

NÚMERO

43

# DOCUMENTOS AVÍCOLAS

AGOSTO 2026



## ANÁLISIS ESPACIAL DEL SECTOR AVÍCOLA COLOMBIANO MEDIANTE CLÚSTERES GEOGRÁFICOS

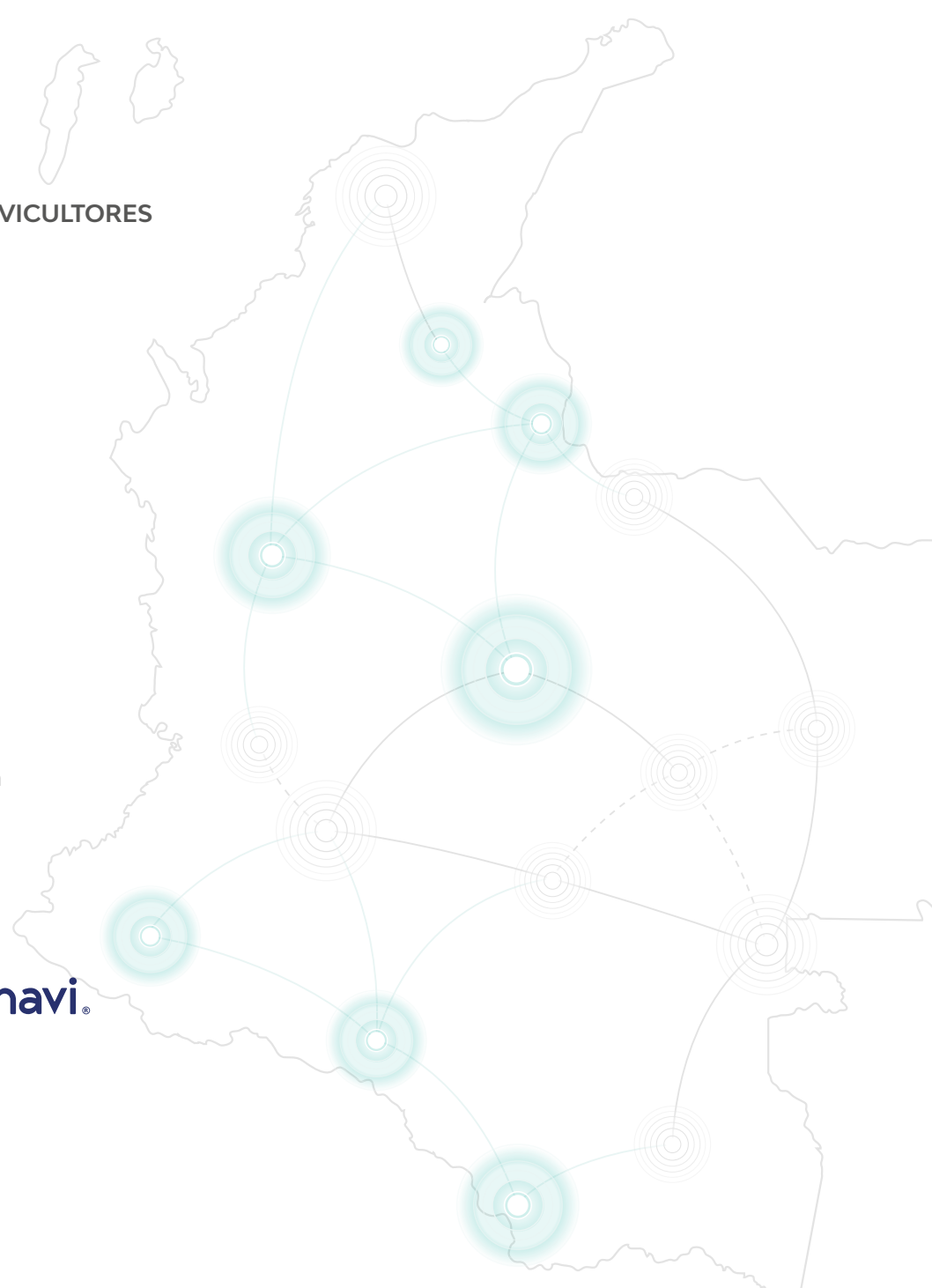
**Fernando Ávila Cortes**  
Director de Estudios Económicos

**Fonav**  
Fondo Nacional Avícola

 **fenavi**



# ANÁLISIS ESPACIAL DEL SECTOR AVÍCOLA COLOMBIANO MEDIANTE CLÚSTERES GEOGRÁFICOS



FEDERACIÓN NACIONAL DE AVICULTORES  
DE COLOMBIA - FENAVI

FONDO NACIONAL  
AVÍCOLA - FONAV

DOCUMENTOS AVICOLAS  
NO. 43

PROGRAMA DE ESTUDIOS  
ECONÓMICOS

**Fernando A. Ávila Cortes**  
Director Programa Económico  
Fenavi - FONAV

**Nicolás Gálvez Acero**  
Líder de Información Estadística

**María Fernanda Forero Santana**  
Pasante Investigación

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN  
Vector Creativo

**Fonav**  
Fondo Nacional Avícola



[www.fenavi.org](http://www.fenavi.org)  
©2026



# Resumen

**E**l presente estudio analiza la distribución territorial de las granjas avícolas en Colombia mediante herramientas de análisis espacial y técnicas de agrupamiento no supervisado, con el propósito de identificar y caracterizar las principales concentraciones productivas del país. La investigación se desarrolló a partir de una base de datos georreferenciada de granjas avícolas, considerando variables como la localización, la capacidad máxima de encasetamiento y el tipo de producción.

Los resultados evidencian una alta concentración territorial de la actividad avícola, principalmente en las regiones Andina, Pacífica y Caribe. Asimismo, se identificaron diferencias entre los clústeres en cuanto a su importancia productiva, escala de las unidades y composición por tipo de explotación. Estos resultados permiten comprender con mayor precisión la organización espacial del sector avícola colombiano y constituyen un insumo para la planeación territorial y el desarrollo de análisis posteriores sobre conectividad, abastecimiento e infraestructura.



# Contenido

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Resumen</b>                                                        | <b>3</b>  |
| <b>Lista de figuras</b>                                               | <b>5</b>  |
| <b>Lista de tablas</b>                                                | <b>5</b>  |
| <b>Introducción</b>                                                   | <b>6</b>  |
| <b>Justificación</b>                                                  | <b>8</b>  |
| <b>Objetivos</b>                                                      | <b>10</b> |
| Objetivo General                                                      | 10        |
| Objetivos Específicos                                                 | 10        |
| <b>Determinación de clústeres avícolas mediante algoritmo K means</b> | <b>11</b> |
| Metodología de análisis, recolección y procesamiento de datos         | 12        |
| Resultados                                                            | 15        |
| <b>Conclusiones</b>                                                   | <b>21</b> |
| <b>Referencias</b>                                                    | <b>22</b> |



## Lista de figuras

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Diagrama funcionamiento algoritmo K-Means          | 12 |
| <b>Figura 2.</b> Método del Codo para determinar número óptimo de K | 13 |
| <b>Figura 3.</b> Tendencias BSS & WSS                               | 14 |
| <b>Figura 4.</b> Distribución de Clústeres Avícolas                 | 16 |

## Lista de tablas

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Criterios de validación K                            | 15 |
| <b>Tabla 2.</b> Capacidad de encasetaamiento Clústeres               | 17 |
| <b>Tabla 3.</b> Caracterización Clústeres.                           | 18 |
| <b>Tabla 4.</b> Capacidad instalada por clúster y tipo de producción | 20 |

# Introducción

Dentro de los principales objetivos de la Federación Nacional de Avicultores de Colombia, soportado en el Fondo Nacional Avícola, se encuentra el de fortalecer la sostenibilidad del negocio avícola en todas sus dimensiones. Esto implica trabajar en los aspectos técnicos propios de la producción, en los temas sanitarios, ambientales, logísticos, económicos y, en general, en todos aquellos elementos que inciden en la operación diaria de las granjas y en la capacidad del sector para responder a los retos que se presentan en el territorio.

