

Análisis exploratorio de factores que influyen en la espacialidad de la actividad agropecuaria. Un estudio de caso con algunos municipios del oriente de Antioquia y Medellín

Alexander Darío Bastidas Marulanda¹

Resumen

A partir de un estudio de caso de la región del oriente de Antioquia Colombia se realizó un análisis exploratorio utilizando la técnica de análisis multivariado de Componentes Principales y apoyado en el marco conceptual de geografía económica se identificó factores latentes que contribuyen a mostrar las diferencias de la actividad agropecuaria entre los municipios de esta región. A su vez, los factores hallados permiten comparar las diferencias entre la actividad agropecuaria de la región del oriente y el resto del departamento de Antioquia. Se concluye que la región del oriente de Antioquia es heterogénea en su distribución espacial de su actividad agropecuaria y esta rezagada frente a otros municipios de Antioquia y esto puede ampliar la dependencia de alimentos provenientes de otras regiones.

Abstract

Based on a case study of the eastern region of Antioquia Colombia, an exploratory analysis was carried out using the multivariate analysis technique of Principal Components and supported by the conceptual framework of economic geography, latent factors were identified that contribute to identifying the differences in the agricultural activity among the municipalities of this region. In turn, the factors found allow us to compare the differences between agricultural activity in the eastern region and the rest of the department of Antioquia. It is concluded that the eastern region of Antioquia is heterogeneous in its spatial distribution of its agricultural activity and is lagging behind other municipalities of Antioquia and this can increase dependence on food from other regions.

¹ Universidad Nacional de Colombia sede Medellín Departamento de Economía. E – mail: adbasti@unal.edu.co

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

Introducción

La región del oriente de Antioquia y en particular los municipios del valle de San Nicolás han venido presentado una dinámica en su población y su transformación de la economía, lo que implica que su agricultura también se transforma y con ello las posibilidades de abastecimiento de alimentos.

La distribución de la agricultura o la geografía de la agricultura es un tema casi nulo en su exploración a escala regional, en este caso el oriente de Antioquia y su importancia consiste en la posible identificación de hipótesis que permitan profundizar en la relación de la agricultura con el desarrollo económico no agrícola. Un desarrollo que opera bajo una economía abierta y está influenciado por la globalización de la economía.

Dicha globalización concentra la producción de manufacturas en pocos lugares del mundo y a través de los flujos de comercio reasigna en el espacio territorial aquella agricultura susceptible de vincularse mediante exportaciones y rezaga aquella agricultura de mercado doméstico, también llamada agricultura de alimentos.

El posible deterioro de una agricultura de alimentos afecta los procesos de desarrollo local y/o regional comprometiendo los sistemas de abastecimientos de alimentos y alargando la cadena de suministros con afectaciones hacia la seguridad alimentaria. Por consiguiente, la geografía de la agricultura es un punto de partida para abrir otras exploraciones o identificar hipótesis que permitan profundizar la relación de la agricultura y el desarrollo regional.

El objetivo de este trabajo de investigación fue realizar un análisis exploratorio de un conjunto de variables que de acuerdo con la geografía económica acoplen o desacoplen la agricultura de un municipio. Específicamente se pretende identificar factores no observables que influyen en la distribución de la actividad agropecuaria de los municipios; determinar la especialización y la espacialidad de los factores en los municipios del oriente de Antioquia y describir la importancia de los municipios de la región oriente con el departamento de Antioquia.

Para la identificación de los factores no observables se utilizó una técnica multivariada de análisis de componentes principales sobre una base de datos conformada por 125 municipios de Antioquia y 22 variables, que toman en cuenta, variables descriptoras de las actividades agropecuarias, variables demográficas y variables sociales.

La determinación de la especialización y la espacialidad de los factores se fundamentan en la obtención de puntuaciones que se obtienen a partir de los componentes extraídos por los componentes principales y la descripción de la importancia de la región oriente se apoya en la puntuación que se obtiene del resto de municipios.

El trabajo se organizó con la inclusión de un marco conceptual, descripción metodológica e interpretación de resultados.

Marco Conceptual

El tamaño de la población agrícola, la cantidad de agricultores que residen en sus unidades de producción agropecuarias, las áreas sembradas y cosechadas, son variables que se relacionan directamente con la producción agropecuaria.

No obstante, la producción agropecuaria también se explica por variables sociales que configuran un conjunto de interrelaciones donde la actividad agropecuaria responde a características sociales e influye en ellas, propiciando una circularidad que rompe la formulación tradicional de plantear relaciones de causalidad unívoca.

En un esquema de causalidad unívoca, la cantidad de trabajadores agrícolas es una variable que explica la producción agrícola; por ejemplo, un aumento de la cantidad de trabajo incrementa la producción a una tasa específica, manteniendo otros determinantes de la producción constantes. La causalidad unívoca es propia de la microeconomía, a partir de la utilización de funciones de producción.

La circularidad por su parte asume que la producción puede influir en los factores de la producción, así como estos también la afectan a través de procesos que indirectamente se relacionan con la producción. En la literatura de la localización de las empresas, en la llamada geografía económica, la causación circular es un elemento central (Krugman, 1993).

Para entender las razones que conducen a la localización de la actividad económica, donde la agricultura es un ejemplo particular, se plantea la interrelación entre rendimientos crecientes a escala, flujos de trabajadores y costos de transporte (Krugman, *Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade*, 1980). Para comprender esta interrelación, las condiciones sociales y demográficas iniciales son claves, es decir, la historia del proceso importa.

