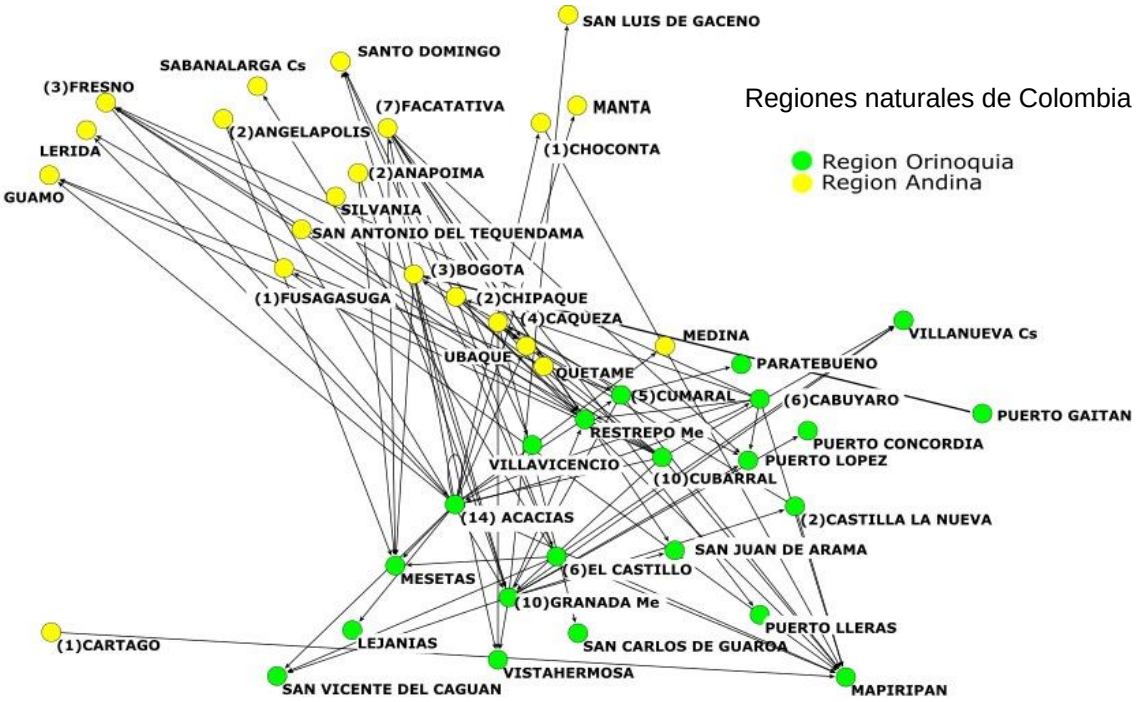


Figura 6. Movilidad porcina entre municipios de origen y destino, 2019

La movilidad por lugar de origen y destino fue significativamente diferente en el ingreso y egreso, siendo significativamente superior la movilidad de predio a planta de beneficio con 285.725 (86,7%) animales, seguido de predio a predio con 43.674 (13,2%). En el ingreso, la modalidad de predio a predio fue la de mayor movilización con 9.645 (96,8%) animales, seguido de predio a planta de beneficio con 219 animales (2,2%). La movilidad de egreso fue mayor de predio a planta de beneficio con 285.506 (89,3%) animales, seguido de predio a predio (10,6%) (Tabla 10).

Tabla 10. Ingreso y egreso de porcinos, por finalidad de movilización, departamento del Meta. 2019

Finalidad	Ingreso			Egreso			Total	%	Z	Sig.	Razón I/E
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
P a F	8[a]	0,1	2,7	291[b]	0,1	97,3	299[b]	0,1	23,0	0,000*	--
F a P	87[b]	0,9	95,6	4[a]	0,0	4,4	91[a]	--	12,1	0,000*	21,7
P a PB	219[c]	2,2	0,1	285506[d]	89,3	99,9	285725[d]	86,7	754,7	0,000*	--
P a P	9645[d]	96,8	28,4	33942[c]	10,6	77,9	43674[c]	13,2	164,4	0,000*	0,3
Total	9959	100	3,1	319739	100	97	329698	100	762,9	0,000*	--

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas
F= Feria; P= Predio; PB= Planta de beneficio

En la movilidad interna, todos los grupos etarios fueron significativamente diferentes entre épocas del año, excepto el grupo de lactantes. En época lluviosa se movilizaron 523.619 cerdos y en época seca 441.147, siendo significativamente superior la época lluviosa. El grupo etario de mayor movilización fue levante-ceba, seguido de pre-ceba y cerdas de cría (Tabla 11).

En época seca los grupos etarios fueron significativamente diferentes, siendo superior la pre-ceba con 221.347 animales, seguida de levante-ceba, cerdas de cría, lactantes, machos reproductores y hembras de remplazo (Tabla 11).

En época lluviosa, el grupo etario de mayor movilización fue levante-ceba con el 75,6%, seguido de pre-ceba con el 23,1% de los animales movilizados (Tabla 11).

Por cada cerdo de levante-ceba que se movilizó en época seca, se movilizaron 1,8 más veces en época lluviosa; mientras que, de cerdas de cría por cada una que se movilizó en época seca se movilizaron 1,9 más veces en época lluviosa (Tabla 11).

Tabla 11. Movilidad porcina interna por época del año y etapa productiva en el Meta, año 2019

Etapa productiva	Época seca			Época lluviosa			Total	%	Z	Sig.	Razón LI/S
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila					
Lactantes	185[c]	0,0	47,1	208[b]	0,0	52,9	393[c]	--	1,5	0,116	1,1
Pre-ceba	221347[f]	50,2	64,7	120705[d]	23,1	35,3	342052[e]	35,5	243,3	0,000*	0,5
Levante-ceba	216011[e]	49,0	35,3	395742[e]	75,6	64,7	611753[f]	63,4	324,9	0,000*	1,8
Hembra reemplazo	1[a]	0,0	0,4	222[b]	0,0	99,6	223[b]	--	20,8	0,000*	222
Cerdas cría	3542[d]	0,8	34,8	6646[c]	1,3	65,2	10188[d]	1,1	43,4	0,000*	1,9
Reproductor	61[b]	0,0	38,9	96[a]	0,0	61,1	157[a]	--	3,8	0,001*	1,6
Total	441147	100	45,7	523619	100	54,3	964766	100	118,7	0,000*	1,2

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

En la movilidad interna, el ingreso y egreso de animales por municipios fue significativamente diferente excepto en los municipios de Mapiripán y San Juan de Arama. El municipio de mayor movilidad fue Puerto Gaitán con el 60,1%, seguido de Puerto López con el 38,6% y Acacias con el 0,3% de los animales movilizados (Tabla 12).