El eje principal de nuestro trabajo es la información. Información que no se queda en una base de datos, ni en un registro estadístico, sino que se procesa, se ordena y se convierte en herramienta para tomar decisiones. De allí que, desde el Programa de Estudios Económicos, hayamos venido consolidando análisis que permiten observar la avicultura con una lupa distinta, no solo por departamentos o municipios, sino a partir de la forma como realmente se organiza la producción en el espacio.

En esta oportunidad presentamos un Documento Avícola orientado a analizar las granjas avícolas mediante clústeres geográficos. Para ello, se trabajó con una base georreferenciada de granjas avícolas, utilizando herramientas de análisis espacial y el algoritmo K-means,





con el propósito de identificar concentraciones productivas que no siempre coinciden con los límites político-administrativos tradicionales. El ejercicio permitió clasificar la actividad avícola en cinco clústeres, destacando que los cuatro primeros concentran la mayor parte de las granjas y de la capacidad de encasetamiento instalada del país.

El asunto no es menor. Cuando se analiza la avicultura únicamente desde una lectura agregada, se corre el riesgo de perder de vista dinámicas que son fundamentales para la planeación sectorial. Una granja no opera sola. Depende de vías, proveedores de alimento balanceado, servicios veterinarios, plantas de beneficio, centros de consumo, disponibilidad de mano de obra, autoridades sanitarias y, por supuesto, de la cercanía o distancia con otras unidades productivas. En fin, de todo un universo de relaciones que explican la operación del negocio avícola en el territorio.

Así, este Documento Avícola busca aportar una herramienta técnica para leer mejor el territorio avícola. No se trata solamente de mostrar mapas o de presentar cifras, sino de ordenar la información para que las empresas, Fenavi y las instituciones cuenten con un referente que permita focalizar acciones sanitarias, anticipar riesgos logísticos, priorizar intervenciones y fortalecer la planeación sectorial.

Ponemos a disposición de los avicultores este insumo, confiando en que sea de utilidad para comprender mejor dónde está la producción, cómo se relaciona en el territorio y cuáles son los puntos que requieren mayor atención para seguir fortaleciendo el sector avícola colombiano.

### **Fernando Ávila Cortes**

Director Programa Económico  
Fenavi - FONAV



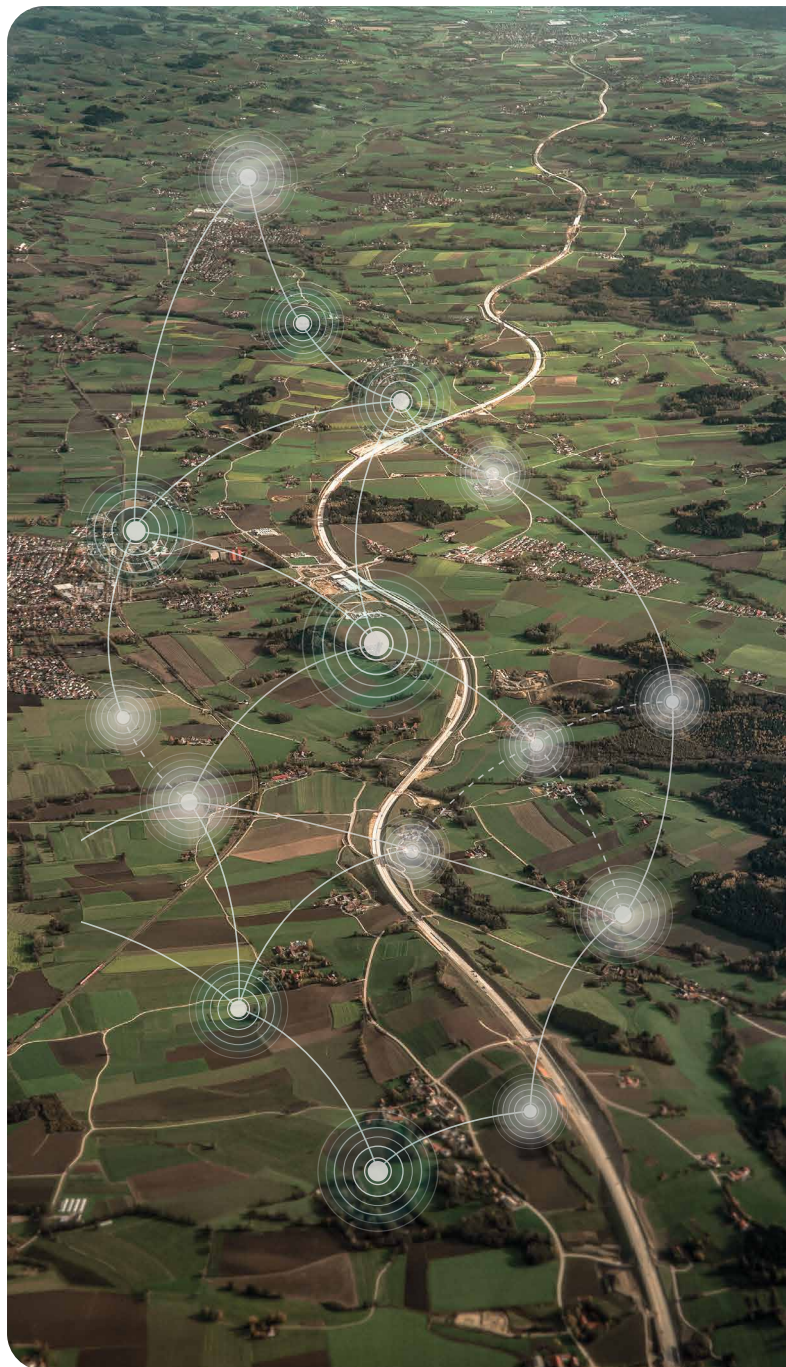


# Justificación

**E**l sector avícola tiene un peso estratégico en la seguridad alimentaria y la economía agropecuaria colombiana, conforme avanzan los mercados y las tecnologías se exigen nuevos instrumentos de análisis territorial que permitan identificar donde se concentra la actividad y como se relacionan las granjas territorialmente.

Desde finales del siglo XIX Alfred Marshall ya señalaba que la concentración espacial de empresas puede generar ventajas asociadas a la especialización, disponibilidad de proveedores, circulación de conocimiento y formación de mercados laborales especializados (Marshall, 1920). Unos años más tarde, Paul Krugman explicó que la combinación de rendimientos crecientes, costos de transporte y tamaño de mercado puede producir patrones centro-periferia y concentración territorial de la actividad económica (Krugman, 1991). Posteriormente Porter formalizó el concepto clúster como una concentración geográfica de empresas e instituciones interconectadas que incide en la productividad, innovación y creación de nuevas unidades económicas, una alternativa para formar cadenas de valor fomentando coordinación y confianza, siendo masas de éxito entre competencia y cooperación (Porter, 1998).