El tamaño de la población es una condición para los rendimientos crecientes a escala, a mayor tamaño, el número de trabajadores y compradores aumenta, favoreciendo la constitución de mercados que atraen la localización de nuevas empresas, proceso que se describe como aglomeración. La aglomeración reduce los costos de transporte por la cercanía de las empresas hacia sus compradores y proveedores, siendo está en si misma un resultado y al mismo tiempo una fuerza indirecta para reducir los costos de transporte.

En la explicación de la conformación del cinturón industrial de los Estados Unidos a partir de la segunda mitad del siglo XIX, Krugman (1993) menciona que la agricultura estaba inicialmente en dicho espacio y no desaparece ante la consolidación de la industria, aunque cambie su composición, por ejemplo, orientarse a una agricultura de huerto. Posteriormente, en la sustentación de un modelo de centro – periferia que determine la concentración de la producción se asume a la agricultura como una actividad de rendimientos constantes a escala, sin costos de transporte y una fuerza de trabajo inmóvil, que actúa como un elemento dispersante.

Bajo la literatura de geografía económica, la agricultura se localiza en la periferia, incluso ante la posibilidad de productos diferenciados (Fujita & Hamaguchi, 2019) y su dinámica o

posibilidad de avanzar técnicamente se puede condicionar al crecimiento de la población, una hipótesis establecida por primera vez por (Boserup, 1965) y retomada por los demógrafos en el marco de análisis de la relación crecimiento de la población y cambio agrario. El punto central es la sobrepoblación agrícola que puede emerger de varias condiciones, entre ellas, la incapacidad de un sector no agrícola para absorber a la población agrícola excedentaria (Sinha, 1979).

De la anterior literatura se puede considerar que la agricultura tiene la función de provisión de alimentos, y su localización en la periferia y avance técnico requiere de una aglomeración que pueda absorber a poblaciones excedentarias agrícolas y de la presencia de la agricultura en un territorio para no desacoplar la aglomeración. La determinación de fuerzas centrípetas y centrífugas (Krugman & Fujita, *The new economic geography*, 2004) recae en la comprensión de procesos que afectan la dinámica de la producción en un territorio y en consecuencia el interés por determinar el producto marginal del trabajo pasa a un segundo plano.

Basado en la conceptualización de la geografía económica se procede a identificar patrones de especialización y espacialidad de la actividad agropecuaria de los municipios del oriente de Antioquia. La justificación de la agricultura y de esta región obedece a su crecimiento poblacional y consolidación de nuevas actividades económicas que pueden reducir la presencia de la agricultura en esta región y alargar la cadena de suministro de alimentos no solo para esta región, sino también para el valle de Aburrá que abarca la aglomeración más grande de Antioquia.

Dado que la agricultura del valle de Aburrá es pequeña e insuficiente para abastecer de alimentos a su población (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2016), el crecimiento poblacional del oriente y su dedicación a actividades económicas diferentes a la agricultura puede generar condiciones que debiliten su agricultura y con esto aumentar la dependencia en el abastecimiento de alimentos desde otras regiones y el posible encarecimiento relativo que perjudica en particular a las poblaciones más pobres.

Para comprender la distribución de la producción de la agricultura en el oriente de Antioquia se seleccionó un conjunto de variables discriminada por municipios, que tomó en cuenta: población agrícola, pobreza de poblaciones agrícolas, el tamaño de las economías, el acceso al crédito, la tenencia de maquinaria y la recepción de asistencia técnica de los productores agrícolas complementándose con variables descriptoras de la actividad directamente agropecuaria.

La población agrícola y el tamaño de la economía medido por el PIB per cápita son variables que actúan como fuerza centrípeta, la pobreza agrícola y la distancia son variables que operan como fuerza centrífuga, el crédito, la asistencia técnica y la maquinaria son variables centrípetas y las variables de producción agropecuaria son descriptoras de la presencia de esta actividad en el territorio. De tal manera que se integra un conjunto de variables que favorecen la localización de la agricultura, pero otras que la desfavorecen.

La población censada, su afiliación a salud y la cantidad de productores residentes en sus unidades de producción agropecuaria dan cuenta de las diferencias en población entre municipios y aspectos generales de su estructura demográfica; el analfabetismo de las poblaciones agrícolas, su envejecimiento y su índice de pobreza multidimensional describen la pobreza rural; la distancia de cada municipio con relación al principal centro de consumo y el tamaño del PIB per cápita son variables que operan como fuerzas en la localización de la agricultura de los municipios.

Las áreas cosechadas, sembradas, la producción agrícola y la pecuaria complementada con variables como acceso al crédito, tenencia de maquinaria y asistencia técnica recibida por los productores de cada municipio constituyen el resto de información que se utiliza para identificar agrupamientos entre las variables mencionadas y su espacialidad entre los municipios.

Metodología

La información relacionada con los créditos solicitados y aprobados por productores residentes en las unidades productoras agropecuarias, UPAS y los estadísticos sobre la tenencia de maquinaria y los equipos utilizados en el desarrollo de estas fue extraída del anexo municipal seis consolidado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, para el Censo Nacional Agropecuario, CNA, de 2014.

Del anexo municipal cuatro se obtuvo la información de los productores residentes por municipio, su grado de envejecimiento, cobertura de afiliación a salud y presencia de analfabetismo de estos productores. Para complementar los datos fueron consideradas variables que caracterizan a los municipios, cuya información proviene del Anuario Estadístico de Antioquia 2014.