En el ingreso, el municipio que más recibió animales procedentes de otros municipios del Meta fue Puerto Gaitán, donde se ubica una planta de beneficio porcino autorizada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – Invima; donde se recibieron 867.135 cerdos, seguido de Puerto López con 87.214 y Acacias con 2.814 animales ingresados (Tabla 12).

En la movilidad de egreso por municipio hacia otros municipios del Meta, la mayor movilización fue de Puerto López con 657.859, seguido de Puerto Gaitán con 292.492, Cumaral con 5.302 y Acacias con 2.955 animales (Tabla 12).

Se destacan municipios como Cabuyaro que recibieron solo dos animales y enviaron 193 hacia otros municipios, Lejanías no recibió cerdos, pero envío 30 hacia otros municipios, de igual forma Castilla La Nueva y Uribe que recibieron 2 y 4 animales y enviaron 62 y 75 respectivamente. Por el contrario, municipios como Cubarral recibieron 168 cerdos y solo envía uno hacia otro municipio, así como Fuente de Oro que recibe 25 animales y Puerto Rico 41, mientras que de allí no envían ningún cerdo hacia otro municipio (Tabla 12).

La movilidad de ingreso por municipios que conforman las unidades territoriales fue diferente, siendo mayor en la subregión Río Meta conformada por Puerto López, Puerto Gaitán, Cabuyaro, Barranca de Upía y Villavicencio con 956.586 animales; seguida de la subregión Alto Ariari Centro conformada por Acacias, Guamal, San Carlos de Guaroa, Castilla La Nueva, Cubarral y El Dorado con 3.362 animales, de la subregión Cordillera con 2.471 animales y conformada por Restrepo, Cumaral, San Juanito y El Calvario; la subregión Ariari con 2.047 animales y conformada por Granada, Fuente de Oro, El Castillo, Puerto Lleras, San Juan de Arama, San Martin y Lejanías, la subregión La Macarena con 166 animales, conformada por Uribe, Mesetas, Vistahermosa y La Macarena y por la subregión Bajo Ariari Sur con 134 animales conformada por Mapiripán, Puerto Concordia y Puerto Rico (Tabla 13).

La movilidad de egreso por unidades territoriales fue significativamente diferente, siendo superior en la subregión Río Meta con 951.246 animales, seguido de la subregión Cordillera, Ariari centro, Ariari, La Macarena y Bajo Ariari Sur con 23 animales (Tabla 13).

En la movilidad interna de predio a predio en el primer semestre, se observó el intercambio de cerdos entre tres (3) municipios, de los cuales, Puerto Lleras envió animales a los predios de Villavicencio y Cumaral; Cumaral envío hacia la capital del Meta y registró movimientos dentro de sus propios predios, mientras que, Villavicencio solo recibió animales de ingreso a sus predios (Figura 7).

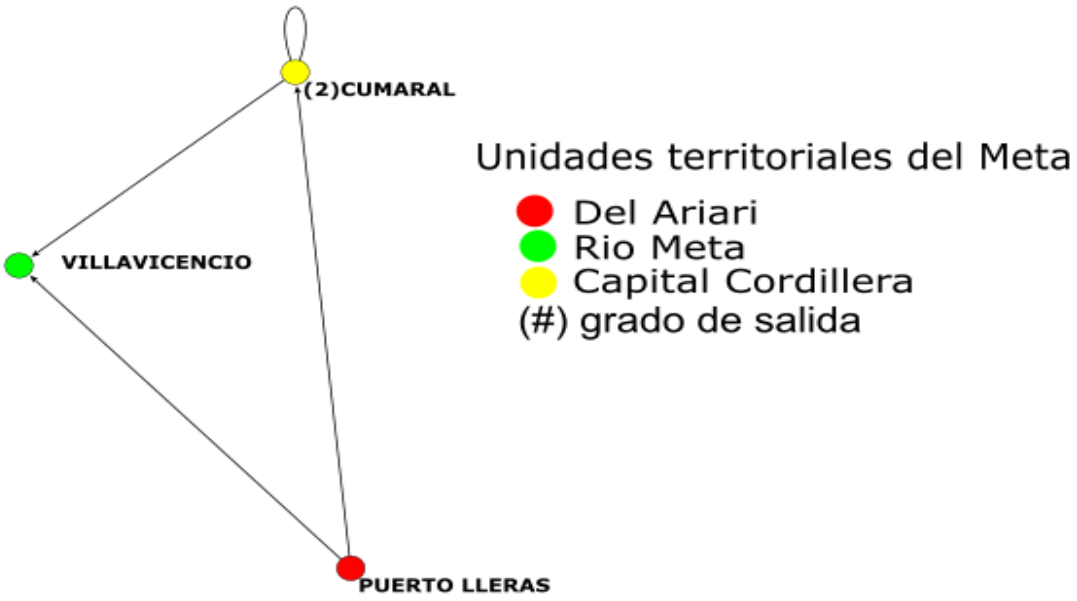


Figura 7.Movilidad interna de predio a feria, primer semestre 2019

Tabla 12. Movilidad porcina interna, ingreso y egreso, por municipios departamento del Meta. 2019

Municipio	Ingreso		Egreso		Total	%	Z	Sig.
	N	%	N	%				
Puerto Gaitán	867135[n]	89,9	292492[m]	30,3	1159627[p]	60,1	754,7	0,000*
Puerto López	87214[m]	9	657859[n]	68,2	745073[o]	38,6	934,9	0,000*
Acacias	2814[k]	0,3	2955[k]	0,3	5769[n]	0,3	2,6	0,009*
Restrepo	2368[l]	0,2	334[g]	0	2702[k]	0,1	55,3	0,000*
Villavicencio	2235[l]	0,2	702[h]	0,1	2937[l]	0,2	40	0,000*
Granada	1129[k]	0,1	675[h]	0,1	1804[j]	0,1	15,1	0,000*
San Martín	679[j]	0,1	1238[i]	0,1	1917[j]	0,1	18	0,000*
Guamal	279[i]	0	667[h]	0,1	946[h]	0	17,8	0,000*
Cubarral	168[h]	0	1[a]	0	169[e]	0	18,1	0,000*
San Juan de Arama	140[gh]	0	132[e]	0	272[f]	0	0,6	0,548
Vistahermosa	121[fg]	0	290[g]	0	411[g]	0	11,7	0,000*
Cumaral	103[ef]	0	5302[l]	0,5	5405[m]	0,3	100	0,000*
San Carlos De Guaroa	99[ef]	0	1423[j]	0,1	1522[i]	0,1	48	0,000*
Puerto Concordia	86[de]	0	15[b]	0	101[d]	0	9,9	0,000*
Puerto Lleras	62[d]	0	131[e]	0	193[e]	0	6,9	0,000*
Puerto Rico	41[c]	0	0[a]	0	41[b]	---	---	---
Mesetas	41[c]	0	127[e]	0	168[e]	0	9,3	0,000*
Fuente de Oro	25[c]	0	0[a]	0	25[ab]	---	---	---
El Castillo	12[b]	0	55[d]	0	67[c]	0	7,3	0,000*
Mapiripán	7[ab]	0	8[b]	0	15[a]	0	0	1
Uribe	4[ab]	0	75[d]	0	79[cd]	0	11,1	0,000*
Castilla la Nueva	2[a]	0	62[d]	0	64[c]	0	10,4	0,000*
Cabuyaro	2[a]	0	193[f]	0	195[e]	0	19,2	0,000*
Lejanías	0	0	30[c]	0	30[b]	---	---	---
Total	964766	100	964766	100	1929532	100	0	0,999

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas.