Shakya (2008) plantea que el análisis de clústeres permite construir agendas de articulación público-privada en países en desarrollo. Para el ámbito agrícola, se resalta que los clústeres permiten integrar producción, cadenas agroalimentarias, ruralidad y competitividad territorial. Este enfoque es





particularmente útil porque las granjas no operan como unidades productivas aisladas, sino que dependen de cadenas de abastecimiento, infraestructura, servicios técnicos, relaciones institucionales y mercados localizados. En este sentido, la avicultura puede ser analizada no solo como suma de predios, sino como sistema espacial articulado por proximidades productivas, sanitarias y logísticas (Tapia et al, 2015).

La identificación de clústeres geográficos permite construir una lectura territorial más precisa, reconocer áreas de concentración de capacidad instalada y ubicar zonas donde las ventajas de escala coexisten con mayores exigencias logísticas.

En actividades agropecuarias, la cercanía espacial incide directamente en la movilidad, interacción entre unidades productivas, los riesgos sanitarios y el acceso a infraestructura. En este sentido, la econometría y la estadística espacial han mostrado la importancia de considerar la dependencia espacial, la vecindad y la localización en el análisis de fenómenos territoriales (Anselin, 1988).

En este proyecto, dichos fundamentos justifican el uso de sistemas de información geográfica (SIG) para pasar de una lectura tabular agregada a una lectura espacial, trazable y reproducible. La selección de K-means como método de agrupamiento responde a su utilidad para clasificar observaciones en grupos internamente homogéneos y espacialmente diferenciados.

El algoritmo fue formalizado en la literatura de aprendizaje no supervisado por MacQueen (1967) y se relaciona con el procedimiento de mínimos cuadrados descrito por Lloyd (1982); asimismo, Arthur y Vassilvitskii (2007) propusieron K-means++ como estrategia de inicialización para mejorar estabilidad. Para apoyar la selección del número de grupos, el análisis se complementa con el coeficiente de silueta, propuesto por Rous-

seeuw (1987), y el índice de Davies-Bouldin, desarrollado por Davies y Bouldin (1979).

Este enfoque permite reconocer patrones de concentración productiva, identificar clústeres avícolas y relacionarlos con el funcionamiento logístico. El proyecto se justifica por su utilidad institucional y gremial. La conformación de clústeres permite transformar una base georreferenciada de granjas en una herramienta de planeación territorial. Sus resultados pueden apoyar la priorización de municipios críticos, el diseño de planes de contingencia logística y la identificación de necesidades de infraestructura.



# Objetivos

## Objetivo General

Identificar y caracterizar la configuración territorial de la actividad avícola en Colombia mediante la conformación de clústeres geográficos de granjas, utilizando herramientas de análisis espacial, con el fin de reconocer patrones de concentración, distribución de la capacidad productiva y especialización según el tipo de explotación.

## Objetivos Específicos

- Identificar zonas de concentración productiva de granjas avícolas mediante la aplicación del algoritmo K-means, seleccionando el número de agrupaciones a partir del coeficiente de silueta y el índice de Davies-Bouldin.
- Delimitar y representar cartográficamente los clústeres identificados, con el propósito de reconocer su localización, extensión y configuración territorial organizándolos según su capacidad productiva.
- Caracterizar los clústeres resultantes según número de granjas y capacidad máxima de encasamiento instalada con el fin de reconocer zonas de alta relevancia productiva.
- Analizar la composición de cada clúster según los tipos de explotación avícola presentes, con el fin de identificar patrones de diversificación, predominio o especialización productiva.
- Generar información territorial que contribuya a la identificación de áreas avícolas estratégicas y sirva como insumo para futuros procesos de planeación productiva, logística e institucional del sector.



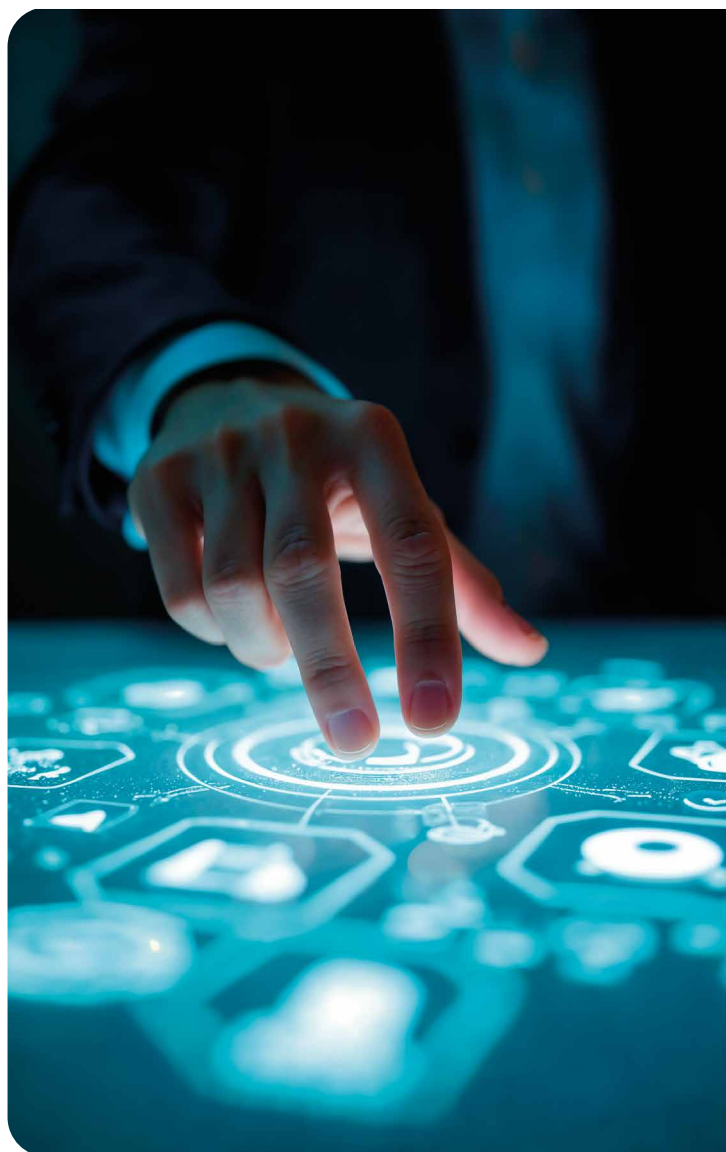


# Determinación de clústeres avícolas mediante algoritmo K Means

**E**l análisis de clústeres permite comprender la forma en que se distribuye territorialmente la actividad avícola en Colombia, mediante la identificación de zonas donde las granjas presentan una mayor concentración espacial y productiva. Esta lectura resulta fundamental para pasar de una visión general basada en departamentos o municipios a una interpretación sustentada en agrupamientos reales de unidades productivas.