Una vez consolidada la información para los 125 municipios de Antioquia correspondiente a 22 variables, con información de registros de producción agropecuaria, áreas sembradas y características generales de los municipios se implementó una técnica exploratoria multivariada conocida como análisis de componentes principales (PCA). Inicialmente se estimó la presencia de multicolinealidad y los patrones de asociación entre las variables originales por medio de la prueba de Kaiser – Meyer – Olkin – KMO – que varía entre cero y uno. Un valor de KMO cercano a uno implica que hay fuerte evidencia de multicolinealidad en los datos y en consecuencia es factible utilizar una técnica como el análisis de componentes principales.

El valor del KMO encontrado del conjunto de 22 variables y 125 observaciones fue de 0.7 una cifra adecuada para ilustrar la presencia de multicolinealidad y dar paso al análisis por componentes principales (PCA). En un PCA se busca crear variables artificiales no correlacionadas mediante combinaciones lineales de las variables iniciales correlacionadas

con el objetivo de reducir la dimensionalidad (número de variables iniciales) evitando la pérdida de información.

Debido a que la varianza de una variable es afectada por la escala de su medición se recurre a un proceso de normalización de los datos que consiste en centrar cada una de las variables con respecto a su media y posteriormente hallar la matriz de covarianzas.

Esta matriz se descompone en vectores y valores propios, para empezar a determinar los componentes principales. La tabla 1 presenta los valores propios asignados a diez componentes y la proporción de la varianza total que captura cada componente. Fueron seleccionadas aquellas componentes que presentaron un valor propio mayor a uno, con llevando a dejar un total de seis componentes principales.

Tabla 1

Valores propios y porcentaje de varianza explicada por componente

Componente	Total	% de Varianza	% acumulado	Total	% de Varianza	% acumulado
1	7,213	32,789	32,789	4,956	22,526	22,526
2	4,301	19,551	52,34	3,592	16,326	38,852
3	2,004	9,11	61,45	3,165	14,387	53,239
4	1,512	6,871	68,321	2,628	11,945	65,184
5	1,087	4,942	73,263	1,622	7,374	72,558
6	1,066	4,846	78,109	1,221	5,549	78,107
7	0,824	3,744	81,853			
8	0,764	3,474	85,327			
9	0,582	2,644	87,971			
10	0,542	2,464	90,435			

Nota. La segunda columna son los valores propios asociados a cada componente. Para la tercera columna esta la proporción de la varianza que es explicada por cada componente. La cuarta columna indica la proporción de la varianza que se explica con la agregación de cada componente, los primeros 6 componentes explican 78,109 de la varianza de los datos.

La proporción de la varianza acumulada que se captura (explica) con estos seis componentes es de 78.109, mientras que con las 22 variables iniciales corresponde a 100% de manera que la reducción de la dimensión de 22 a 6 nuevas variables que se forman cada una con la combinación lineal de las 22 iniciales es el resultado.

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

A continuación, en la tabla 2 se presenta la matriz de pesos que determinan las seis combinaciones lineales

Tabla 2

Matriz de pesos

	Componente					
	1	2	3	4	5	6
Área (Ha) UPA y UPNA (A)	-0,026	-0,011	-0,008	0,254	-0,023	0,152
Área sembrada (AS)	-0,005	-0,024	0,296	-0,056	-0,017	-0,047
Total área cosechada (AC)	0,001	-0,025	0,311	-0,079	-0,020	-0,045
Total producción con cultivos (PA)	-0,076	-0,050	0,398	-0,143	0,027	-0,056
No Cabezas ganado bovino (B)	-0,047	0,022	-0,023	0,330	0,144	-0,247
Total Inventario Porcino (P)	0,052	0,178	-0,020	-0,105	0,562	-0,144
Total Inventario equino (E)	0,015	-0,114	-0,187	0,493	-0,109	-0,078
Total Inventario avícola (AV)	-0,065	-0,080	0,181	-0,118	0,378	0,366
PIB PER CAPITA 2014 (PIB)	-0,064	0,031	-0,082	0,125	0,342	0,092
Distancia estimada (km)	-0,082	0,095	0,074	0,126	-0,028	-0,011
Minutos (D)	-0,059	0,163	0,013	0,064	0,006	0,149
Aprobación del crédito (CR)	0,226	0,137	-0,120	-0,082	0,052	-0,219
Se recibió asistencia técnica (AT)	0,205	-0,013	-0,046	-0,110	-0,189	-0,019
Tenencia de maquinaria (M)	0,227	0,085	-0,170	0,011	0,078	-0,190
Total Productores residentes (TP)	0,129	-0,087	0,013	0,098	-0,021	0,199
Subsidiado (S)	0,130	-0,030	-0,003	0,070	-0,071	0,209
Índice de envejecimiento (IE)	-0,057	-0,391	0,079	0,140	-0,245	0,221
Cantidad personas censadas (PC)	0,107	-0,129	0,109	0,020	0,052	0,105

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

Régimen subsidiado (RS)	0,144	-0,035	0,087	-0,029	-0,011	0,100
Incidencia Pobreza Multidimensional (IPM Ajustado_CNA) en el área rural dispersa censada de cada municipio	0,014	0,304	-0,060	-0,069	0,060	0,061
Analfabetismo (AN)	0,011	0,224	-0,028	-0,113	-0,064	0,139
Tasas de homicidios (TH)	0,022	0,097	-0,105	-0,062	0,091	0,566

Nota. Cada columna representa los pesos que determinan la combinación lineal de las 22 variables iniciales que estructura la matriz de datos.