Tabla 13. Movilidad interna de porcinos, ingreso y egreso, por subregiones del departamento del Meta. 2019

Subregión	Ingreso (I)			Egreso (E)			Total		Z	Sig
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila	N	%		
Río Meta	956586[e]	99,2	50,1	951246[f]	98,6	49,9	1907832[f]	98,9	5,4664	0,000*
Alto Ariari Centro	3362[d]	0,3	39,6	5138[d]	0,5	60,4	8500[e]	0,4	27,2273	0,000*
Capital Cordillera	2471[c]	0,3	30,5	5636[e]	0,6	69,5	8107[d]	0,4	49,696	0,000*
Ariari	2047[b]	0,2	47,8	2231[c]	0,2	52,2	4278[c]	0,2	3,9568	0,000*
La Macarena	166[a]	0	25,2	492[b]	0,1	74,8	658[b]	0,0	17,9178	0,000*
Bajo Ariari Sur	134[a]	0	85,4	23[a]	0	14,6	157[a]	0,0	12,4153	0,000*
Total	964766	100	50,0	964766	100	50,0	1929532	100,0	0,001	0,999

Letras distintas por columna, son estadísticamente diferentes. * Prueba de Z para proporciones entre filas

En la movilidad interna por finalidad de origen a destino, la mayor movilización fue de predio a predio con 606.911 (62,9%) animales, seguido de predio a planta de beneficio (37,0%), predio a feria y feria a predio con 48 animales (Tabla 14).

Tabla 14. Movilidad dad interna por finalidad de origen a destino

Finalidad de destino y origen	N	% por columna
Predio a predio	606911[d]	62,9
Predio a planta de beneficio	356948[c]	37,0
Predio a feria	859[b]	0,1
Feria a predio	48[a]	0,0
Total	964766	100

En movilidad interna de predio a feria en el segundo semestre, Puerto Lleras recibió cerdos de dos municipios: San Carlos de Guaroa y Vistahermosa; mientras que, San Carlos de Guaroa despachó a Puerto Lleras y Vistahermosa. Contrario a lo que sucedio en Uribe con un solo municipio del que recibe (Puerto Lleras) y un solo al que envía (San Carlos de Guaroa) (Figura 8).

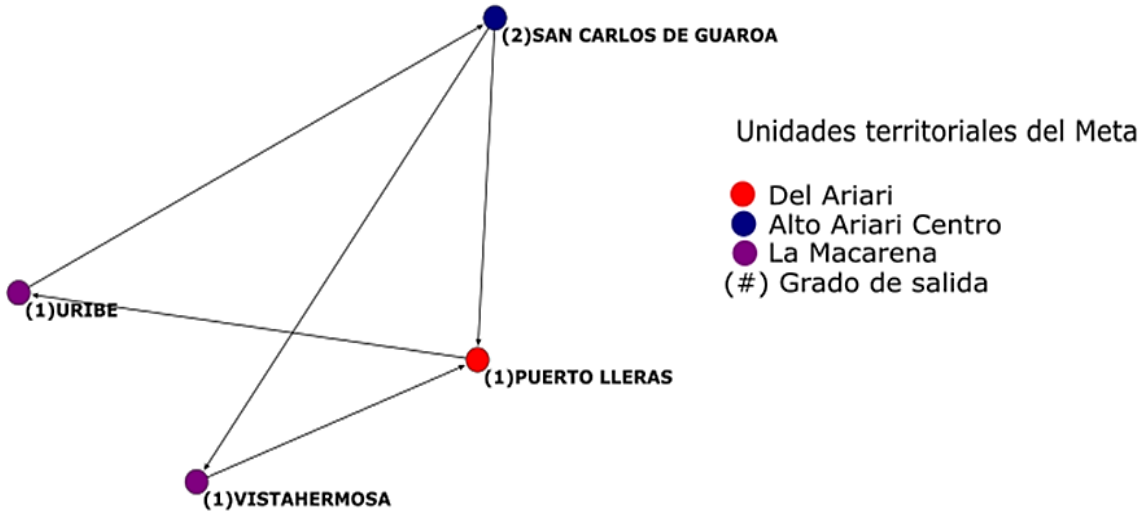


Figura 8. Movilización interna de predio a feria, segundo semestre 2019

En la movilidad interna por modalidad tanto en el primer como segundo semestre de la subregión Ariari solo San Martín (35) y Puerto Lleras (21) tuvieron movilidad de predio a predio; mientras que, a predios de otros municipios, el de mayor movilidad fue San Martín que envió a 11 municipios: Acacias, Cubarral, Cumaral, Granada, Guamal, Mapiripán, Puerto Concordia, Restrepo, San Carlos de Guaroa, Villavicencio y Vistahermosa; seguido de Puerto Lleras y San Juan de Arama cada uno con siete (7) municipios (Figura 9 y 10).

Del Alto Ariari Centro, los municipios de mayor movilidad de predio a predio fueron Acacias y Guamal, cada uno de ellos con 10 municipios entre ellos: Cubarral, Puerto Concordia, Restrepo, San Juan de Arama, San Martín y Villavicencio; seguido de San Carlos de Guaroa con cinco y Castilla solo a Acacias. De la subregión río Meta, Puerto López y Villavicencio los de mayor envío a predios (8 y 7 respectivamente); seguido de Puerto Gaitán a 6 municipios y Cabuyaro a 4. En la capital cordillera, Cumaral envió a 7 municipios; mientras que Restrepo a: Cumaral, Puerto López y Villavicencio. De La Macarena, Vistahermosa y Mesetas tuvieron bajo número de municipios para envío a predios, siendo 4 y 3 respectivamente (Figura 9 y 10)