La identificación de clústeres permite reconocer territorios estratégicos para el sector avícola, en los cuales se concentra una parte importante de la capacidad de encasamiento y donde la operación logística adquiere mayor relevancia. Estos agrupamientos reflejan áreas con alta intensidad productiva, mayor demanda de insumos, necesidades específicas de conectividad, encadenamientos con otros sectores y una relación directa con la infraestructura vial disponible.

En este apartado se presentan los clústeres avícolas identificados, destacando su localización, composición y relevancia dentro de la estructura territorial del sector. Para ello, se definen agrupamientos espaciales de granjas avícolas mediante el algoritmo K-means y herramientas de sistemas de información geográfica. El propósito es identificar patrones de proximidad que sirvan como base para el análisis territorial y permitan observar concentraciones productivas más allá de los límites político-administrativos.



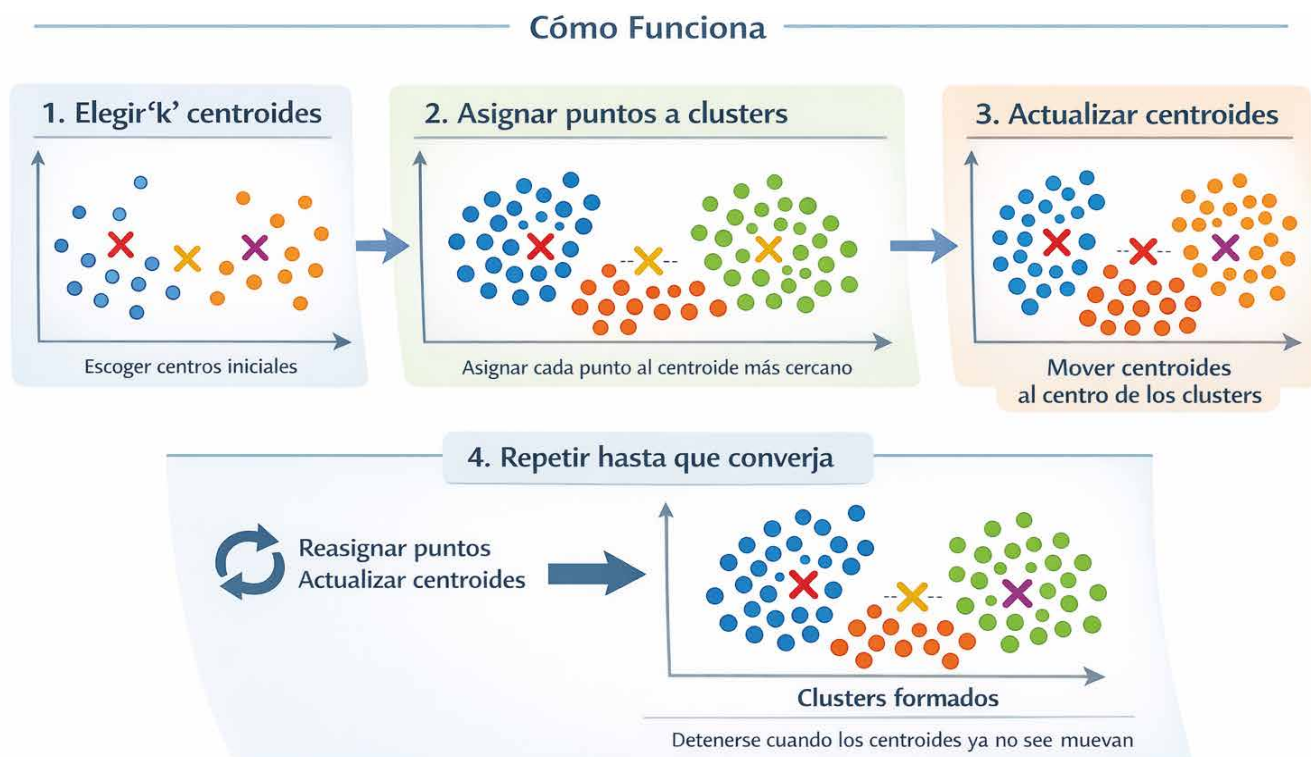
De esta manera, la asignación de clústeres constituye un insumo clave para la lectura territorial del sector avícola, ya que permite identificar zonas productivas prioritarias y orientar los análisis posteriores de conectividad, infraestructura vial y planeación logística.

## Metodología de análisis, recolección y procesamiento de datos

La presente investigación se desarrolló a partir de información general de 5.360 granjas avícolas distribuidas en todo el territorio colombiano, para el análisis se consideraron principalmente las variables de ubicación geográfica y la capacidad máxima de enca-setamiento de cada granja, entendida como su capacidad instalada.

Con el fin de identificar patrones de concentración espacial se empleó el algoritmo K-means, una técnica de aprendizaje no supervisado que agrupa observaciones en base a su similitud. La herramienta utilizada en este estudio fue desarrollada como plugin para QGIS por Folini, Lenzi y Biraghi (2022), esta función permite analizar simultáneamente el coeficiente de silueta y el índice Davies-Bouldin a partir de particiones de K. Este algoritmo asigna cada observación (granja) al clúster cuyo centroide se encuentra más próximo y, de forma iterativa, ajusta la posición de los centroides hasta alcanzar la convergencia. Así, busca minimizar la variabilidad interna y maximizar la diferenciación entre grupos (Folini, Lenzi, & Biraghi, 2022), el proceso de asignación de clúster mediante K-Means se describe en la siguiente imagen:

**Figura 1. Diagrama funcionamiento algoritmo K-Means**



**\*Nota:** Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026. La figura representa de forma esquemática las etapas del algoritmo K-means: selección de centroides iniciales, asignación de puntos al centroide más cercano, actualización de centroides y repetición hasta la convergencia.