A manera de ilustración la ecuación de la componente uno, C1, es:

$$C1 = -0.026A - 0.005AS + 0.001AC - 0.076PA + \dots + 0.022TH$$

Cada uno de los coeficientes determina la importancia de cada una de las variables iniciales respecto a la componente. A la tabla también se le conoce como matriz de pesos y en algunos casos es posible hallar las variables iniciales que se vinculan más a cada componente. No obstante, en la tabla 2 no es posible esta identificación y en consecuencia se requiere emplear un método de rotación de los ejes en el espacio de los componentes.

Un método de rotación muy empleado es el varimax que arrojó los resultados que se muestran en la tabla 3

Tabla 3

Matriz de componentes rotados método varimax

	1	2	3	4	5	6
Tenencia de maquinaria	0,887	-0,002	-0,104	0,082	0,154	-0,159
Aprobación del crédito	0,854	0,147	-0,008	-0,032	0,057	-0,191
Régimen subsidiado	0,819	0,051	0,396	0,177	0,017	0,149
Asistencia técnica	0,788	-0,037	0,005	-0,165	-0,24	0,014
Productores residentes	0,785	-0,035	0,265	0,345	0,049	0,271
Régimen contributivo	0,746	0,157	0,27	0,325	-0,079	0,301
Personas censadas	0,709	-0,255	0,336	0,181	0,19	0,118
IPM Rural	0,029	0,887	0,167	0,153	-0,161	0,164
Índice de envejecimiento	-0,132	-0,828	-0,131	-0,032	-0,099	0,172
Población Analfabeta	-0,16	0,729	0,115	-0,003	-0,306	0,233
Distancia en tiempo	-0,12	0,719	0,299	0,37	-0,164	0,241
Distancia en kilómetros	-0,154	0,609	0,446	0,475	-0,161	0,038

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

Producción Agrícola	0,019	0,15	0,856	0,051	-0,005	-0,108
Área cosechada AC	0,345	0,265	0,834	0,207	-0,071	-0,054
Área sembrada AS	0,318	0,272	0,812	0,241	-0,065	-0,053
Inventario equino	0,239	0,026	0,001	0,869	-0,025	-0,025
Ganado Bovino	0,05	0,241	0,325	0,755	0,233	-0,244
Área UPA +UPNAS	0,158	0,349	0,315	0,652	-0,045	0,235
Ganado porcino	0,254	-0,062	-0,011	-0,053	0,783	-0,174
Inventario avícola	-0,029	-0,391	0,145	-0,128	0,598	0,354
PIB Per Cápita	-0,196	-0,132	-0,183	0,204	0,522	0,098
Tasa de Homicidios	0,092	0,252	-0,218	-0,035	0,036	0,701

Nota. Al aplicar el método de rotación de varimax se identifica las variables que influyen en cada componente. Los números de la tabla son las cargas y su rango puede estar entre -1 a 1. Un número cercano a estos extremos indica la influencia del factor en cada variable.

Luego de la rotación es posible observar las variables iniciales que presentan mayor correlación con cada componente favoreciendo la interpretación de estos. La tenencia de maquinaria registra una correlación de 0.88 con la componente uno, aprobación de crédito presenta correlación de 0.85 y así sucesivamente. El resto de las variables consideradas a identificar en este componente por su alta correlación son asistencia técnica, cantidad de productores residentes en las unidades de producción agropecuaria y tamaño de la población censada, respectivamente.

En la componente uno se agrupan variables que describen características demográficas como la cantidad de los productores residentes y la población censada, características sociales como la afiliación a salud subsidiada y características económicas de los agricultores con las variables aprobación del crédito, tenencia de maquinaria y asistencia técnica.

En la componente dos el índice de pobreza multidimensional de las poblaciones rurales con correlación de 0.88 y el índice de envejecimiento con correlación de -0.82 son las dos variables iniciales más determinantes en la componente. Las siguientes variables son la población analfabeta y la distancia medida en tiempo, respectivamente. Bajo este componente se agrupan variables que contribuyen a un pobre desempeño económico y en particular de la agricultura.

Las condiciones de pobreza incentivan la migración de las poblaciones pobres hacia territorios de mayor desarrollo económico, y en consecuencia se establece una población rural envejecida que a su vez reduce la capacidad productiva, generando un proceso que profundiza el bajo nivel de desarrollo económico.

La componente tres se determina por la producción agrícola con correlación de 0.85, el área cosechada con correlación de 0.83 y las áreas sembradas con correlación de 0.81, ésta última variable capturando una expectativa de retornos favorables en la actividad agrícola. Sin duda es un componente que agrupa las variables básicas de la presencia de la agricultura en los municipios.

La componente cuatro tiene al inventario equino con correlación de 0.87 y el número de cabezas de ganado bovino con una correlación de 0.76 como las dos principales variables a destacar. Se trata de un componente que identifica la presencia de estas dos especies mayores.

El componente cinco identifica a la ganadería porcina con correlación de 0.78 y a la actividad avícola con correlación de 0.6. Bajo esta componente el PIB per cápita aparece con la tercera magnitud de correlación de 0.5 y su importancia relativa puede asociarse al establecimiento de una actividad pecuaria: porcina y avícola, intensiva en capital, que se localiza en municipios relativamente grandes en su tamaño poblacional o localizada cerca a estos municipios, lo que justificaría la presencia del PIB per cápita en este componente.