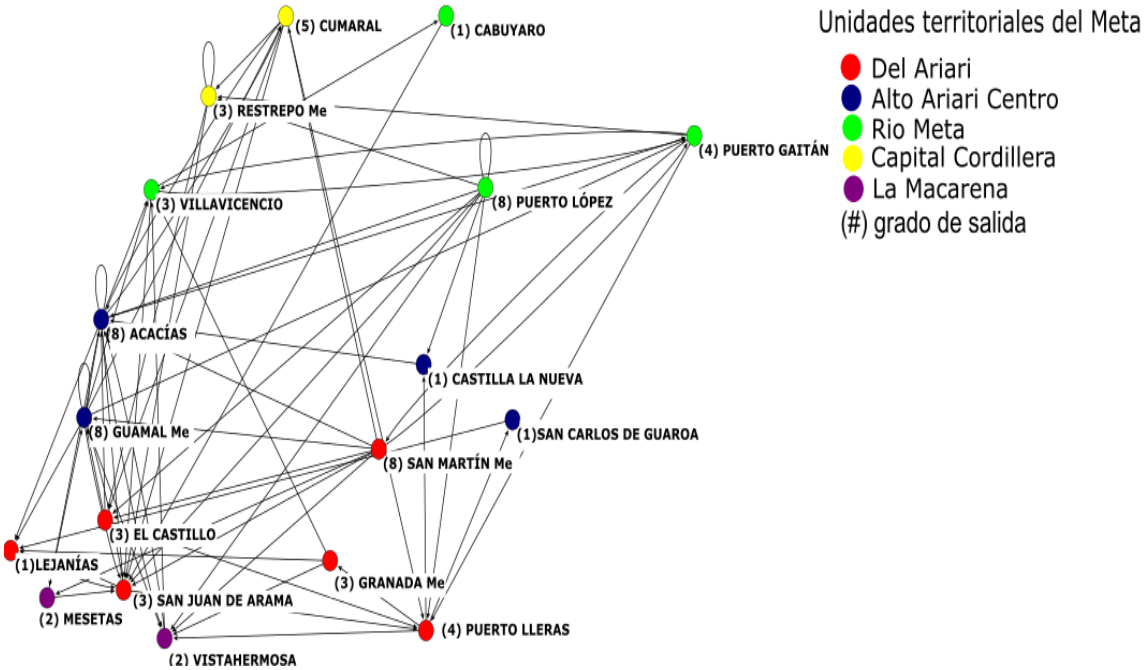


Figura 9. Movilización interna de predio a predio, primer semestre 2019

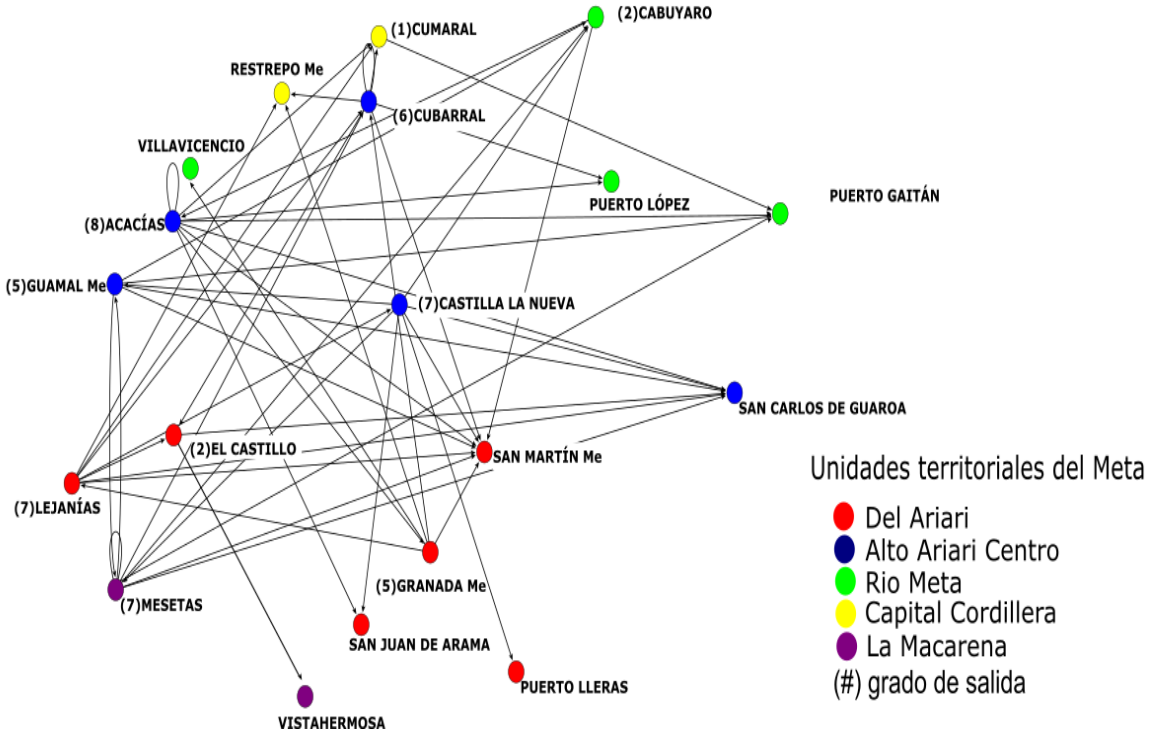


Figura 10. Movilización interna de predio a predio, segundo semestre 2019

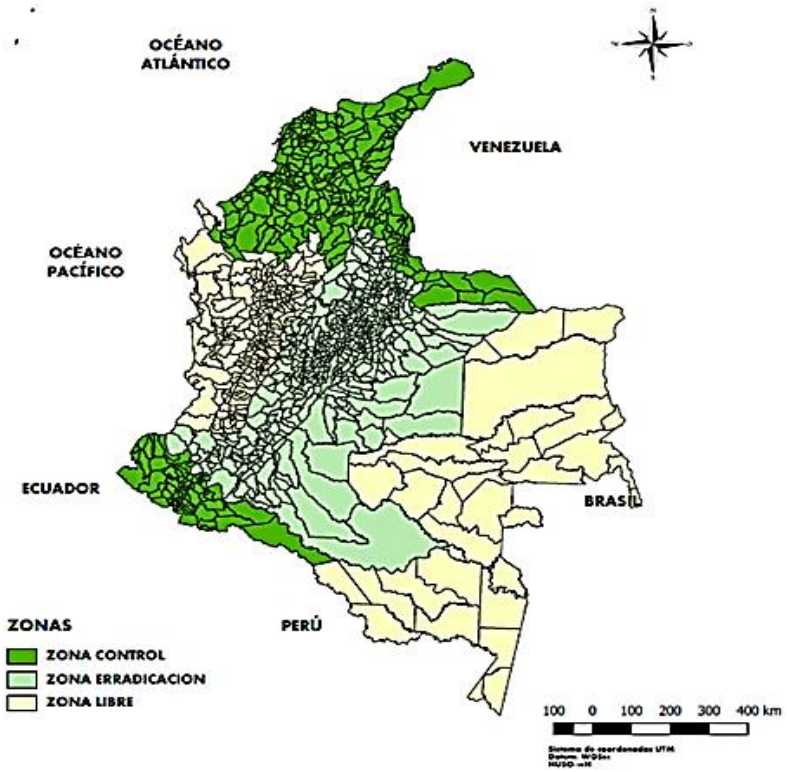
Para determinar la importancia epidemiológica de la red de flujo, se relacionó la caracterización de la movilidad porcina en el Meta, con la información de los focos de enfermedades de control oficial reportados en los boletines sanitarios del Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, teniendo en cuenta solo los departamentos con los cuales se mantuvo movilización de cerdos.