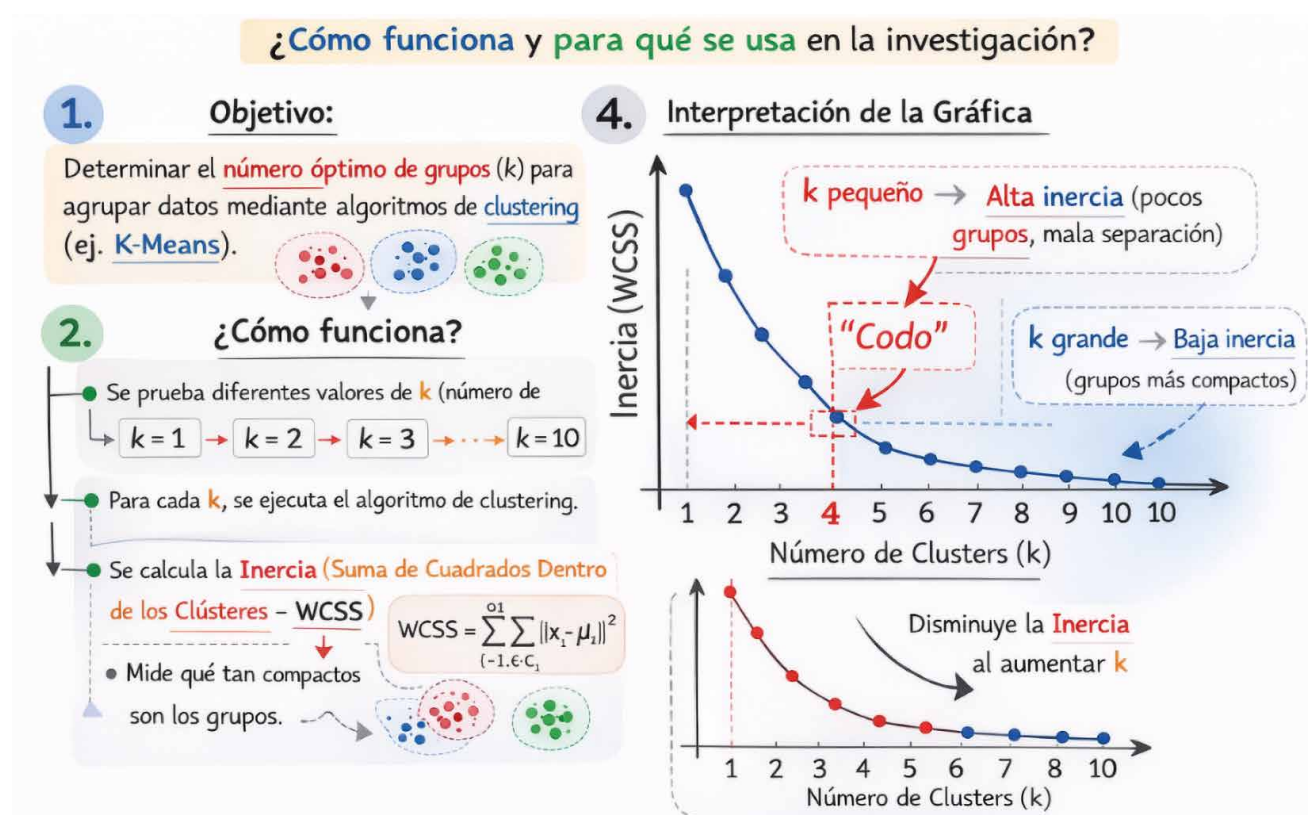


Previo a la estimación de los clústeres, se determinó la cantidad adecuada de los mismos mediante el método del codo (Elbow Method). Este criterio se basa en el análisis de la suma de cuadrados intra-clúster (Within-Cluster Sum of Squares, WSS), la cual mide la suma de las distancias al cuadrado entre cada observación y el centroide de su grupo, con el propósito de que los

elementos dentro de cada clúster sean lo más homogéneos posible. Y de manera complementaria, la suma de cuadrados inter-clústeres (Between-Cluster Sum of Squares, BSS), que evalúa la dispersión de los centroides respecto a la media general de los datos, buscando que los grupos resultantes presenten una adecuada diferenciación entre sí. (UC B.A, 2025 ).

El proceso que se desarrolla mediante el método del codo se explica en la siguiente imagen:

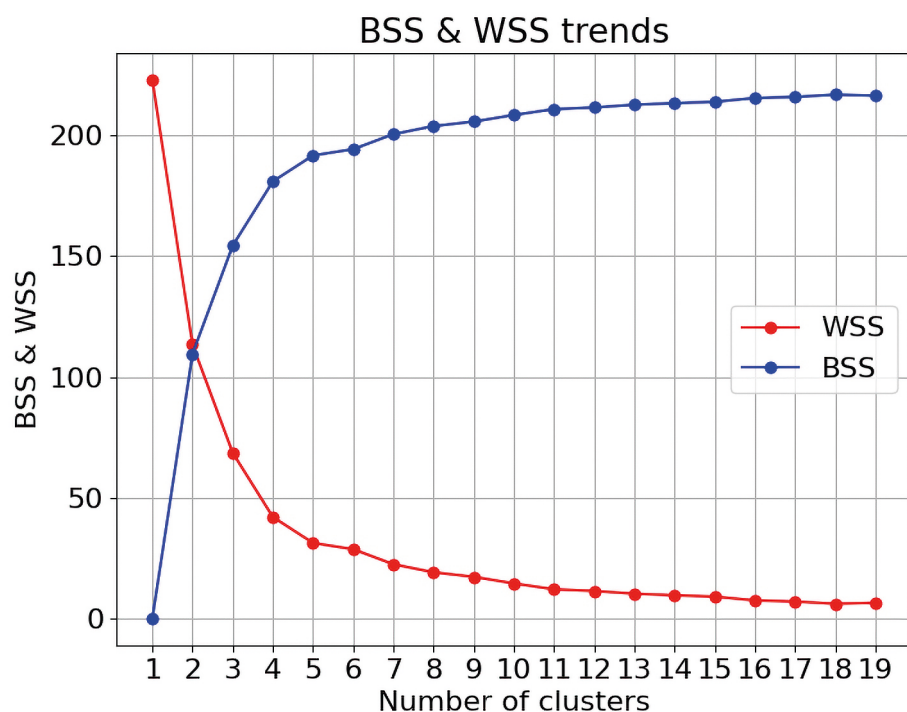
**Figura 2. Método del Codo para determinar número óptimo de K**



**\*Nota:** Imagen generada con inteligencia artificial mediante ChatGPT (OpenAI), 2026. La figura representa el método del codo y su aplicación para identificar el número óptimo de grupos en análisis de clustering. Se ilustra el objetivo del método, el procedimiento basado en la evaluación de distintos valores de **k** y el cálculo de la inercia intra-clúster (WCSS), así como la interpretación de la gráfica a partir del punto de inflexión o "codo", donde la disminución de la inercia deja de ser pronunciada.

Lo más importante al momento de analizar las tendencias WSS/BSS es determinar el punto donde se normaliza las tendencias, es decir, donde se forma el "codo". Los resultados obtenidos sugieren que la cantidad más

razonable para equilibrar buena compactación, separación entre grupos e interpretabilidad del modelo sin agregar complejidad innecesaria es en 6 clústeres, como se muestra en la gráfica a continuación:

**Figura 3. Tendencias BSS & WSS**

**\*Nota:** Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en QGIS. La figura muestra el comportamiento de la suma de cuadrados intra-clúster (WSS) y la suma de cuadrados inter-clúster (BSS) en función del número de clústeres, como criterio para evaluar la partición de los datos e identificar una solución de agrupamiento adecuada.

A partir de este criterio se seleccionaron 4, 5, 6 y 7 como potenciales de K para pruebas comparativas. Posteriormente, se evaluó el desempeño de cada partición mediante dos métricas de validación interna: el coeficiente de silueta y el índice de Davies-Bouldin. El coeficiente de silueta permite evaluar simultáneamente la cohesión y la separación de los clústeres. La cohesión se refiere a la proximidad promedio entre los puntos que pertenecen a un mismo grupo, mientras que la separación corresponde a la

distancia promedio mínima respecto al clúster vecino más cercano; por ello, valores más altos reflejan una mejor definición de los agrupamientos (Liu et al., 2022). En contraste, el índice de Davies-Bouldin mide la calidad del agrupamiento a partir de la relación entre la cohesión intra-clúster y la separación inter-clúster, por lo que valores más bajos sugieren una estructura más sólida y diferenciada (Lee, 2025). Los resultados obtenidos en esta fase son los siguientes:



Tabla 1. Criterios de validación K

| # DE CLÚSTER | COEFICIENTE DE SILUETA | INDICE DAVIES-BOULDIN |
|--------------|------------------------|-----------------------|
| 4            | 0.4672                 | 0.7736                |
| <b>5</b>     | <b>0.5294</b>          | <b>0.6606</b>         |
| 6            | 0.4961                 | 0.8008                |
| 7            | 0.516                  | 0.7506                |

**Nota:** La tabla muestra los resultados obtenidos de las métricas internas para la validación del agrupamiento por K-means

Con base a los criterios de validación, se estableció que el valor óptimo de K corresponde a **5 clústeres**, con un coeficiente de silueta de **0,5294** y un índice de Davies-Bouldin de **0,6606**.