Interpretación de Resultados

En la tabla 4² se registran las puntuaciones que obtiene cada uno de los municipios para cada componente. Para la componente 1 los municipios de Marinilla, La Ceja, San Vicente Ferrer y El Carmen de Viboral registran las mayores puntuaciones. Estos municipios son los que presentan las mayores cantidades de población según el último censo nacional de población y vivienda de 2018, lo que explica el peso de variables como población afiliada y censada.

Tabla 4

Puntuaciones por componente municipios del oriente de Antioquia y Medellín

Municipio	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
Concepción	0,25	0,33	-0,85	-0,48	0,77
Medellín	1,02	-1,45	1,33	-0,54	3,33
El Peñol	1,03	-1,07	0,00	0,05	0,22
Guatapé	-0,89	-1,02	-0,19	0,21	0,51
San Rafael	0,00	-0,24	-0,12	0,26	0,38
El Carmen de Viboral	1,23	-1,16	1,15	-0,09	0,44
El Santuario	0,06	-0,73	0,37	-0,25	0,22
San Vicente Ferrer	1,24	-0,58	0,19	-0,40	0,34
Alejandro	-0,62	-0,14	-0,22	-0,19	0,07
Marinilla	1,81	-0,80	0,10	-0,02	0,51
La Unión	0,38	-0,44	0,06	0,07	0,39
La Ceja del Tambo	1,37	-0,65	-0,48	0,41	0,04

Nota. La tabla 4 entrega las puntuaciones que se obtuvieron del análisis de componentes principales para los municipios del oriente de Antioquia y Medellín

² En la tabla 4 se presentan cinco componentes, puesto que el número seis no fue considerado al integrar únicamente a la variable tasa de homicidios. De aquí en adelante, se toman en cuenta estos cinco componentes.

En agricultura, El Carmen de Viboral, Marinilla, San Vicente Ferrer y La Ceja son municipios con orientación a una agricultura de cultivos de ciclo corto, pero con diferencias en sus líneas de cultivos. Por ejemplo, San Vicente Ferrer tiene una importancia relativa en área y producción de papa, La Ceja y El Carmen de Viboral cuentan con significancia en los cultivos de flores y éste último municipio también destaca en la región del oriente de Antioquia, en cultivos como el frijol y el maíz. Por su parte Marinilla dispone de una agricultura muy orientada a los cultivos de hortalizas y legumbres.

Además de las diferencias en las líneas de cultivo se encuentra la posibilidad de hallarse patrones técnicos diferentes entre ellas como correspondencia a los tamaños de poblaciones diferentes entre estos municipios. Boserup (1965) planteó en su trabajo sobre población y cambio técnico en la agricultura, como esta se intensifica ante una mayor población, y esa mayor intensificación puede explicar que los agricultores de los municipios referenciados dispongan de mayores herramientas y equipamientos (tenencia de maquinaria).

Respecto a la componente 2, los municipios de menor puntuación son aquellos donde la pobreza, el índice de envejecimiento de los agricultores, el analfabetismo de estas poblaciones y la distancia en tiempo hacia Medellín se conjugan para influir en esta puntuación. Desde el punto de vista de la agricultura, estas características no ayudan a configurar una agricultura que pueda sostenerse, en el lenguaje de la economía espacial son fuerzas centrífugas que dispersan la localización de la agricultura. La Unión, San Rafael, Alejandría y Concepción son los municipios con puntuación menos negativa, lo que implica condiciones más difíciles para sostener y desarrollar una agricultura.

El envejecimiento es una consecuencia de la emigración de las poblaciones más jóvenes de agricultores (Akdemir, y otros, 2021) que conlleva a la reducción de la cantidad de trabajadores para la agricultura limitando la capacidad de producción. La escasez de mano de obra obliga a replantear las condiciones técnicas de la agricultura mediante la incorporación de tecnologías que ahorren y/o establezcan una actividad agropecuaria poco dependiente de la mano de obra

No obstante, para que haya un cambio técnico se requiere que exista el incentivo de mercado, es decir, que haya rentabilidad de la inversión agrícola y de no haberla, se genera una condición para reducir la presencia de la actividad agrícola de los municipios. La caída en la agricultura impulsa la emigración de población joven y con ello se genera una fuerza expulsora (centrífuga) que deja a unas poblaciones envejecidas bajo unas condiciones de pobreza que a su vez desfavorecen cualquier impulso de la agricultura.

La componente tres está influenciada por la producción agrícola, el área cosechada y el área sembrada, se trata de una componente que permite medir una puntuación de la estabilidad de la agricultura en los municipios. La estabilidad se refiere a que las áreas sembradas son las que recogen la expectativa de los agricultores de continuar con la agricultura lo que dará lugar a posteriores cosechas y registros de producción agrícola.

Sin embargo, es pertinente mencionar que el resto de las variables iniciales influyen en la puntuación de cada componente debido a que son el resultado de una combinación lineal. De

manera que, no se debe entender la puntuación como los municipios más productivos en la agricultura, sino como aquellos donde sus agricultores disponen de condiciones sociales y económicas para una agricultura estable. Medellín, según la tabla 4 tiene la mayor puntuación porque en la agricultura se incluyó las áreas de plantaciones forestales y para los municipios analizados, su área es relativamente importante, más de 1200 hectáreas de plantaciones forestales pertenecen a Medellín.