Se relacionaron tres enfermedades de control oficial, que pueden generar considerables repercusiones económicas en la porcicultura, siendo estas, la Peste Porcina Clásica (PPC), la Estomatitis Vesicular variedad New Jersey e Indiana y el Senecavirus (Tabla 15).

En Colombia, se presentaron 19 focos de Peste Porcina Clásica en los departamentos de Bolívar (9), Córdoba (4) y Sucre (6) de los cuales no hubo ingreso de cerdos al departamento del Meta.

En el Meta donde se concentró el 99% (964.766) de la movilización de ingreso (Interna), no hubo reporte de focos de esta enfermedad, considerado mediante la resolución 27077 de 2018 como una zona en proceso de erradicación de la peste porcina clásica; mientras que, de Antioquia hubo ingreso de 278 cerdos provenientes de los municipios de Santo Domingo, Santa Rosa de Osos, Angelópolis y Guarne clasificados en la misma resolución como zona de control sin vacunación; de Boyacá ingresaron 85 cerdos de los municipios de San Luis de Gaceno y Ramiriquí y de Casanare ingresaron 37 cerdos de los municipios de Sabanalarga y Villanueva; de igual forma de Cundinamarca ingresaron 9.389 cerdos y es clasificado también como zona de erradicación, lo cual minimiza el riesgo para la transmisión de PPC en el Meta (Figura 11).

Omondi *et al.* (2021) concluyen que identificar lugares altamente conectados y las medidas de centralidad de la red pueden proporcionar suficiente información para fragmentar las redes y contribuir en el diseño de programas de control de enfermedades, de modo que se puedan implementar medidas para controlar las posibles vías de transmisión en la población animal, coincidiendo con lo reportado por Ogola *et al.* (2018); pero que según Yang *et al.* (2019) esta intervención es más poderosa cuando se conoce la estructura completa de la red de flujo de movilidad de una especie animal en particular.



Fuente: ICA, 2021

Figura 11. Zonas del programa nacional de erradicación de PPC

Por otro lado, se encontró que cinco departamentos son de interés epidemiológico, debido al más alto número de focos de enfermedades vesiculares que presentaron en el año 2019: Antioquia con 41 focos, Boyacá con 35, Cundinamarca con 32 y Tolima con 22, considerando el número de cerdos que ingresaron al Meta, el trasporte de animales desde estos departamentos podría tener un alto riesgo de diseminación de Estomatitis Vesicular variedad New Jersey, a los municipios de Acacías, Barranca de Upía, Cumaral, Granada, Guamal, Mapiripán, Mesetas, Puerto López, Restrepo, San Carlos de Guaroa, San Martín, Villavicencio y Vistahermosa, al ser esta, la enfermedad vesicular de mayor prevalencia en el país.

Concordando lo anterior con Passafaro *et al*. (2020), quienes describen el transporte terrestre como un componente crítico, al constituir una posible ruta potencial de diseminación de enfermedades infecciosas; considerando además que, las prácticas de bioseguridad deben centrarse en granjas de cerdas para enfermedades altamente contagiosas como las enfermedades vesiculares (Fiebre aftosa); mientras que, en sitios de cría deben enfocarse a enfermedades menos infecciosas; por lo que es necesario comprender que el patrón de movilidad porcina es crucial para la toma de decisiones en caso de una epidemia.

Tabla 15. Focos de enfermedades de control oficial en cerdos año 2019

Departamento	Estomatitis vesicular	Senecavirus
Antioquia	48	0
Bogotá D.C	1	0
Boyacá	44	2
Caldas	5	0
Caquetá	2	0
Casanare	2	0
Cundinamarca	50	0
Huila	29	0
Meta	4	0
Tolima	34	0
Valle	7	11
Total	223	13

El departamento del Meta se caracteriza por el alto número de movilizaciones internas (964.766/1.294.464) y el bajo número de movilizaciones que se originan de éste o bajo grado de salida (319.739), lo cual se traduciría en un bajo riesgo epidemiológico, al no presentarse en el Meta, ningún foco de las enfermedades de control oficial, por lo cual tendría un bajo potencial diseminador de enfermedades animales. León *et al.* (2006) coinciden con lo descrito, al concluir que las producciones de cría y ceba se comportan como receptores y distribuidores potenciales de enfermedades infecciosas, mientras que los predios que son solo de ceba son predominantemente receptores de enfermedades infecciosas, en lugar de diseminadores. Así mismo, Bigras-Poulin *et al.* (2006) afirman que una red de movimiento animal proporcionaría información sobre la forma de propagación de una enfermedad, cuando los animales contagiados se mueven de un sitio a otro, por lo que el marco teórico-analítico de gráficos es de gran utilidad, aplicable al modelado matemático de la propagación de una enfermedad.

SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA
LA GUAJIRA
ATLÁNTICO
MAGDALENA
CESAR
SUCRE
CÓRDOBA
BOLÍVAR
NORTE DE SANTANDER
SANTANDER
ARAUCA
CHOCÓ
BOYACÁ
CALDAS
VICHADA
QUINDÍO
TOLIMA
META
GUAINÍA
CAUCA
GUAVIARE
NARIÑO
CAQUETÁ
VAUPÉS
PUTUMAYO
AMAZONAS

CONCLUSIONES

El estudio de la red de flujo de movilidad de cerdos en el departamento del Meta permitió caracterizar la movilización de los animales en el espacio y en el tiempo, encontrándose que la mayor movilización fue de cerdos jóvenes en la temporada de lluvias, con mayor transporte en los meses de julio y diciembre, en respuesta a la demanda del mercado cárnico del país.

Los grafos de la red de flujo de movilidad permiten una más rápida y clara identificación e interpretación del comportamiento de los nodos (lugares) de contacto en el transporte de los cerdos dentro y fuera del departamento del Meta, como de alto grado de entrada o alto grado de salida.

Información que, aplicada en el concepto sanitario, identifica los nodos de mayor riesgo como receptores o diseminadores potenciales de enfermedades infecciosas en el territorio de estudio.

Esto constituye una herramienta de fácil aplicación en el campo de la medicina veterinaria preventiva, que entendida sus bondades pueda ser aplicada de forma rutinaria y masiva en el análisis de la movilidad animal en el país.