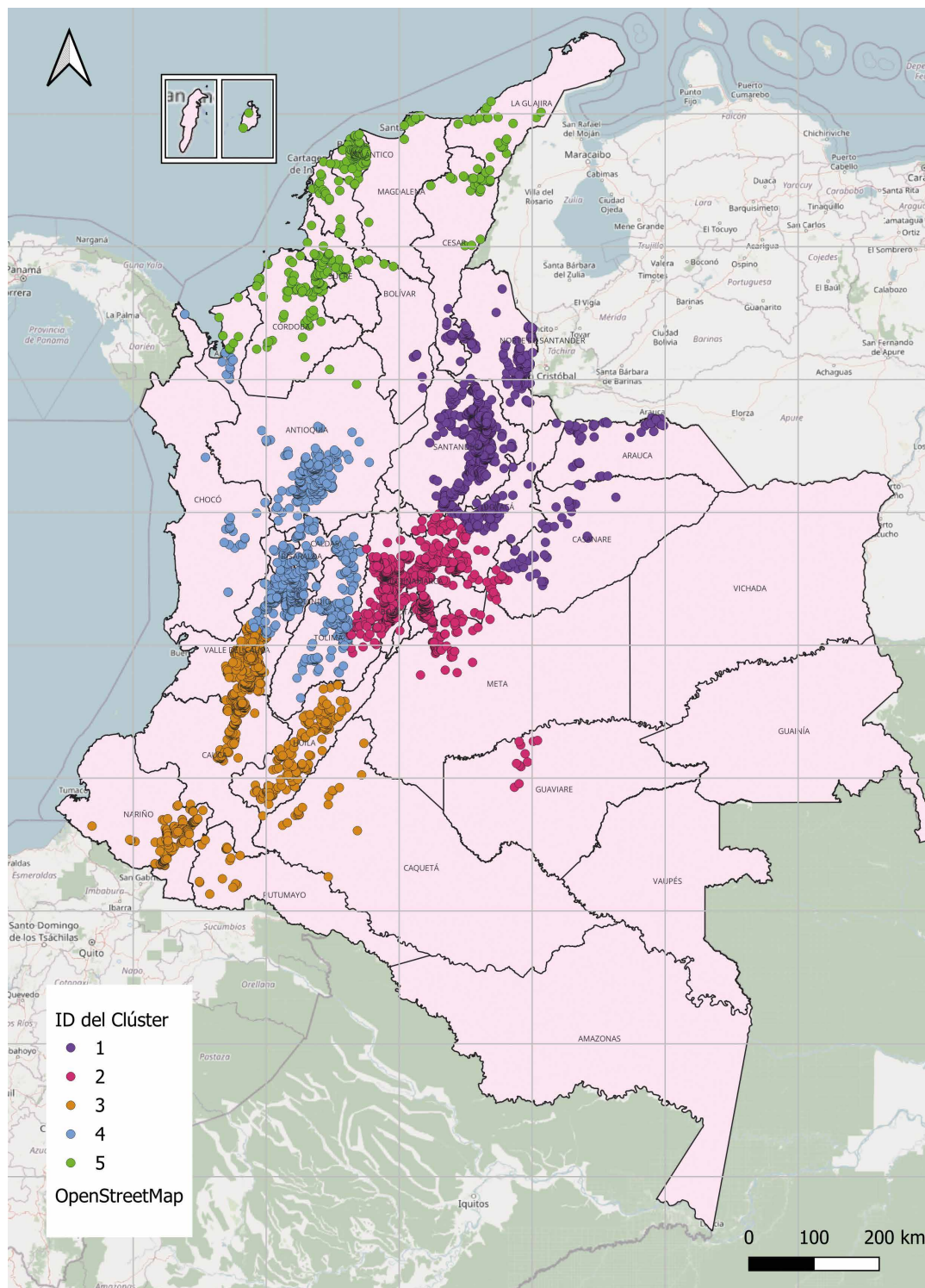
Una vez definido el valor óptimo de K, el modelo se ejecutó en QGIS mediante el complemento *Cluster Analysis*, lo que permitió asignar a cada granja un identificador de clúster (*ClusterID*) y, con ello, obtener una segmentación espacial de la actividad avícola en Colombia. Posteriormente, los clústeres fueron reordenados con fines analíticos, de modo que el clúster 1 representara la agrupación con mayor capacidad de encasamiento. Esta reclasificación sirvió como base para análisis posteriores y mejor interpretación de los datos.

## Resultados

De acuerdo a los clústeres identificados, se muestra la distribución de los mismos y las características asociadas a cada uno. La figura 4 muestra la distribución espacial de las granjas avícolas y su clúster asignado; los clústeres principales se localizan especialmente en las regiones Andina, Caribe, Pacífica y zonas del Caribe, con mayor concentración de granjas en departamentos de alta tradición avícola como Santander, Cundinamarca, Valle del Cauca, Cauca y Antioquia.

El mapa evidencia que la producción avícola en Colombia se encuentra fuertemente centralizada, con una clara dependencia de la región andina y pacífica. En contraste, amplias áreas del oriente y sur del país registran una baja presencia o ausencia de granjas dentro de la base de datos estudiada. Esta configuración territorial podría estar relacionada con factores como la disponibilidad de infraestructura, la accesibilidad vial, la cercanía a los centros de consumo, las condiciones agroclimáticas y la existencia de servicios especializados.

Figura 4. Distribución de Clústeres Avícolas



**Fuente:** Base de datos programa técnico y Sostenibilidad. Procesamiento cartográfico en QGIS; mapa base de OpenStreetMap.

**\*Nota:** La cartografía presenta la distribución espacial de las granjas avícolas georreferenciadas en Colombia, clasificadas en cinco clústeres mediante el algoritmo k-means en QGIS. Cada punto representa una granja y su color corresponde al clúster asignado. La agrupación se realizó con base en criterios de proximidad geográfica.



La Tabla 2 presenta la distribución del número de granjas y de la capacidad de encasetamiento instalada para los clústeres identificados. Esta información constituye un insumo inicial para la caracterización productiva del sector avícola, al permitir comparar la participación relativa de cada clúster en términos de número de unidades productivas y capacidad instalada.

Los resultados evidencian una alta concentración productiva en los clústeres 1, 2, 3 y 4, los cuales reúnen 5.009 granjas, equivalentes al 92,1 % del total analizado, y una capacidad instalada aproximada de 217,2 millones de aves, correspondiente al 91,7 % del encasetamiento nacional. El clúster 1 presenta la mayor participación tanto en número de granjas como en capacidad instalada, lo que permite identificarlo como el princi-

pal núcleo productivo del conjunto analizado. Por su parte, los clústeres 3 y 4, aunque registran un menor número de granjas frente a los clústeres 1 y 2, presentan niveles de capacidad instalada similares, lo que sugiere una mayor escala promedio por unidad productiva, especialmente en el clúster 4.