Concepción, La Ceja, Alejandría, Guatapé y San Rafael cuentan con puntuaciones negativas, que plantean que en estos municipios puede haber una menor estabilidad para la presencia de la agricultura en sus territorios. Recuérdese la causación circular, en el conjunto de las variables iniciales en su gran mayoría registran características sociales de las poblaciones agricultoras y ante condiciones que favorecen la pobreza en los agricultores, las posibilidades de continuar con la agricultura son reducidas.

Por su parte, los municipios del oriente de Antioquia con mayor estabilidad para la agricultura son El Carmen de Viboral, El Santuario, San Vicente Ferrer y Marinilla, aunque estos tres últimos con puntuación baja respecto a El Carmen de Viboral.

Bajo el componente cuatro las variables que más influyen en su dirección son la cantidad de equinos y de ganado bovino, posteriormente seguida de las áreas de las unidades productoras agropecuarias y no agropecuarias. Los municipios de mayor puntuación son La Ceja, San Rafael, Guatapé y La Unión, aunque este último con un puntaje muy bajo respecto a los anteriores. De hecho, San Rafael y Guatapé tienen una puntuación baja respecto a La Ceja (Véase, tabla 4).

Entre los municipios de mayor puntuación de esta componente se encuentran aquellos que tuvieron puntuaciones negativas en la componente tres que se encuentra influenciada por la producción agrícola y sus áreas cosechadas y sembradas. En otras palabras, para varios de los municipios de menor puntuación en componente cuatro se presentan las mejores puntuaciones en la parte agrícola. Por consiguiente, se captura un patrón de unidades productoras de mayor orientación a actividades pecuarias, específicamente en ganadería bovina.

Respecto al componente cinco se influyen principalmente por la cantidad de porcinos y seguida de la actividad avícola y PIB per cápita. Las dos primeras son variables relacionadas con las especies menores pecuarias. El PIB per cápita es un concepto tradicionalmente empleado en la caracterización del nivel de vida de las poblaciones y su asociación con las dos actividades pecuarias va conectado con sus tecnificaciones que se caracterizan por ser intensivas en capital. Antioquia representa más del 42% de la cantidad de cerdos del total nacional, en el segmento tecnificado (Federación Nacional de Avicultores de Colombia Fondo Nacional Avícola FENAVI, 2018)

En la puntuación se encuentra en orden de mayor a menor Medellín, Concepción, Marinilla, Guatapé y El Carmen de Viboral entre los principales. En el extremo y con las puntuaciones más bajas se encuentra Alejandría y La Ceja. La variable inicial de mayor influencia es la

cantidad de porcinos, una actividad que se localiza cerca o dentro de los municipios de mayor población por su lógica de enlaces hacia adelante.

Lo anterior significa que la actividad porcina se integra verticalmente hacia adelante, es decir, que la producción, la distribución y en algunos casos las ventas al detalle caracterizan a las empresas porcinas. Esta integración vertical da lugar a una actividad intensiva en capital con altos costos iniciales de inversión. Su debilidad de integración hacia atrás consiste en que la base alimenticia de los porcinos se basa en las dietas de concentrados cuyas materias primas son preferentemente importadas. La localización cerca o dentro de las áreas más pobladas, a su vez, se asocia con los PIB per cápita más grande, este último criterio de importancia para la característica de inversión porcina. (Vélez, García Henao, & Barrios, 2018)

La actividad avícola también tiene un patrón de localización similar a la porcina (en Medellín, Amagá, Caldas y Girardota se ubican las granjas avícolas con propósitos comerciales, (Federación Nacional de Avicultores de Colombia Fondo Nacional Avícola FENAVI, 2018)) y con enlaces nulos hacia atrás, debido a que la suplementación depende de dietas de concentrados elaborados con materias primas de origen agrícolas importadas. El municipio de concepción es de poca población, pero dispone de conexiones que facilitan la distribución de huevos hacia municipios del oriente y con mayor población como Rionegro.

En la tabla 5 se muestra la posición de cada municipio respecto a cada uno de los componentes. El orden de cada posición se basa en las puntuaciones de la tabla 4. En la tabla 5 se encuentra un grupo de municipios que sobresalen tanto en el componente 1 como en el componente 3. San Vicente Ferrer, El Carmen de Viboral³ y Marinilla se encuentran en las primeras cinco posiciones. Ambos componentes describen a aquellos municipios influenciados por las áreas cosechadas, sembradas, producción agrícola y la disponibilidad de características técnicas y sociales que describen a las unidades productoras agropecuarias de los municipios. De cierta forma son los municipios con más presencia de la agricultura en sus territorios.

Tabla 5

Posición de los municipios para cada componente

Posición	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4	Componente 5
1	Marinilla	Concepción	Medellín	La Ceja	Medellín
2	La Ceja	Aleandría	El Carmen de Viboral	San Rafael	Concepción
3	San Vicente	San Rafael	El Santuario	Guatapé	Marinilla
4	El Carmen de Viboral	La Unión	San Vicente Ferrer	La Unión	Guatapé
5	El Peñol	San Vicente Ferrer	Marinilla	El Peñol	El Carmen de Viboral

³ Este municipio ocupó el primer lugar en el PIB avícola municipal seguido de Barbosa y Amagá, (Federación Nacional de Avicultores de Colombia Fondo Nacional Avícola FENAVI, 2018)

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

6	Medellín	La Ceja	La Unión	Marinilla	La Unión
7	La Unión	El Santuario	El Peñol	El Carmen de Viboral	San Rafael
8	Concepción	Marinilla	San Rafael	Alejandría	San Vicente Ferrer
9	El Santuario	Guatapé	Guatapé	El Santuario	El Santuario
10	San Rafael	El Peñol	Alejandría	San Vicente Ferrer	El Peñol
11	Alejandría	El Carmen de Viboral	La Ceja	Concepción	Alejandría
12	Guatapé	Medellín	Concepción	Medellín	La Ceja

Nota. La tabla 5 construye las posiciones para cada componente tomando las puntuaciones de la tabla 4. Esta tabla 5 favorece una síntesis de la espacialidad municipal que configura cada componente.