BIBLIOGRAFÍA

1. ADR. 2019. Agencia de Desarrollo Rural. Plan integral de desarrollo agropecuario y rural con enfoque territorial. Recuperado: 13-10-2020. En: http://www.adr.gov.co/servicios/pidaret/META%20TOMO%201.pdf
2. Agronegocios. 2019a. La producción de carne de cerdo en Colombia llegaría a 448.000 toneladas este año. Recuperado: 17-10-2020. En: https://www.agronegocios.co/ganaderia/la-produccion-de-carne-de-cerdo-en-colombia-llegaria-a-448000-toneladas-este-ano-2923383
3. Agronegocios. 2019b. Más espacio para la producción y consumo de carne de cerdo en el mercado nacional. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.agronegocios.co/ganaderia/mas-espacio-para-la-produccion-y-consumo-de-carne-de-cerdo-en-el-mercado-nacional-2945300
4. Aznara MN, Stevenson MA, Zarich L, León EA. 2005. Analysis of cattle movements in Argentina. *Preventive Veterinary Medicine* – ElSevier. En: http://helminto.inta.gob.ar/patobiologia/pdf%20Epidemiologia/Aznar%20et%20al.pdf
5. Batagelj V, Mrvar A. 2003. Pajek. Program for Large Network Analysis. University of Ljubljana, Slovenia, Ljubljana. En: http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/doc/pajekman.htm
6. Batagelj V. 2008. Analysis of large networks with Pajek. University of Ljubljana. Sunbelt XXVIII. St Pete Beach. Florida. USA. 22-27 January.
7. Bigras-Poulin M, Thompson RA, Chriel M, Mortensen S, Greiner M. 2007. Relationship of trade patterns of the Danish swine industry animal movements network to potential disease spread. *Preventive Veterinary Medicine Jornal*. v.80, p.143-165.
8. Congreso de la República. 2000. Ley 623 de 2000. En: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/25d565df-c851-477b-8f2b-a45cfa91b50d/623.aspx
9. Capanema RO. 2010. Trânsito de bovinos nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil, 2008-2010. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
10. Deluque AV, Peña ME. 2019. Importancia del estatus sanitario del sector porcícola en Colombia. Porkcolombia. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.miporkcolombia.co/importancia-del-estatus-sanitario-del-sector-porcicola-en-colombia/
11. DANE. 2019. Boletín Técnico, Encuesta de Sacrificio de Ganado Animal (ESGA) II Trimestre 2019. En: 11-10-2020. En: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/sacrificio/bol_sacrif_Itrim19.pdf
12. De Nooy W, Mrvar A, Batagelj V. 2005. Exploratory social network analysis with PajeK. Recuperado: 13-10-2020. En: http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/book/esna1.htm

13. FAO. 2019. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO: Revisión del mercado mundial de carne en 2019. Recuperado: 12-10-2020. En: https://www.3tres3.com/ultima-hora/fao-revision-del-mercado-mundial-de-carne-en-2019_44265/
14. Gaggiotti B, Ramseyer F. 2019. El mercado mundial de cerdos se reacomoda por la peste porcina africana. Año XXXVII - N° Edición 1925. Recuperado: 12-10-2020. En: https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/estadisticas-informativo-semanal-253
15. Gaucín D. 2019. Carne de cerdo, un sector con perspectivas de expansión (I). Agronegocios. El Economista. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Carne-de-cerdo-un-sector-con-perspectivas-de-expansion-I-20190211-0094.html
16. Gutiérrez B. 2012. De las redes verticales a las redes distribuidas. 13-10-2020. En: https://blogs.20minutos.es/codigo-abierto/2012/04/07/de-las-redes-verticales-a-las-redes-distribuidas/
17. Herrera JL, González-Parra G. 2012. Modelado de enfermedades contagiosas mediante una clase de redes sociales dinámicas. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. Vol 27. No. 2. Caracas. June. Recuperado: 14-10-2020. En: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652012000200003
18. ICA. 2007. Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 2640 de 2007. 13-10-2020. En: https://www.miporkcolombia.co/resolucion-ica-2640-de-2007/
19. ICA. 2009. Resolución 3841 de 2009. Recuperado: 10-10-2020. En: http://normograma.invima.gov.co/docs/resolucion_ica_3841_2009.htm
20. ICA. 2011. Resolución 3575 de 2011. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/d2ecc047-0fd4-4fd5-8905-1e0ee9c49ca4/2011R3575.aspx
21. ICA. 2015. Resolución 3714 de 2015. En: 10-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/3188abb6-2297-44e2-89e6-3a5dbd4db210/2015R3714.aspx
22. ICA. 2016a. Resolución 20148 de 2016. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/840befcc-cf61-444c-bfe1-10dd1bb227d9/2016R20148.aspx
23. ICA. 2016b. La vigilancia epidemiológica clave en la sanidad animal del país. Recuperado: 12-10-2020. En: :https://www.ica.gov.co/noticias/todas/2016/la-vigilancia-epidemiologica-clave-en-la-sanidad-a
24. ICA. 2016c. Flujos de Movilización Animal Mes de Marzo de Año 2016. 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/32814382-3dfe-4952-9d13-3b908d3e50b0/Marzo.aspx
25. ICA. 2017a. Resolución 2421 de 2017. En: 10-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/c0d436ba-d65c-4ef4-bcd0-954035283952/2017R2421.aspx