La Tabla 3 amplía la caracterización de los clústeres al incorporar su distribución departamental, el área aproximada de cada agrupación territorial, el número de granjas y la capacidad de encasetamiento acumulada. Esta desagregación permite identificar la composición interna de cada clúster y reconocer los departamentos con mayor peso relativo dentro de las principales concentraciones avícolas del país.

**Tabla 2. Capacidad de encasetamiento Clústeres**

| CLÚSTER ID           | # GRANJAS    | CAPACIDAD DE ENCASETAMIENTO INSTALADA | PARTICIPACION |
|----------------------|--------------|---------------------------------------|---------------|
| 1                    | 1.704        | 61.592.720                            | 26.0%         |
| 2                    | 1.387        | 52.086.599                            | 22.0%         |
| 3                    | 1.039        | 51.935.364                            | 21.9%         |
| 4                    | 879          | 51.540.736                            | 21.8%         |
| 5                    | 351          | 19.596.651                            | 8.3%          |
| <b>Total general</b> | <b>5.360</b> | <b>236.752.070</b>                    | <b>100%</b>   |

**Fuente:** Base de datos programa técnico y Sostenibilidad.

**\*Nota:** La tabla resume el número de granjas y la capacidad de encasetamiento instalada por clúster. Los valores fueron obtenidos mediante la agrupación de las granjas según el clúster asignado en el análisis K-means y la suma de su capacidad instalada. El total general corresponde al conjunto de granjas incluidas en el estudio.

Tabla 3. Caracterización Clústeres

| CLUSTER ID | ÁREA TOTAL              | DEPARTAMENTO       | # GRANJAS | CAPACIDAD DE ENCASETAMIENTO |
|------------|-------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|
| 1          | 106.759 KM <sup>2</sup> | SANTANDER          | 1.143     | 52.861.491                  |
|            |                         | NORTE DE SANTANDER | 243       | 4.175.734                   |
|            |                         | BOYACÁ             | 188       | 3.246.710                   |
|            |                         | CESAR              | 13        | 690.140                     |
|            |                         | ARAUCA             | 62        | 266.775                     |
|            |                         | CASANARE           | 49        | 212.370                     |
|            |                         | BOLÍVAR            | 6         | 139.500                     |
| 2          | 73.065 KM <sup>2</sup>  | CUNDINAMARCA       | 1.154     | 45.007.812                  |
|            |                         | META               | 63        | 3.628.400                   |
|            |                         | BOYACÁ             | 105       | 2.419.174                   |
|            |                         | TOLIMA             | 35        | 856.276                     |
|            |                         | CASANARE           | 19        | 153.717                     |
|            |                         | GUAVIARE           | 11        | 21.220                      |
| 3          | 107.775 KM <sup>2</sup> | VALLE DEL CAUCA    | 448       | 35.410.758                  |
|            |                         | CAUCA              | 169       | 9.894.450                   |
|            |                         | NARIÑO             | 190       | 3.258.650                   |
|            |                         | HUILA              | 192       | 3.179.971                   |
|            |                         | PUTUMAYO           | 22        | 124.250                     |
|            |                         | CAQUETÁ            | 18        | 67.285                      |



| CLUSTER ID | ÁREA TOTAL              | DEPARTAMENTO             | # GRANJAS | CAPACIDAD DE ENCASETAMIENTO |
|------------|-------------------------|--------------------------|-----------|-----------------------------|
| 4          | 96.218 KM <sup>2</sup>  | ANTIOQUIA                | 262       | 14.822.876                  |
|            |                         | QUINDÍO                  | 136       | 13.998.551                  |
|            |                         | VALLE DEL CAUCA          | 100       | 8.813.150                   |
|            |                         | TOLIMA                   | 198       | 6.957.214                   |
|            |                         | RISARALDA                | 85        | 3.742.875                   |
|            |                         | CALDAS                   | 76        | 3.182.220                   |
|            |                         | CHOCÓ                    | 22        | 23.850                      |
| 5          | 114.803 KM <sup>2</sup> | ATLÁNTICO                | 115       | 11.063.350                  |
|            |                         | BOLÍVAR                  | 29        | 4.064.381                   |
|            |                         | CÓRDOBA                  | 79        | 2.307.230                   |
|            |                         | SUCRE                    | 37        | 1.015.800                   |
|            |                         | MAGDALENA                | 20        | 652.100                     |
|            |                         | CESAR                    | 31        | 244.600                     |
|            |                         | ANTIOQUIA                | 12        | 138.100                     |
|            |                         | LA GUAJIRA               | 26        | 111.090                     |
|            |                         | SAN ANDRES Y PROVIDENCIA | 2         | 0                           |

**\*Nota:** La tabla presenta la caracterización por clúster, la distribución departamental de las granjas avícolas indicando para cada grupo el área total delimitada, el número de granjas asociadas y ordenado según capacidad de encasamiento acumulada. El área corresponde a la superficie estimada mediante la geometría mínima delimitadora con envolvente convexa de cada clúster.

En términos territoriales, los resultados muestran que la actividad avícola no se distribuye de manera homogénea en el país, sino que se concentra en núcleos productivos claramente diferenciados. El clúster 1 se encuentra altamente asociado con Santander, departamento que concentra la mayor parte de las granjas y de la capacidad instalada dentro de este grupo.

El clúster 2 presenta una fuerte participación de Cundinamarca, mientras que el clúster 3 se caracteriza por una presencia relevante del Valle del Cauca y Antioquia.

El clúster 4 agrupa principalmente departamentos del centro-occidente del país, con participaciones destacadas de Tolima, Quindío, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas.

Finalmente, el clúster 5 comprende las concentraciones identificadas en la región Caribe, con una participación particularmente importante del departamento del Atlántico.

La Tabla 4 presenta la capacidad máxima de encasamiento por clúster, desagregada según el tipo de producción: engorde, postura y material genético aviar. Esta clasificación permite analizar la composición productiva de las agrupaciones territoriales e identificar el peso relativo de los diferentes sistemas de explotación dentro de la capacidad instalada reportada.

Los resultados indican en el clúster 1 predomina la producción de engorde, aunque también se registra una participación significativa de postura. En los clústeres 2 y 4 se observa una composición semejante, con mayor peso del engorde frente a las demás categorías.

El clúster 3 presenta una distribución más equilibrada entre engorde y postura, lo que evidencia una mayor diversificación productiva en comparación con los demás grupos.

Finalmente, se puede apreciar que en los clústeres 1 al 4, la capacidad de material genético aviar supera por mucho las observadas para el clúster 5, por lo que se puede esperar que esta región movilice grandes cantidades de aves desde el interior del país para suplir su demanda.

Es importante señalar que los totales de capacidad de encasamiento presentados en las Tablas 2 y 4 no coinciden plenamente debido a diferencias en la disponibilidad de información por variable. Mientras que la Tabla 2 resume la capacidad instalada total de las 5.360 granjas incluidas en el estudio, la Tabla 4 desagrega dicha capacidad según el tipo de producción reportado: engorde, postura y material genético aviar. En este último caso, algunas granjas no cuentan con información disponible sobre el tipo de explotación, por lo cual su capacidad instalada no puede ser clasificada dentro de las categorías productivas consideradas. La diferencia entre ambos totales corresponde a la capacidad de encasamiento asociada a granjas sin reporte de tipo de explotación o con información incompleta en esta variable.