La lectura cambia en cuanto a los componentes 4 y 5 que captura la influencia pecuaria; en el componente 4 está influenciado por la presencia de las especies mayores: cantidad de ganado bovino y equinos, mientras que el componente 5 se caracteriza por la presencia de las especies menores: la actividad avícola y porcina. Observando las primeras cinco posiciones para cada componente se encuentra que Guatapé sobresale en ambos componentes.

Adicionalmente, La Ceja es un municipio pecuario de orientación ganadera bovina según el componente 4; mientras que Medellín tiene una importancia en la actividad avícola y porcina por el componente 5. Los componentes y según la tabla 5 permiten identificar un patrón de especialización en los municipios que se analizan.

En el componente 2 la mayor puntuación se encuentra en Concepción y Alejandría dos municipios que no sobresalen en la actividad agropecuaria, y que de acuerdo con las variables que lo influyen y que se interrelacionan con la pobreza de sus poblaciones agrícolas permiten identificar una relación de pobreza y atraso de la actividad agropecuaria. Ambos municipios tienen un tamaño de población muy reducido que no favorece ni a la agricultura, ni a la atracción de otras actividades económicas.

La parte agrícola localizada en municipios relativamente poblados y con una agricultura orientada al ciclo corto, aunque Medellín sobresale según el componente 3, puede deberse a su peso en la agricultura de plantaciones forestales. La parte pecuaria, también marca diferencias entre los municipios y con aquellos que sobresalen en la parte agrícola, lo que permite identificar un patrón de especialización y espacialidad, es decir, de una geografía agropecuaria diferenciada.

En la tabla 6 se presenta la posición por componente de los nueve primeros municipios de Antioquia con el fin de comparar con las puntuaciones previas de Medellín y los municipios

del oriente. Aquí se observa que los municipios del oriente no están en los nueve primeros, excepto Marinilla en la componente 1.

Tabla 6

Municipios de Antioquia con mayor peso en cada componente

Posición	Componente 1		Componente 2		Componente 3		Componente 4		Componente 5	
1	Andes	4,35	Murindó	3,31	Turbo	6,69	Caucasia	4,44	Don Matías	5,43
2	San Rasa de Osos	3,65	Vigía del Fuerte San Juan de	2,08	Apartadó	4,02	Yondó	3,88	Santa Rosa de Osos	5
3	Concordia	3,11	Urabá	1,6	Carepa	3,3	Puerto Berrío	3,84	Barbosa	3,82
4	Urrao	2,75	Zaragoza	1,55	Arboletes	3,06	Ituango	3,77	Medellín	3,32
5	Abejorral	2,23	Briceño	1,4	Chigorodó	2,61	Remedios	2,74	Girardota	3,08
6	Fredonia	2,05	El Bagre	1,25	Necoclí	1,74	Arboletes	2,53	Yondó	2,2
7	Salgar	1,88	Nechí	1,15	Cáceres	1,69	Necoclí	2,46	Enterríos	2,19
8	Marinilla	1,81	Segovia	1,14	San Pedro de Urabá	1,68	Mutatá	2,28	Amagá	2
9	Angostura	1,65	Peque	1,09	Yolombó	1,63	Puerto Nare	1,83	San Pedro de los Milagros	1,98

Nota. La tabla 6 presenta la posición de los primeros nueve municipios de Antioquia para cada componente; en cada componente aparecen municipios diferentes y a su derecha la puntuación que obtuvo en la componente.

La región del oriente es relativamente pequeña, es decir, el tamaño de su actividad agropecuaria no destaca en los componentes⁴. En la componente 1 puntea el municipio de Andes que cuenta con una importancia relativa en el cultivo de café y en la componente 3 se encuentra el municipio de Turbo con la mayor puntuación, un municipio que en su territorio cuenta con áreas significativas de banano y plátano de exportación. De hecho, en los primeros cinco municipios todos pertenecen a la región de Urabá que se caracteriza por vastas áreas en el cultivo de banano y plátano para exportación.

El componente 4 influenciado por la ganadería bovina destaca Caucasia, Yondó y Puerto Berrío, el primero perteneciente a la región del bajo Cauca de Antioquia y los otros dos a la región del Magdalena Medio. Para el componente 5 influenciado por la actividad avícola y porcícola sobresalen los municipios de Don Matías, Santa Rosa de Osos, Barbosa y Medellín entre los cuatro primeros.

De manera análoga a la lectura efectuada a los municipios del oriente y Medellín, de la tabla 6 se desprende un patrón de especialización y de espacialidad en la caracterización de la

⁴ El oriente de Antioquia es la segunda zona en importancia de Colombia respecto a los cultivos de flores. Sin embargo, estos son intensivos en el uso de la tierra y por consiguiente no sobresalen cuando se efectúan comparaciones basadas en áreas cosechadas y/o sembradas.

actividad agropecuaria de Antioquia, con la observación de que la región del oriente analizada se halla rezagada de los primeros nueve municipios del departamento de Antioquia.