26. ICA. 2017b. Resolución 14745 de 2017. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/d21f2165-ca1b-4fec-b626-b0c5fbe0fb50/2017R14745.aspx
27. ICA. 2017c. La erradicación de la Peste Porcina Clásica, un objetivo del ICA y del Gremio Porcicultor. 13-10-20. En: https://www.ica.gov.co/periodico-virtual/prensa/la-erradicacion-de-la-peste-porcina-clasica,-un-ob
28. ICA. 2018. Resolución 27077 de 2018. En: 10-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/c0b8b0f3-468b-4d47-a4e8-fa3f515a97ce/2018R27077.aspx
29. ICA. 2020a. Censo Pecuario año 2020. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx
30. ICA. 2020b. Resolución 60469 de 2020. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/dc9d8306-5d10-4f61-9dde-6eb998328d0b/2020R60469.aspx
31. ICA. 2020c. Resolución 68170 de 2020. En: 10-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/f5ec14ab-9bd9-44e4-ba31-f41ab16a6fcf/2020R68170.aspx
32. ICA. 2020d. Resolución 066765 de 2020. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/be521881-a2cc-4576-b62d-0018917e4931/2020R66765.aspx
33. ICA. 2020e. Programa de Erradicación de Peste Porcina Clásica. Recuperado: 12-10-2020. En: https://www.ica.gov.co/getdoc/ea9c6aa0-a5fc-472f-869b-975b27d7ac35/peste-porcina-clasica-(1).aspx
34. ICA. 2020f. Boletín epidemiológico semanal de alertas para acción inmediata. Recuperado: 20-02-2021. En: https://www.ica.gov.co/getattachment/49c21aad-864d-4bc8-baa4-6b63080f2715/04-Abril.aspx
35. IGAC, 2016. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Meta un territorio más para conservar. 13-10-2020. En: https://www.igac.gov.co/es/noticias/meta-un-territorio-mas-para-conservar-que-para-producir
36. Inkscape. Programa editor de gráficas. Recuperado: 14-10-2020. En: https://sites.google.com/site/inkscapeinformation/-que-es-inkscape/home/caracteristicas
37. Invima - Ica. 2019. Circular conjunta Número 02 de 2019. 14-10-2020. En: https://diario-oficial.vlex.com.co/vid/circular-conjunta-numero-02-811308409
38. Keeling MJ, Eames KTD. 2005. Redes y modelos epidémicos. Journal Real Society Interfaz. 2 (4): 295-307.
39. Kuz A, Falco M, Giandini R. 2016. Análisis de redes sociales: Un caso práctico. *Computación y Sistemas.* Vol 20. No. 1. México. Enero-marzo. 13-10-2020. En: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462016000100089
40. León EA, Stevenson MA, Duffy SJ, Ledesma M, Morris RS. 2006. A description of cattle movements in two departments of Buenos Aires province, Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*; 76, 109–120.

41. MADR. 2019. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena cárnica porcina. Dirección de cadenas pecuarias, pesqueras y acuícolas. Recuperado: 13-10-2020. En: https://sioc.minagricultura.gov.co/Porcina/Documentos/2019-12-30%20Cifras%20sectoriales.pdf
42. Martínez-López BA; Pérez M, Sánchez-Vizcaíno JM. 2009. Social network analysis. Review of general concepts and use in preventive veterinary medicine. *Transboundary and Emerging Diseases.* 56 (2009) 109–120.
43. Martínez G. 2010. Plan nacional de acción para la conservación, mejoramiento y utilización sostenible de los recursos genéticos animales de Colombia. FAO, Bogotá D.C. Número Pp.74-76
44. MPS. 2007. Ministerio de Protección Social. Decreto 1500 de 2007. En: 13-10-20. https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2007decreto1500.pdf
45. Mrvar M, Batagelj V. 2016. Análisis y visualización de redes de gran tamaño con el paquete del programa Pajek. Recuperado: 17-10-2020. En: http://ars-uns.blogspot.com/2016/04/analisis-y-visualizacion-de-redes-de.html
46. Ogola J, Fèvre EM, Gitau GK, Christley R, Muchemi G, de Glanville WA. 2018. The topology of between-herd cattle contacts in a mixed farming production system in western Kenya. *Preventive Veterinary Medicine*. Volume 158. Pages 43-50, ISSN 0167-5877, https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.06.010.
47. Omondi GP, Obanda V, VanderWaal K, Deen J, Travis DA. 2021. Animal movement in a pastoralist population in the Maasai Mara Ecosystem in Kenya and implications for pathogen spread and control. *Preventive Veterinary Medicine,*Volume 188, 105259, ISSN 0167-5877, https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105259
48. Ortiz-Pelaéz A, Pfeiffer DU, Soares-Magalhães RJ. 2006. Use of social network analisys to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemies in the UK. *Preventive Veterinary Medicine Journal*. v.76, p.40-55.
49. Passafaro TL, Fernandes AFA, Valente BD, Williams NH, Rosa GJM. 2020. Network analysis of swine movements in a multi-site pig production system in Iowa, USA. *Preventive Veterinary Medicine*. Jan; 174:104856. doi: 10.1016/j.prevetmed.2019.104856. Epub 2019 Nov 20.
50. PDM. 2019. Periódico del Meta. Meta. Perspectivas en la carne de cerdo. Recuperado: 13-10-2020. En: https://periodicodelmeta.com/meta-perspectivas-en-la-carne-de-cerdo/
51. Pinto AL, Moreiro JA, Oliveira de Meira A. 2009. Análisis de redes sociales a partir de recursos web y de bases de datos especializadas en literatura científica. Análisis de documentación, Núm. 12. pp. 139-158. Universidad de Murcia. Espinardo, España.
52. Piquer G. 2020. Perspectivas de la producción porcina mundial. Recuperado: 12-10-2020. En: https://infopork.com/2020/06/perspectivas-de-la-produccion-porcina-mundial/
53. Porcicultura.com. 2020. Las exportaciones mundiales de carne de cerdo crecieron 12% en 2019. Recuperado: 12-10-2020. En:

https://www.porcicultura.com/destacado/Las-exportaciones-mundiales-de-carne-de-cerdo-crecieron-12%C2%AC-en-2019
54. Porcicultura.com. 2019. El consumo de carne de cerdo en el mundo es contrastante. Recuperado: 12-10-2020. En: https://www.porcicultura.com/destacado/El-consumo-de-carne-de-cerdo-en-el-mundo-es-contrastante
55. PorciNews Latam. 2020. Las cifras que inquietan a los porcicultores colombianos. Recuperado: 12-10-2020. En: https://porcino.info/cifras-inquietan-porcicultores-colombianos/
56. Porkcolombia. 2019. Boletín epidemiológico. Segundo trimestre del 2019. Recuperado: 13-10-2020. En: https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2019/06/boletin-sanitario-trimestral-2.pdf
57. Porkcolombia. 2020. Boletín epidemiológico. Continuamos trabajando por la sanidad porcícola en medio de la pandemia junio 30 de 2020. 13-10-2020. En: https://www.miporkcolombia.co/wp-content/uploads/2020/06/BOLET%C3%8DN-EPIDEMIOLOGICO-II-TRIMESTRE-2020.pdf
58. Presidencia de la República. 2002. Decreto 930 de 2002. En: http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1192186#:~:text=Establecer%20un%20programa%20de%20concertaci%C3%B3n,Instituto%20Colombiano%20Agropecuario%2C%20ICA%2C%20de
59. Revidatti MAS. 2009. Caracterización de cerdos criollos del nordeste argentino. Universidad de Córdoba, Departamento de Genética. Córdoba, España 2009.
60. Velásquez O, Aguilar N. 2005. Manual introductorio al análisis de redes sociales. Medidas de Centralidad. En: 1310-2020. En: https://www.researchgate.net/publication/264311672_Manual_introductorio_al_analisis_de_redes_sociales_Medidas_de_centralidad
61. Wasserman S, Faust K. 1994. Análisis estructural en las ciencias sociales. Análisis de redes sociales: métodos y aplicaciones. Prensa de la Universidad de Cambridge. Recuperado: 13-10-2020. En: https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478
62. Yang Y, McKhann A, Chen S, Harling G, Onnela JP. 2019. Efficient vaccination strategies for epidemic control using network information. *Epidemics*. Volume 27, Pages 115-122, ISSN 1755-4365, https://doi.org/10.1016/j.epidem.2019.03.002.