**Tabla 4. Capacidad instalada por clúster y tipo de producción**

| Clúster      | Granjas      | Engorde (aves)     | Postura (aves)    | MGA (aves)        | Total (aves)       |
|--------------|--------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1            | 1.704        | 37.918.462         | 20.392.282        | 3.281.976         | 61.592.720         |
| 2            | 1.387        | 32.235.102         | 17.210.198        | 2.641.299         | 52.086.599         |
| 3            | 1.039        | 24.863.898         | 23.984.166        | 3.087.300         | 51.935.364         |
| 4            | 879          | 31.433.829         | 17.326.016        | 2.777.891         | 51.537.736         |
| 5            | 351          | 13.474.748         | 5.941.903         | 180.000           | 19.596.651         |
| <b>Total</b> | <b>5.360</b> | <b>139.926.039</b> | <b>84.854.565</b> | <b>11.788.646</b> | <b>236.749.070</b> |

**\*Nota:** La tabla muestra la desagregación de la capacidad de encasamiento instalada por tipo de producción para cada clúster. Las categorías consideradas corresponden a engorde, postura y material genético aviar. El porcentaje del total representa la participación de cada clúster frente a la capacidad instalada total analizada.

# Conclusiones

El estudio permitió evidenciar que la actividad avícola en Colombia presenta un alto grado de concentración territorial y productiva. La identificación de clústeres mediante el algoritmo K-means y el uso de herramientas de análisis espacial permitió reconocer agrupamientos reales de granjas avícolas, representar su distribución cartográfica y caracterizarlos según el número de unidades productivas, la capacidad máxima de encasetamiento y el tipo de producción. En este sentido, los clústeres se constituyen en unidades de análisis útiles para orientar decisiones sectoriales con mayor precisión territorial.

Los resultados muestran que los clústeres 1, 2, 3 y 4 concentran la mayor parte de las granjas y de la capacidad instalada registrada en la base de datos. En conjunto, estos agrupamientos reúnen el 92,1 % de las granjas analizadas y el 91,7 % de la capacidad máxima de encasetamiento, lo que evidencia que la estructura productiva avícola se organiza principalmente alrededor de núcleos territoriales específicos.

La caracterización por tipo de producción mostró que el engorde constituye la actividad predominante en la mayoría de los

clústeres, aunque con participaciones relevantes de la postura. El clúster 3 presentó una composición más equilibrada entre ambas actividades, mientras que el clúster 5 registró una menor capacidad asociada con material genético aviar. Este último resultado podría sugerir una dependencia del abastecimiento proveniente de otras regiones; sin embargo, dicha hipótesis deberá ser evaluada mediante información sobre los flujos de movilización y las relaciones de origen y destino entre las unidades productivas.

Finalmente, los resultados proporcionan un insumo técnico para la planeación territorial y sectorial, al permitir reconocer las principales concentraciones avícolas, comparar su capacidad instalada e identificar diferencias en su composición productiva. También constituyen una base para futuros estudios sobre accesibilidad, conectividad vial, abastecimiento, riesgos sanitarios, infraestructura y vulnerabilidad logística. Estas investigaciones complementarias podrían contribuir a orientar intervenciones públicas y privadas dirigidas al fortalecimiento de la competitividad, la resiliencia productiva y la seguridad alimentaria.



# Referencias

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Santa Barbara. doi:10.1007/978-94-015-7799-1
- Arthur, D., & Vassilvitskii, S. (2007). k-means++: The Advantages of Careful Seeding. *Eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms* (págs. 1027-1035). USA: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Davies, D. L., & Bouldin, D. (1979). A Cluster Separation Measure. *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, 1(2), 224-227. doi:https://doi.org/10.1109/TPA-MI.1979.4766909
- Dupas, M.-C., Pinotti, F., Joshi, C., Joshi, M., Thanapongtham, W., Dhingra, M., . . . Fournié, G. (2024). Spatial distribution of poultry farms using point pattern modelling: A method to address livestock environmental impacts and disease transmission risks. *Plos Computational Biology*. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011980
- Folini, A., Lenzi, E., & Biraghi, A. (2022). CLUSTER ANALYSIS: A COMPREHENSIVE AND VERSATILE QGIS PLUGIN. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Florencia.
- Krugman, P. (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99(3). doi:0022-3808/91/9903-0005\$01.50
- Lee, S. (19 de Marzo de 2025). *Índice de Davies-Bouldin: Guía completa para tres casos de uso de agrupamiento*. Obtenido de Number Analytics: <https://www.numberanalytics.com/blog/comprehensive-guide-davies-bouldin-3-clustering-use-cases#:~:text=Definici%C3%B3n%20del%20%C3%ADndice%20y%20su,En%20esta%20f%C3%B3rmula:&text=S%20representa%20la%20distancia%20media,la%20dispersi%C3%B3n%20dentro%20del%20>
- Liu, H., Chen, C., Li, Y., Duan, Z., & Li, Y. (2022). Agrupamiento y detección de anomalías en regiones con puntos calientes de multitudes. *Ciencia e ingeniería de datos*, 77-105.
- Lloyd, S. (1982). Least squares quantization in PCM. *Hal Open Science*, 28(2), 129-137. doi:10.1109/TIT.1982.105648
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *University of California*. Obtenido de <https://www.cs.cmu.edu/~bhiksha/courses/mlsp.fall2010/class14/macqueen.pdf>
- Marshall, A. (1920). *Principios de Economía*. Londres: Macmillan. Obtenido de <https://oll.libertyfund.org/titles/marshall-principles-of-economics-8th-ed>
- Porter, M. E. (1998). Los clústeres y la nueva economía de la competencia. *Harvard Business Review*.
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53-65. doi:https://doi.org/10.1016/0377-0427(87)90125-7
- Shakya, M. (2008). *Clústeres para la Competitividad: Una guía práctica e implicaciones políticas para el desarrollo de iniciativas de clústeres*. Elsevier - SSRN. doi:https://doi.org/10.2139/ssrn.1392479
- Tapia, L., Aramendiz, H., Pacheco, J., & Montalvo, A. (07 de Mayo de 2015). Clusters agrícolas: un estado del arte para los estudios de competitividad en el campo. *Revista de ciencias agrícolas*, 32(2), 113-124. doi:https://doi.org/10.22267/rcia.153202.19
- UC B.A. (2025 ). *Análisis de conglomerados de K-medias · Guía de programación R*. Obtenido de UC Business Analytics: [https://uc-r.github.io/kmeans\\_clustering#:~:text=The%20total%20within%20cluster%20sum%20of%20square%20\(wss\)%20measures,for%20different%20values%20of%20k](https://uc-r.github.io/kmeans_clustering#:~:text=The%20total%20within%20cluster%20sum%20of%20square%20(wss)%20measures,for%20different%20values%20of%20k)







# ¿Quieres conocer más?

Te invitamos a explorar nuestra colección de **documentos especializados con enfoque económico** para mejorar la rentabilidad del sector avícola, disponibles en la página web:

[www.fenavi.org](http://www.fenavi.org)



Con un solo **clic** puedes consultar estas y otras publicaciones en formato digital.

# ¡No te las pierdas!