Conclusiones

La exploración efectuada por la técnica de componentes principales permitió reducir la dimensionalidad de 22 variables iniciales a cinco variables latentes o componentes. La lectura de los resultados permite identificar los grupos de variables que influyen en los componentes.

La componente 1 agrupó variables demográficas como la cantidad de productores que residen en las unidades productoras agropecuarias y la población censada en el CNA de 2014, la afiliación a salud como variable social y variables de impulso a la agricultura como la aprobación de créditos agropecuarios, la tenencia de maquinaria en las unidades productoras agropecuarias y servicios de extensión agropecuaria.

La componente 2 agrupó aquellas variables que actúan como condicionantes para dispersar el desarrollo de producción, incluyendo la agropecuaria, las fuerzas centrífugas en el lenguaje de la geografía económica. El índice de pobreza multidimensional de la ruralidad de los municipios, el índice de envejecimiento de la población rural, el analfabetismo y la distancia de los municipios con relación a Medellín son las variables que influyen en la componente.

Para la componente 3 la producción agrícola, el área cosechada y sembrada son las variables que lo determinan, se trata del componente que captura la agricultura; la componente 4 influenciada por la cantidad de equinos y ganado bovino y la componente 5 caracterizada por las actividades porcina, avícola y el PIB per cápita municipal.

Luego de hallarse los agrupamientos de variables para cada componente se encontró la puntuación de los municipios con relación a cada componente. A partir de este ejercicio es posible determinar la especialización y la espacialidad a escala municipal. La agricultura se distribuye en Medellín, El Carmen de Viboral, El Santuario, San Vicente Ferrer y Marinilla.

En las variables de impulso a la agricultura y demográficas se presenta una distribución entre municipios pecuarios como La Ceja y San Rafael y agrícolas como El Carmen de Viboral, San Vicente Ferrer y Marinilla. Las variables llamadas de impulso a la agricultura y su mezcla con las variables demográficas pueden vincularse a la hipótesis de Boserup (1965) de crecimiento poblacional e intensificación de la agricultura, la cual requiere de la incorporación de equipamientos y maquinaria.

La actividad pecuaria de especies mayores, es decir, la ganadería bovina y los equinos se distribuyen en los municipios de La Ceja, San Rafael, Guatapé, La Unión y El Peñol; aunque La Ceja es la de mayor puntuación seguido de los otros cuatro municipios con puntuaciones más distantes. En especies menores, la actividad avícola y porcina se distribuye a los municipios de Medellín, Concepción, Marinilla, Guatapé y El Carmen de Viboral.

Las variables dispersoras de la producción agrícola integradas en el componente 2 tienen a los municipios de Concepción y Alejandría con las mayores puntuaciones. Luego siguen los

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

municipios de San Rafael, La Unión y San Vicente Ferrer. En los cinco primeros municipios tres de ellos tienen puntuaciones relativamente altas en las componentes 4 y 5 que corresponden a actividades pecuarias. De los cinco municipios de mayor puntaje en la componente 2, esta San Vicente Ferrer que es el único con más orientación agrícola y Alejandría que no destaca en ninguna otra componente.

De acuerdo con la componente 2 las condiciones de pobreza han estado más asociadas a municipios de relativa importancia en lo pecuario; mientras que los municipios agrícolas tienen menos puntuación en la componente 2 que captura las fuerzas “centrífugas” planteadas en la geografía económica.

Referencias Bibliográficas

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia

- Akdemir, S., Kougnigan, E. A., Keskin, F., Vurus, H., Boz, I., Kutlar, I., . . . Türker, M. (2021). Ageing population and agricultural sustainability issues: Case of Turkey. *MEDITERRANEAN JOURNAL OF ECONOMICS, AGRICULTURE AND ENVIRONMENT*, 49-62.
- Boserup, E. (1965). *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change under Population Pressure*. London: GEORGE ALLEN & UNWIN LTD RUSKIN HOUSE MUSEUM STREET.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (2014). Censo Nacional Agropecuario 2014, Anexos municipales. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/censo-nacional-agropecuario-2014>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/informacion-tecnica>
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia Fondo Nacional Avícola FENAVI. (2018). *Caracterización Económica del sector Avícola en el Departamento de Antioquia*. Obtenido de https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/CARACTERIZACION_ANTIOQUIA_2016.pdf
- Fujita, M., & Hamaguchi, N. (2019). Brand Agriculture and Economic Geography: When are Highly Differentiated Products Sustainable in the Remote Periphery? *Urban & Regional Development Studies*, 169-202.
- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *The American Economic Review*, 950-959.
- Krugman, P. (1993). *Geografía y Comercio*. Antoni Bosch.
- Krugman, P., & Fujita, M. (2004). The new economic geography. *Papers in Regional Science*, 139-164.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016). *Sistemas de Abastecimiento Alimentario Bases para la Inclusión de la Agricultura Familiar Propuesta para modelos de Abastecimiento Alimentario Subregión Valle de Aburrá Departamento de Antioquia Colombia*. FAO. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i5235s/i5235s.pdf>
- Sinha, J. (1979). Población y Agricultura. En V. Urquidi, & J. Morelos, *Crecimiento de la población y cambio agrario* (pág. 391). Mexico: Colegio de Mexico.
- Vélez, E., García Henao, G., & Barrios, D. (2018). Estudio exploratorio sobre la producción y comercialización de carne de cerdo en el Valle de Aburrá, Antioquia (Colombia). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*.

Análisis exploratorio de la actividad agropecuaria del oriente de Antioquia