ANEXOS

Anexo 1. Movilidad porcina por municipios de origen y destino, año 2019

Municipio	Ingreso			Egreso			Total	%	Z	Sig.
	N	% por columna	% por fila	N	% por columna	% por fila				
Chaparral	0^{a}	0,0	0,0	358^{j}	0,1	100	358^{n}	0,1	26,6	0,000*
Chinavita	0^{a}	0,0	0,0	733^{l}	0,2	100	733^{q}	0,2	38,2	0,000*
Choachí	0^{a}	0,0	0,0	37^{de}	0,0	100	37^{efg}	--	8,3	0,000*
Cogua	0^{a}	0,0	0,0	1773^{r}	0,6	100	1773^{u}	0,5	59,5	0,000*
Fosca	0^{a}	0,0	0,0	79^{f}	0,0	100	79^{ij}	--	12,4	0,000*
Fúquene	0^{a}	0,0	0,0	1000°	0,3	100	1000^{r}	0,3	44,6	0,000*
Gutiérrez	0^{a}	0,0	0,0	18^{bc}	0,0	100	18^{cd}	--	5,6	0,000*
Icononzo	0^{a}	0,0	0,0	30^{cde}	0,0	100	30^{de}	--	7,4	0,000*
Jenezano	0^{a}	0,0	0,0	300^{i}	0,1	100	300^{m}	0,1	24,4	0,000*
La Mesa	0^{a}	0,0	0,0	4636^{t}	1,5	100	4636^{x}	1,4	96,2	0,000*
Lenguazaque	0^{a}	0,0	0,0	170^{g}	0,1	100	170^{k}	0,1	18,3	0,000*
Melgar	0^{a}	0,0	0,0	4^{a}	0,0	100	4^{a}	--	2,1	0,034*
Tauramena	0^{a}	0,0	0,0	5^{a}	0,0	100	5^{a}	--	2,5	0,011*
Tibaná	0^{a}	0,0	0,0	305^{i}	0,1	100	305^{m}	0,1	24,6	0,000*
Tocancipá	0^{a}	0,0	0,0	902^{n}	0,3	100	902^{r}	0,3	42,4	0,000*
Ubalá	0^{a}	0,0	0,0	430^{k}	0,1	100	430^{p}	0,1	29,2	0,000*
Villa de San Diego de Ubaté	0^{a}	0,0	0,0	1158^{p}	0,4	100	1158^{s}	0,4	48,0	0,000*
Villavieja	0^{a}	0,0	0,0	200^{gh}	0,1	100	200^{k}l	0,1	19,9	0,000*
Yopal	0^{a}	0,0	0,0	386^{jk}	0,1	100	386^{nop}	0,1	27,7	0,000*
Zipaquirá	0^{a}	0,0	0,0	9879^{v}	3,1	100	9879^{y}	3,0	140,5	0,000*
Chocontá	1^{ab}	0,0	0,4	240^{h}	0,1	99,6	241^{l}	0,1	21,6	0,000*
Guamo	1^{ab}	0,0	100	0^{a}	0,0	0,0	1^{a}	--	--	--
Villanueva	1^{ab}	0,0	0,1	1527^{q}	0,5	99,9	1528	0,5	55,1	0,000
Silvania	2^{ab}	0,0	100	0^{a}	0,0	0,0	2^{a}	--	1,0	0,317
Guarne	4^{ab}	0,0	100	0^{a}	0,0	0,0	4^{a}	--	2,1	0,034*

Quetame	4[ab]	0,0	100	0[a]	0,0	0,0	4[a]	--	2,1	0,034*
Fresno	6[bc]	0,1	100	0[a]	0,0	0,0	6[ab]	--	2,8	0,004*
Manta	15[cd]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	15[bcd]	--	5,1	0,000*
Santa Rosa de Osos	15[cd]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	15[bcd]	--	5,1	0,000*
Cartago	16[cd]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	16[bcd]	--	5,3	0,000*
Fusagasugá	20[d]	0,2	2,6	748[m]	0,2	97,4	768[q]	0,2	37,0	0,000*
Samaná	20[d]	0,2	100	0[a]	0,0	0,0	20[cd]	--	6,0	0,000*
San Vicente del Caguán	23[de]	0,2	6,1	355[j]	0,1	93,9	378[nop]	0,1	24,0	0,000*
Ramiriquí	28[def]	0,3	100	0[a]	0,0	0,0	28[cde]	--	7,2	0,000*
Sabanalarga	36[efg]	0,4	100	0[a]	0,0	0,0	36[ef]	--	8,2	0,000*
Lérida	40[fgh]	0,4	100	0[a]	0,0	0,0	40[efg]	--	8,7	0,000*
Cáqueza	44[fghi]	0,4	47,8	48[e]	0,0	52,2	92[j]	--	0,4	0,658
San Antonio de Tequendama	48[ghi]	0,5	1,6	2999[s]	0,9	98,4	3047[w]	0,9	75,5	0,000*
Topaipi	50[ghij]	0,5	100	0[a]	0,0	0,0	50[fgh]	--	9,8	0,000*
San Luis de Gaceno	57[hij]	0,6	100	0[a]	0,0	0,0	57[ghi]	--	10,4	0,000*
Bogotá D.C	64[ij]	0,6	0,0	284.607[w]	89,0	100	284671[aa]	86,4	754,2	0,000*
Angelópolis	72[j]	0,7	100	0[a]	0,0	0,0	72[hij]	--	11,8	0,000*
Santo domingo	187[k]	1,9	100	0[a]	0,0	0,0	187[k]	0,1	19,2	0,000*
Ubaque	337[l]	3,4	100	0[a]	0,0	0,0	337[mn]	0,1	25,8	0,000*
Paratebueno	348[l]	3,5	95,9	15[b]	0,0	4,1	363no	0,1	24,6	0,000*
Medina	389[lm]	3,9	93,1	29[bcd]	0,0	6,9	418[op]	0,1	27,8	0,000*
Anapoima	431[m]	4,3	100	0[a]	0,0	0,0	431[p]	0,1	29,2	0,000*
Chipaque	747[n]	7,5	32,1	1578[p]	0,5	67,9	2325[v]	0,7	24,3	0,000*
Facatativá	6953[o]	69,8	57,6	5125[u]	1,6	42,4	12078[z]	3,7	23,5	0,000*
Total	9959	100	3,0	319674	100	97,0	329633	100	762,8	0,000*

Letras diferentes en columna tienen diferencia estadística significativa. * tiene diferencia estadística significativa